

ГЕОЛОГІЯ.

ОБЩІЙ КУРСЪ.

ЛЕКЦИИ,

ЧИТАННЫЯ СТУДЕНТАМЪ С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО УНИВЕРСИТЕТА.

ТОМЪ I.

СОВРЕМЕННЫЯ ГЕОЛОГИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ.

(ДИНАМИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГІЯ).

ПЕТРОГРАФІЯ И СТРАТИГРАФІЯ.

СЪ 358 ПОЛИТИЦАЖАМИ ВЪ ТЕКСТЪ.

А. А. Иностранцева,

ЗАСЛУЖЕННАГО ПРОФЕССОРА ИМПЕРАТОРСКАГО С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО УНИВЕРСИТЕТА.

ПЯТОЕ ИЗДАНІЕ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія М. М. Стасюлевича, Вас. остр., 5 лин. 28.

1914.



ОГЛАВЛЕНІЕ ПЕРВАГО ТОМА.

	СТРАН:
Предисловіе къ первому издавію.	XI
Предисловіе къ пятому и послѣднему издавію.	XIII
Литература	XV
Введеніе	1

I.

СОВРЕМЕННЫЯ ГЕОЛОГИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ.

(Динамическая геология).

Геологическая дѣятельность атмосферы	14
Дюны	21
Геологическая дѣятельность воды	28
Вода въ жидкомъ состояніи	28
Подземное движеніе воды	28
Происхожденіе ключей и источниковъ	31
Источники, питающіеся водами рѣкъ (стр. 31). Источники, происходящіе отъ сокрытія рѣкъ (стр. 32). Источники, питающіеся водою глетчеровъ (стр. 33). Горные источники (стр. 33). Восходящіе или бьющіе источники (стр. 35).	
Минеральные холодные и теплые ключи	39
Известковые ключи и ключи жесткой воды (стр. 41). Кремнеземные ключи (стр. 45). Железные ключи (стр. 49). Сѣринистые ключи (стр. 50). Соляные ключи (стр. 51). Источники, содержащіе углекислоту (стр. 52). Нефтяные источники (стр. 53). Измѣняемость концентрации и состава минеральныхъ ключей (стр. 56).	
Прямые результаты дѣятельности источниковъ	58
Оползніи (стр. 58). Обвалы (стр. 60). Пещеры (стр. 61). Провалы (стр. 62).	
Движеніе воды по земной поверхности	63
Размываніе.	63
Дождь (стр. 63). Овраги, балки и каньоны (стр. 66). Рѣки и водопады (стр. 69). Происхожденіе поперечныхъ долинъ въ горахъ (стр. 74): Закопъ Вара (стр. 75). Береговая волна (стр. 79). Приливы и отливы (стр. 81). Морскія теченія (стр. 81).	

Образованіе осадковъ	82
Переносная сила воды (стр. 82). Осадки въ рѣкахъ (стр. 84). Дельты (стр. 85). Лиманы (стр. 90). Мелл или бапки (стр. 92). Лагуны или гафы (стр. 92). Образованіе соляныхъ озеръ у береговъ моря (стр. 93). Прорывы озеръ (стр. 95). Отложеніе осадка въ моряхъ и океанахъ (стр. 96).	

Вода въ твердомъ состояніи	98
Ледъ рѣкъ, озеръ, морей и океановъ	98
Ледники или глетчеры	100

Высота снѣговой линіи и образованіе ледниковъ (стр. 101). Движеніе ледниковъ и причины его (стр. 107). Трещины и полосы грязн на ледникѣ (стр. 109). Ледниковые столбы, колодцы, ручьи и мельницы (стр. 110). Морены (стр. 112). Курчавыя скалы (стр. 115). Бараньи лбы (стр. 115). Куоловидные холмы (стр. 116). Пѣлировка, шифровка и ледниковые шрамы (стр. 116). Ледяное море Швейцаріи (стр. 118). Ледники Кавказа (стр. 120). Ледники Алтая (стр. 123). Ледники Тянь-Шаня (стр. 125). Ледники полярныхъ странъ и плавающихъ ледныхъ горы (стр. 127).

Геологическая дѣятельность вулканизма	134
--	------------

Вулканы	134
--------------------------	------------

Форма и строеніе вулкановъ (стр. 134). Распредѣленіе и распротра-неніе вулкановъ (стр. 149). Высота вулкановъ (стр. 143). Продукты вулкановъ (стр. 145). Явленія, сопровождающія изверженіе вулкана (стр. 153). Послѣдовательность при изверженіяхъ вулкановъ (стр. 154). Число и продолжительность изверженій (стр. 157). Вулканической округѣ Неаполя. Везувій (стр. 158). Вулканы Флегрейскихъ полей (стр. 162). Вулканы острововъ Искія и Прочиды (стр. 165). Нѣкоторые потухшіе вулканы Италіи (стр. 165). Вулканической округѣ Сициліи (стр. 166). Группа Липарскихъ острововъ (стр. 167). Вулканы Греческаго архипелага (стр. 168). Вулканы острововъ Суматры и Явы (стр. 168). Вулканы Сандвичевыхъ острововъ (стр. 170). Вулканы Америки (стр. 170). Вулканы Исландіи (стр. 171). Вулканы Японіи (стр. 172). Вулканы Россіи (стр. 173). Подводные вулканы (стр. 177).

Грязные вулканы.	179
---------------------------------	------------

Землетрясенія	184
--------------------------------	------------

Макросейсмическія наблюденія (стр. 185). Сейсмическія волны (стр. 187). Вліяніе геологическаго строенія на скорость распротраченія землетрясеній (стр. 189). Продолжительность землетрясеній (стр. 190). Области распространенія землетрясеній (стр. 191). Связь землетрясеній съ временами года и положеніемъ луны (стр. 191). Предсказаніе землетрясеній (стр. 192). Явленія, сопровождающія землетрясенія (стр. 192). Послѣдствія землетрясеній (стр. 193). Методы наблюденія землетрясеній (стр. 195). Опредѣленіе разстоянія до эпицентра (стр. 199). Опредѣленіе глубины гнѣзда землетрясенія (стр. 201). Лиссабонское землетрясеніе (стр. 204). Землетрясеніе въ Калабріи (стр. 204). Землетрясеніе въ средней Азій (стр. 205). Землетрясенія въ Остзейскомъ побережьѣ, Петербургской губерніи и въ Крыму (стр. 206).

Поднятія и опусканія	206
---------------------------------------	------------

Колебанія въ странахъ вулканическихъ.	207
--	------------

Поднятіе и опусканіе побережья Неаполитанскаго залива (стр. 207). Поднятія побережья Чили и Остъ-Индіи (стр. 208). Поднятіе и опусканіе въ области грязныхъ вулкановъ (стр. 209).

	СТРАН.
Вѣковыя колебанія	209
Поднятіе Скагдинавіи (стр. 210). Поднятіе русскаго побережья Балтійскаго моря (стр. 213). Поднятіе сѣвера Россіи (стр. 213). Опусканія (стр. 215).	
Причина вулканическихъ явленій	217
Химическая гипотеза (стр. 217). Механическія гипотезы (стр. 218).	
Химико-механическая гипотеза (стр. 214).	
Гипотеза Канта-Лапласа	219
Спектральный анализъ (стр. 221).	
Примѣненіе гипотезы Канта-Лапласа къ объясненію вулканическихъ явленій	223
Увеличеніе температуры съ глубиною (стр. 223). Таблица температуръ и давленія на глубинахъ (стр. 224). Различіе во взглядахъ на состояніе внутренней массы земли (стр. 225).	
Участіе воды въ вулканическихъ явленіяхъ	231
Значеніе вулканическихъ явленій для геологіи	240
Геологическая дѣятельность организмовъ	243
Вліяніе растений на измѣненіе земной поверхности	244
Разложеніе растений на воздухъ и въ водѣ	245
Почвы	247
Болота и торфяники	250
Скопленіе наземныхъ растений рѣками	253
Скопленіе растительныхъ остатковъ въ моряхъ и океанахъ	254
Вліяніе животныхъ на измѣненіе земной поверхности	257
Круговоротъ извести въ морѣ (стр. 257). Корненожки и батибій (стр. 258). Моллюски (стр. 261).	
Кораллы	261
Наземныя животныя	271
Гибель наземныхъ животныхъ при разливахъ рѣкъ (стр. 271). Сохраненіе животныхъ въ болотахъ и торфяникахъ (стр. 272). Сохраненіе животныхъ въ пескахъ (стр. 274). Сохраненіе наземныхъ организмовъ въ вулканическихъ образованіяхъ (стр. 274). Сохраненіе животныхъ въ пещерахъ (стр. 276).	

II.

ПЕТРОГРАФІЯ.

Отдѣльность горныхъ породъ	279
Шаровидная или сферондальная отдѣльность (стр. 279). Платообразная отдѣльность (стр. 280). Столбчатая отдѣльность (стр. 281). Параллелепипедальная отдѣльность (стр. 283). Происхожденіе отдѣльности (стр. 283).	
Строеніе или структура горныхъ породъ	284
Кристаллически-зернистая структура (стр. 285). Чешуйчатое и листоватое строеніе (стр. 285). Волокнистое строеніе (стр. 285). Параллельно-линейное строеніе (стр. 285). Плойчатое строеніе (стр. 286). Полосатое или лепточное строеніе (стр. 286). Порфировидное строеніе (стр. 286). Сферондальное строеніе (стр. 286). Порпистое и ячеистое строеніе (стр. 288). Пузыристое и шлаковидное строеніе (стр. 288). Мипдалевидное строеніе (стр. 288). Шлировое строеніе (стр. 288).	

	СТРАН.
Минералы, образующіе горныя породы	289
Постороннія массы въ горныхъ породахъ (стр. 291). Переходы горныхъ породъ (стр. 292).	
Методы изслѣдованія горныхъ породъ	293
Механическіе методы (магнитъ и электро-магнитъ стр. 294, методъ отмучиванія стр. 295). Химическій методъ (стр. 296). Реакціи на пламя газовой горѣлки (стр. 298). Удѣльный вѣсъ горныхъ породъ (стр. 299).	
Изученіе горныхъ породъ подъ микроскопомъ	300
Приготовленіе микроскопическаго препарата (стр. 300). Обыкновенный свѣтъ (стр. 301). Отраженный свѣтъ (сравнительная камера стр. 302). Параллельный поляризованный свѣтъ (стр. 305). Опредѣленіе двупреломленія (стр. 308) Уголь затемнённый (стр. 309). Сходящійся поляризованный свѣтъ. Липза Бертрапа и Ласо (стр. 311). Опредѣленіе угла оптическихъ осей (стр. 313). Столпикъ Федорова (стр. 314).	
Постороннія включенія	315
Некристаллическія включенія (стр. 315); поры съ жидкостью (стр. 315); поры, занятія стекломъ и основною массою (стр. 318). Кристаллическія включенія (стр. 320); трихиты (стр. 320), беловиты (стр. 321). Расположеніе постороннихъ включеній въ минералахъ (стр. 321).	
Нѣкоторыя микроскопическія особенности минераловъ и горныхъ породъ	323
Строеніе минераловъ изъ слоевъ или золь и изъ микролитовъ (стр. 323). Различіе фазъ кристаллизаціи минераловъ въ изверженныхъ горныхъ породахъ (стр. 324). Разъѣденность минераловъ и позднѣйшія перемѣщенія (стр. 325). Вывѣтриваніе, видоизмѣненія и новообразованія (стр. 327). Строеніе основной массы горныхъ породъ (стр. 332).	
Микрохимическія реакціи	336
Петрографически важныя признаки нѣкоторыхъ минераловъ, образующихъ горныя породы.	339
Таблица главныхъ признаковъ порообразующихъ минераловъ.	340
Общій обзоръ горныхъ породъ	343
Простыя горныя породы	343
Ледъ (стр. 343). Каменная соль (стр. 344). Гипсъ (стр. 346). Ангидритъ (стр. 347). Известнякъ (стр. 347). Доломитъ (стр. 350). Рухлякъ или мергель (стр. 351). Горючій рухляковый сланецъ (стр. 351). Происхожденіе известняковъ, доломитовъ и рухляковъ (стр. 351). Фосфоритъ, самородъ или остеолитъ (стр. 355). Кремень (стр. 356). Роговикъ (стр. 356). Прѣсноводный кварцъ, кремневый ватѣкъ и туфель (стр. 356). Полпробальный сланецъ (стр. 357). Шпаговыи желѣзнякъ (стр. 357). Красный желѣзнякъ (стр. 357). Магнитный желѣзнякъ (стр. 359). Бурый желѣзнякъ (стр. 359). Графитъ (стр. 359). Торфъ (стр. 360). Бурый уголь или лигнитъ (стр. 360). Камеѣнный уголь (стр. 361). Антрацитъ (стр. 363). Шунгитъ (стр. 363). Петролеумъ или горное масло (стр. 365). Асфальтъ или горная смола (стр. 365). Происхожденіе твердыхъ породъ аморфнаго углерода (стр. 365); торфяниковая гипотеза (стр. 366), гипотеза силавовъ (стр. 367), морская гипотеза (стр. 367). Происхожденіе жидкихъ породъ углерода (стр. 369); (органическая гипотеза стр. 369, неорганическая гипотеза стр. 370).	

	СТРАН.
Сложныя горныя породы	372
Массивныя сложныя породы	373
Петрографическія формулы (стр. 376). Графическій методъ Озанпа (стр. 376).	
Классификація массивныхъ (изверженныхъ) горныхъ породъ по Циркелю	380
Ортоклазовыя породы	378
Ортоклазовыя породы съ кварцемъ	378
Гранитъ (стр. 378).	
Гранитовый порфиръ (стр. 385). Кварцевый или фельзитовый порфиръ (стр. 385). Фельзитъ (стр. 386). Фельзитовый смоляной камень и смоляно-каменный порфиръ (стр. 387). Кварцевый трахитъ (стр. 387).	
Ортоклазовыя породы безъ кварца	389
Сіенитъ (стр. 389). Ортоклазовый порфиръ безъ кварца (стр. 390). Трахитъ (стр. 390).	
Ортоклазовыя породы безъ кварца, но съ нефелиномъ или лейцитомъ	391
Нефелиновый сіенитъ (стр. 391). Фонолитъ (стр. 392). Лейцитопиръ (стр. 393). Липаритовыя, трахитовыя и фонолитовыя стекла (стр. 393). Трахитовый смоляной камень (стр. 393). Перлитъ (стр. 393). Обсидіанъ (стр. 394). Пемза (стр. 394).	
Плагиоклазовыя породы	395
Плагиоклазовыя породы съ роговою обманкою или біотитомъ	395
Дюритъ (стр. 395). Порфиритъ (стр. 397). Роговообманковый андезитъ (стр. 397).	
Плагиоклазовыя породы съ авгитомъ	398
Диабазъ (стр. 398). Августовый порфиритъ (стр. 399). Мелафиръ (стр. 401). Августовый андезитъ (стр. 403). Плагиоклазовыя: долеритъ, анамезитъ и базальтъ (стр. 403). Стекла (стр. 405).	
Плагиоклазовыя породы съ діаллагомъ или съ гипѣрстенномъ	405
Габбро (стр. 405). Норитъ (стр. 406).	
Плагиоклазовыя породы съ нефелиномъ и лейцитомъ	407
Тефритъ (стр. 407). Бухонитъ (стр. 407). Эссекситъ (стр. 407). Тешенитъ (стр. 407).	
Нефелиновыя породы	408
Нефелиновые долеритъ и базальтъ (стр. 408).	
Лейцитовыя породы	408
Лейцитовый базальтъ (стр. 408).	
Мелилитовыя породы	409
Мелилитовый базальтъ (стр. 409).	
Оливиновыя породы	410
Перидотиты (стр. 410). Пикритовый порфиритъ (стр. 411). Лимбургитъ (стр. 411). Августитъ (стр. 411). Серпентинъ (стр. 412).	
Слоистыя сложныя породы	412
Гнейсъ (стр. 412). Грайулитъ (стр. 415). Геллефлинта (стр. 415). Порфирондъ (стр. 416). Слюдяный сланецъ (стр. 416). Роговообманковый сланецъ (стр. 417). Августовый сланецъ (стр. 418). Хлоритовый сланецъ (стр. 418). Тальковый сланецъ (стр. 418). Горшечный камень (стр. 419). Филлитъ (стр. 419). Итакодумитъ (стр. 421). Турмалиновый сланецъ (стр. 421). Амфиболитъ (стр. 421).	

	СТРАН.
Обломочныя породы	422
Рыхлыя породы	422
Продукты механическаго измельченія водою	422
Песокъ, гравій, щебень, гальки, валуны (стр. 422).	
Рыхлыя продукты вулканическихъ изверженій	424
Вулканическій пепелъ, песокъ, лапилли, бомбы, глыбы, немзovýй песокъ и гальки (стр. 424).	
Цементированныя породы	424
Песчанникъ (стр. 424). Кварцитъ (стр. 425). Конгломератъ (стр. 426). Брекчія (стр. 427).	
Глинистыя породы	428
Каолинъ (стр. 428). Глина (стр. 429). Суглинокъ (стр. 430). Лессъ (стр. 430). Черноземъ (стр. 430). Сланцеватая глина (стр. 431). Глинистый сланецъ (стр. 431).	
Туфы	432
Порфиновый туфъ (стр. 432) Зеленокаменный туфъ (стр. 432). Трахитовые и базальтовые туфы (стр. 433).	
Происхожденіе и метаморфизмъ горныхъ породъ	434
Происхожденіе горныхъ породъ	434
Метаморфизмъ	436
Проморфизмъ	439
Подземные каменноугольныя пожары (стр. 439). Гибель минералогическихъ коллекцій при пожарахъ (стр. 440). Горпозаводскія печи (стр. 441). Контактъ-метаморфизмъ (стр. 441). Гипотеза инъекціонная и оплавленія (стр. 445).	
Гидато-проморфизмъ	446
Гидатоморфизмъ	448
Метаморфическія зоны (стр. 455).	
Заключеніе	457

III.

СТРАТИГРАФІЯ.

Петрографическая стратиграфія	467
Слой и наслоенія	467
Слой или пласть (стр. 467). Наслоеніе (стр. 470).	
Наклонъ слоевъ	474
Складки или изгибы	481
Трещины, сдвиги, сбросы, складки-сдвиги и складки-сбросы.	486
Трещины (стр. 486) Сдвиги и сбросы (стр. 488). Складки-сдвиги и складки-сбросы (стр. 491). Перекрытіе или шарріажъ (стр. 496).	
Причины наклона слоевъ, образованія складокъ, сдвиговъ и сбросовъ.	499
Несогласное напластованіе	513
Другія формы горныхъ породъ	515
Потокъ (стр. 115), покровъ (стр. 115), куполь (стр. 516), штоки (стр. 519), жилы (стр. 520).	
Слѣды размыванія	526
Террасы (стр. 529).	

	СТРАН.
Горы и ихъ происхожденіе	535
Насыпныя горы (стр. 538). Сбросовыя горы (стр. 539). Складчатая горы (стр. 540). Возрастъ горъ (стр. 545). Происхожденіе горъ (стр. 546). Лакколиты (стр. 548).	
Палеонтологическая стратиграфія	551
Значеніе организмовъ для геологін	551
Окаменѣлости (стр. 551).	
Связь организмовъ съ мѣстообитаніемъ	558
Глубина, температура и свѣтъ (стр. 559). Природа берега и дна (стр. 562). Составъ воды и размѣры бассейна (стр. 563). Зоологиче- скія провинціи (стр. 565). Барометрическія зоны (стр. 566) Значеніе зонъ для стратиграфіи (стр. 567).	
Понятіе объ одновременности отложеній	568
Значеніе для геологін понятія о видѣ	573
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ КЪ I ТОМУ	583
(Предметный стр. 583, мѣстностей 588).	

ПРЕДИСЛОВІЕ КЪ ПЕРВОМУ ИЗДАНІЮ.

Отсутствіе въ русской геологической литературѣ книги, соотвѣтствующей университетскому курсу, составляетъ важный недостатокъ, давно уже побуждавшій меня издать курсъ моихъ лекцій, читанныхъ студентамъ С.-Петербургскаго Университета. Но рядъ спеціальныхъ работъ до сихъ поръ лишалъ меня возможности осуществить желаемое. Обработка лекцій для печати, а равно быстрые успѣхи и значительный объемъ современныхъ геологическихъ знаній дали мнѣ возможность только въ настоящее время представить часть курса, включающаго: современныя геологическія явленія (динамическую геологію), петрографію и стратиграфію; такъ какъ означенные отдѣлы обнимаютъ собою общую часть геологіи и такъ какъ прибавленіе къ ней исторической геологіи могло въ значительной степени увеличить объемъ книги, то я рѣшился разбить весь курсъ на два тома *).

Заграничная геологическая литература обладаетъ въ настоящее время превосходными курсами, которые могутъ съ значительною пользою служить подспорьемъ при университетскихъ лекціяхъ. Въ ряду такихъ книгъ можно указать: „Elemente der Geologie“ Креднера, „Traité de Géologie“ Лаппарана и „Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntniss der Bodenbeschaffenheit der Österr. Ungar. Monarchie“ Гауэра. Значительная степень спеціализаціи этихъ книгъ и наполненіе ихъ примѣрами, взятыми изъ Зап. Европы, недостатокъ свѣдѣній о Россіи, а также и нѣкоторая особенность въ возрѣніяхъ упомянутыхъ авторовъ по отдѣльнымъ вопросамъ,—все это лишаетъ возможности рекомендовать вышеука-

*) II томъ напечатанъ въ 1887 г., а четвертое его изданіе въ 1912 г.

занія сочиненія, какъ вполнѣ обнимающія всѣ стороны университетскаго курса. Такое положеніе еще болѣе усиливало желаніе издать на русскомъ языкѣ мои лекціи, дабы дать возможность слѣдить за этими послѣдними по примѣрамъ, взятымъ изъ геологіи Россіи.

А. Иностранцевъ.

12 Іюля 1884 г.

ПРЕДИСЛОВІЕ

КЪ ПЯТОМУ И ПОСЛѢДНЕМУ ИЗДАНІЮ

Почти прошло полъ вѣка моего служенія наукѣ *). За это время Геологія представила необыкновенно сильное развитіе. При началѣ моей научной дѣятельности одинъ изъ отдѣловъ Геологіи—Палеонтологія, хотя уже и являлась вполне опредѣленною областью знаній, но не была еще окончательно оформлена въ самостоятельную науку, — что случилось позднѣе. Петрографія только что зарождалась, а о возникновеніи, какъ самостоятельныхъ наукъ, Почвовѣдѣнія и Сейсмологіи еще не было и рѣчи. Въ настоящее время Палеонтологія и Петрографія являются уже вполне самостоятельными науками, и въ крупныхъ заграничныхъ университетскихъ центрахъ нынѣ вся Геологія представлена тремя профессорами.

Только благодаря моему личному присутствію при такомъ расцвѣтѣ Геологіи, а равно и сорокалѣтней практикѣ въ чтеніи университетскихъ лекцій, все это, волей неволей, заставило меня, помимо специальныхъ работъ, напряженно слѣдить за быстро развивающимися отдѣлами моей науки и довести свою Геологію до пятаго изданія. Понятно, что съ каждымъ новымъ изданіемъ книга должна была представить все большій и большій объемъ. Въ первомъ изданіи не было введено мелкаго шрифта, который, для уменьшенія объема книги, появился уже во всѣхъ позднѣйшихъ изданіяхъ. Достаточно сказать, что въ выпускаемомъ нынѣ томѣ мелкій шрифтъ составляетъ болѣе $\frac{1}{4}$ книги. Кромѣ того, пришлось нѣкоторыя устарѣвшія клише замѣнить новыми, а равно и прибавить этихъ послѣднихъ.

*) Впервые въ печати мое имя появилось въ 1866 г. въ работѣ проф. Пузыревскаго „Очеркъ Лаврентьевской системы Выборгской губерніи“.

Современное состояніе Геологіи, Палеонтологіи и Петрографіи представляетъ такой объемъ, что равномѣрно слѣдить за ростомъ его одному человѣку нѣтъ рѣшительно никакой физической возможности. Мой преклонный возрастъ, а равно надежда и увѣренность, что и въ крупныхъ русскихъ университетскихъ центрахъ также скоро возникнутъ три самостоятельныхъ кафедры Геологіи, представители которыхъ дадутъ учащейся молодежи, каждый по своей специальности, болѣе полные и совершенные курсы, чѣмъ выпускаемый мною нынѣ,—все вышесказанное и заставило меня въ заголовкѣ этого предисловія къ пятому изданію сдѣлать прибавку: „и послѣднему“.

Въ заключеніе считаю долгомъ принести здѣсь мою искреннюю и сердечную благодарность всѣмъ бывшимъ моимъ слушателямъ, а равно и работавшимъ и работающимъ въ завѣдываемомъ мною геологическомъ кабинетѣ Университета, за ту разнообразную помощь, которая была оказана ими мнѣ, въ теченіе всѣхъ изданій перваго и второго томовъ моей Геологіи.

А. Иностранцевъ.

18 Марта 1914 г.

ЛИТЕРАТУРА.

Руководства по геологiи:

- Charles Lyell. Principles of geology. 12 Edt. 1875. Переведено подъ заглавiемъ „Основныя начала геологiи“ 1866.
— Elements of geology. 11 Edt. Переведено подъ заглавiемъ „Руководство къ геологiи“. 1866—1878.
- J. D. Dana. Revised Text-book of Geology. 5 Ed. 1898.
A. de Lapparent. Traité de Géologie. 4 Ed. 1900.
E. Haug. Traité de Géologie. 1907—1911.
J. Cornet. Géologie. 1909—1910.
Em. Kayser. Lehrbuch der allgemeinen Geologie. 5 Aufl. 1912.
— Lehrbuch der geologischen Formationskunde. 5 Aufl. 1913.
G. Bischof. Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. 2 Aufl. 1863—1871.
E. Reyer. Theoretische Geologie. 1887.
I. Roth. Allgemeine und chemische Geologie. I—III. 1879—1893.
Arch. Geiky. Text-book of Geology. 4 Ed. 1903.
A. Penck. Morphologie d. Erdoberfläche. 1894.
K. A. Zittel. Geschichte der Geologie. 1899.
De Launay. La science géologique. 1905.
I. Walther. Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. 1893—1894.
E. Suess. Das Antlitz der Erde 1883—1901. На французскомъ языкѣ вышли I, II и часть третьяго тома подъ заглавiемъ „La face de la terre“. 1891—1913.

По отдѣламъ геологiи:

- I. Walther. Das Gesetz der Wüstenbildung. 2 Aufl. 1912.
A. Daubrée. Les eaux souterraines. 1887.
K. Keilhack. Lehrbuch der Grundwasser und Quellenkunde. 1912.
И. Мушкетовъ. Физическая Геологiя. 2 изд.
I. Russel. River development. 1907.
A. Heim. Handbuch der Gletscherkunde. 1885.
I. Tyndall. The glaciers of the Alps. 1857. Переведено подъ заглавiемъ „Альпiйскiе ледники“. 1866.
H. Hess. Die Gletscher. 1904.
K. Schneider. Die vulkanischen Erscheinungen der Erde. 1911.
Wolff. Der Vulkanismus (1-ый выд.) 1913.
G. Mercalli. Vulkani attivi della terra 1907.

- E. Reyer. Physik der Eruptionen und der Eruptivgesteine 1877.
— Geologische Prinzipienfragen. 1907.
- C. W. C. Fuchs. Vulkane und Erdbeben. 1875.
- A. Sieberg. Methoden d. Erdbebenforschung (см. ниже книгу Кейльбага).
- Wiechert. Die Erdbebenforschung. Physikalische Zeitschrift. 1908.
- W. Hobbs. Earthquakes. 1908.
- De Montessus de Ballore. Geographie séismologique. 1906.
— La séismologie moderne 1911.
- Кн. Б. Голицынъ. Лекции по сейсмомерии. 1912 г.
- A. Heim. Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. 1878.
- A. Heim et E. Margerie. Les dislocations de l'écorce terrestre. 1888.
- I. Geikie. Mountains, their Origin growth and decay. 1913.
- C. Darwin. Ueber den Bau und die Verbreitung der Corallen-Riffe. 1876.
- A. Daubrée. Etudes synthétiques de Géologie expérimentale. 1879.
- F. Zirkel. Lehrbuch der Petrographie. I—III. 1893—1894.
— Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine. 1873.
- H. Rosenbusch. Mikroskopische Physiographie 4 Aufl. 1904—1908.
— Elemente der Gesteinslehre. 1910.
— Hülftabellen zur mikroskopischen Mineralbestimmung in Gesteinen.
- F. Fouqué et A. Michel-Lévy. Minéralogie micrographique, roches éruptives françaises. 1879.
- C. Doelter. Physikalisch-chemische Mineralogie. 1905.
— Petrogenesis. 1906.
- A. Michel Lévy et Alf. Lacroix. Les minéraux des roches. 1888.
- U. Grubenmann, Kristalline Schiefer. 1904.
- H. Behrens. Mikrochemische Analyse. 1899.
- E. Weinschenk. Anleitung zum Gebrauch des Polarisationsmikroskop. 1901. Переведено подъ заглавіемъ „Поляризаціонный микроскопъ“. 1904.
- B. Reinisch. Petrographisches Practicum. 1901.
- Ф. Левинсонъ-Лессингъ. Таблицы для микроскопическаго опредѣленія породообразующихъ минераловъ. 1891.
- E. Haussak. Anleitung zur Bestimmen d. gesteinbildenden Mineralien. 1885.
- B. v. Cotta. Die Lehre von Erzlagerstätten. 1859.
— Die Erzlagerstätten Europas. 1861.
- A. v. Groddeck. Die Lehre von den Lagerstätten der Erze. 1879. Переведено подъ заглавіемъ „Ученіе о рудныхъ мѣсторожденіяхъ“.
- R. Beck. Lehre von Erzlagerstätten. 1901.
- E. Fuchs et L. de Launay. Traité des gîtes minéraux et métallifères. I—II. 1893.
- К. Богдановичъ. Рудныя мѣсторожденія т. I и II. 1912 и 1913 г.
- M. Delessé. Lithologie du fond des mers. 1872.
- Handbuch der regionalen Geologie (геология разл. странъ)—изданіе продолжается.
- K. A. Zittel. Handbuch der Palaeontologie. I—V, 1876—1893.
— Grundzüge der Palaeontologie. 3 Aufl., 1910—1911.
- G. Steinmann. Elemente der Palaeontologie. 1890.
— Einführung in die Palaeontologie. 1903. Переведено подъ заглавіемъ „Введеніе въ палеонтологию“. 1909.
- F. Bernard. Elements de Paléontologie. 1895.
- E. Stromer von Reichenbach. Lehrbuch der Palaeozoologie. 1909—1912.
- O. Abel. Palaeobiologie. 1912.
- O. Jaekel. Die Wirbeltiere. 1911.
- R. Hoernes. Elemente der Palaeontologie. 1884.
- H. A. Nicholson. Manual of Palaeontology. 2 Ed. 1879.
- А. Борисякъ. Курсъ палеонтологіи. 1905—1906.
- Н. Яковлевъ. Учебникъ палеонтологіи. 1911.
- R. Zeiller. Eléments de Paléobotanique. 1900.

- W. P. Schimper. *Traité de Paléontologie végétale*. 1869—1862.
 G. v. Saporta. *Le monde des plantes avant l'apparition de l'homme*. 1881.
 M. B. Renault. *Cours de Botanique fossile*. 1882—1885.
 K. Keilhack. *Lehrbuch der praktischen Geologie*. 2 Aufl. 1908. Переведено подъ заглавіемъ „Практическая геологія“. 1908.
 De Launay. *Géologie pratique*. 1909.
 Arch. Geikie. *Anleitung zu geologischen Aufnahmen*. 1906.

Основные сочиненія по геологін Россіи:

- R. I. Murchison, E. d. Verneuil, A. v. Keyserling. *Geology of Russia in Europe and the Ural mountains*. 2 тома 1845. Первый томъ переведенъ на русскій языкъ подъ заглавіемъ „Геологическое описаніе Европейской Россіи и хребта Уральскаго“. 1849.
 G. Rose. *Mineralogische-geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai und dem Kaspi-schen Meere*. 1837—1842.
 E. v. Eichwald. *Lethaea rossica ou Paléontologie de la Russie* 1860. Новыи и древнии періоды изданы на русскомъ языкѣ.
 Г. Щуровскій. *Исторія геологін Московскаго бассейна*. 2 ч. 1866—1867.
 Le-Play. Часть сочиненія „*Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée etc., exécuté en 1837, sous la direction de M. Anatole de Démidoff*“. Переведено подъ заглавіемъ „Исслѣдованіе каменноугольнаго Донецкаго бассейна“. 1854.

Спеціальные журналы:

Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie; основанъ въ 1830. *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*; съ 1848. *Verhandlungen der K.-K. geologischen Reichsanstalt. Geological Magazine*; съ 1864. *Quarterly Journal of the geological Society of London. Bulletin de la Société Géologique de France. W. Dunker und Zittel* (до 1868 W. Dunker und H. v. Meyer). *Palaeontographica*; съ 1846. W. Dames u. E. Kayser. *Palaeontologische Abhandlungen*; съ 1882. E. v. Moisisovic и M. Neumayr. *Beiträge zur Palaeontologie Österreichs-Ungarn*; съ 1880. *Palaeontologische Zeitschrift*; съ 1913.

Періодическія работы, выходящія въ Россіи, помѣщаются въ изданіяхъ: Академіи Наукъ, въ Трудахъ Обществъ Естественныхъ Исслѣдователей при Унивѣрситетахъ, въ Горномъ Журналѣ, въ различныхъ изданіяхъ Минералогическаго Общества, Геологическаго Комитета, Геологической Части Кабинета Его Величества, въ Извѣстіяхъ Общества Любителей Естественнаго и Натуралистовъ въ Москвѣ, въ Ежегодникѣ по Геологін и Минералогін Россіи (изд. г. Криштафовичемъ), въ журналѣ „Землѣдѣніе“ и въ различныхъ трудахъ Русскаго Географическаго Общества. Въ извѣстіяхъ постоянной сейсмической комиссіи въ Петербургѣ.

Геологическія карты:

I. Marcou. *Carte géologique de la terre*. 1:23000000. 1875. A. Dumont. *Carte géologique de l'Europe*. 1:4000000. V. Dechen. *Geognostische Uebersichtskarte von Deutschland, Frankreich, England und den angrenzenden Ländern*. 1859. S. Prestwich. *Geological Map of Europe*. 1888. Beyrich et Hauchecorne. *Carte internationale géologique de l'Europe*, à 49 feuilles. Геологическая карта Европ. Россіи, изданіе Геологическаго Комитета, 6 листовъ, 60 верстъ въ дюймѣ 1892. Геологическая карта Европ. Россіи, изданная тѣмъ же Комитетомъ, 150 верстъ въ дюймѣ 1897. В. Мѣллеръ. *Карта мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ Европ. Россіи*. 1:4200000, 1882.

Популярныя книги.

- М. Neumaуг. Erdgeschichte. 2 Aufl. 1887. Переведено подъ заглавіемъ „Исторія земли“.
1897—1898.
- Б. Липдеманъ. Земля, ея жизнь и исторія (переводъ). 1913.
- Ј. Walther. Geschichte der Erde und des Lebens. 1908.
- А. Sieberg. Der Erdball, seine Entwicklung und seine Kräfte. 1908.
- Ф. Frech. Aus der Vorzeit der Erde. 1910—1911 (въ шести выпускахъ)
- О. Heer. Die Urwelt der Schweiz. 1879.
- Г. Гетчинсонъ. Вымершія чудовища. 1900.
-

ВВЕДЕНІЕ.

Геологія (земля— $\gamma\eta$, наука— $\lambda\acute{o}\gamma\omicron\varsigma$) въ переводѣ наука о землѣ. Въ настоящее время подъ именемъ геологіи понимаютъ исторію земли въ обширномъ смыслѣ этого слова; обнимающую собою какъ минеральную, такъ и органическую сторону ея жизни. Такое опредѣленіе геологіи какъ ставитъ ее въ ближайшее соотношеніе съ другими естественными науками, такъ и отводитъ ей мѣсто и въ обширномъ ряду человѣческихъ знаній—какъ науки чисто конкретной. Если для изученія исторіи человѣчества необходимо знакомство съ другими гуманитарными науками, то понятно, что для знакомства съ геологіею, какъ исторіею земли, необходимо знаніе другихъ естественныхъ наукъ, съ которыми она представляетъ тѣснѣйшее соотношеніе. Съ физикой, химіей, минералогіей и астрономіей—геологу приходится всегда вступать въ ближайшее соотношеніе, разбирая вопросы, затрагивающіе жизнь минеральную нашей планеты. Съ науками біологическими приходится сталкиваться при разборѣ ископаемыхъ организмовъ, встрѣчающихся въ различныхъ геологическихъ образованіяхъ. Наконецъ, съ физической географіей геологъ становится въ ближайшее соотношеніе при разборѣ тѣхъ современныхъ геологическихъ явленій, которыя на нашихъ глазахъ приготовляютъ образованія, представляющія тѣснѣйшую аналогію съ памятниками прошлой жизни земли. Если физико-географъ интересуется атмосферою, водою, вулканами и т. п., отыскивая причины, то интересъ геолога къ этимъ явленіямъ главнымъ образомъ направленъ на изученіе окончательнаго результата ихъ дѣятельности.

Слѣдовательно, для разбора прошлой жизни нашей планеты нужно знаніе другихъ естественныхъ наукъ. Точно также и для этихъ послѣднихъ необходимо, въ свою очередь, знаніе геологіи. Въ самомъ дѣлѣ, минералогъ, ботаникъ или зоологъ, разбирая данный минералъ или данный организмъ, безразлично относится къ нимъ, не придавая особаго значенія тому времени, когда данный минералъ образовался или когда появился на земной поверхности данный организмъ. Не такъ относится къ этимъ естественнымъ продуктамъ природы геологъ: располагая въ своихъ изслѣдованіяхъ обширнымъ промежуткомъ времени, выраженнымъ

цѣлымъ рядомъ послѣдовательныхъ памятниковъ исторіи земли, геологъ можетъ отличить на этихъ страницахъ время образованія даннаго минерала или появленіе даннаго организма. Наблюдая за распространеніемъ организма на послѣдующихъ страницахъ исторіи земли, онъ можетъ отмѣтить время или его окончательнаго уничтоженія, или замѣщенія его другимъ организмомъ, а равно можетъ наблюдать регрессъ или прогрессъ, которому подвергся изучаемый организмъ въ обширный промежутокъ времени. Слѣдовательно, геологъ вводитъ въ науки еще одинъ коэффиціентъ — время.

Знакомство съ геологіею, какъ натуралисту, такъ и всякому образованному человѣку, необходимо еще и для полученія наиболѣе полнаго представленія объ экономіи природы. Пояснимъ эту мысль сравненіемъ съ жизнью какъ одного человѣка, такъ и человѣческаго общества.

Наблюдая за развитіемъ даннаго человѣка съ самыхъ раннихъ періодовъ его жизни и зная тѣ условія, которыя должны были вліять на этотъ организмъ извѣстнымъ образомъ, мы, встрѣчая того же человѣка, въ зрѣломъ возрастѣ, можемъ угадать нѣкоторыя изъ тѣхъ поступковъ, которые онъ долженъ совершить при опредѣленныхъ обстоятельствахъ. Что справедливо для жизни одного человѣка, то же будетъ справедливо и для жизни цѣлаго человѣческаго общества. Нельзя понять современнаго француза и степень культуры современнаго французскаго общества, если не прослѣдить тотъ длинный путь, которымъ выработалось это общество, т.-е. не узнать его исторіи. Только знаніе прошедшаго даетъ возможность узнать настоящее. Если справедливъ взглядъ на важность изученія для наукъ гуманитарныхъ исторіи человѣчества, то, конечно, и для изученія, и подробнаго знакомства съ окружающею насъ природою необходимо знаніе ея исторіи, которая покажетъ путь, которымъ выработалось все насъ окружающее, — а эта исторія и есть геологія. Слѣдовательно, геологія даетъ возможность обнять болѣе широкимъ духовнымъ взоромъ экономію природы и расширить кругозоръ натуралиста относительно спеціально изучаемаго имъ предмета — какъ непосредственнаго продукта природы.

Геологія соприкасается и съ исторіею человѣчества.

На ея новѣйшихъ страницахъ, при разборкѣ этихъ послѣднихъ, ясными буквами написано о томъ, что человѣкъ задолго до того времени, какъ о немъ помнятъ преданія и исторія, населялъ земную поверхность и обладалъ извѣстною культурою. Только благодаря геологическимъ изслѣдованіямъ было вполнѣ установлено, что человѣкъ въ періодѣ своей до-исторической жизни долженъ былъ пройти извѣстныя фазы въ своемъ культурномъ развитіи, т.-е. пережить вѣкъ каменный, бронзовый и желѣзный. Только благодаря трудамъ геологовъ узнали, что до-историческій человѣкъ засталъ на землѣ громаднхъ, вымершихъ задолго до временъ исторіи животныхъ, какими были мамонтъ и сибирскій носорогъ.

Но длиненъ былъ путь, которымъ выработалось опредѣленіе геологіи, какъ исторіи земли, и методъ ея изслѣдованія. Долгое время ее

смѣшивали съ другими отраслями человѣческихъ знаній, также какъ смѣшивали предѣлы мѣологии, поэзіи и исторіи въ ранніе періоды цивилизаціи, и еще въ концѣ XVIII столѣтія на геологію смотрѣли какъ на отдѣлъ то минералогіи, то фѣзической географіи, а нѣкоторые считали исключительной задачей этой науки разъясненіе вопроса о происхожденіи земли.

Древніе мало занимались окружающею ихъ природою, но и въ самые ранніе періоды жизни историческаго человѣка ему, очевидно, уже приходилось соприкасаться съ нѣкоторыми геологическими явленіями. Такъ, понятіе о потопѣ проходитъ отъ религіи индусовъ до христіанской включительно. Понятіе объ этомъ явленіи, насколько возможно судить по космогоніи древнихъ египтянъ, явилось какъ результатъ непосредственнаго наблюденія. Египетскимъ жрецамъ было извѣстно, что какъ въ горахъ, такъ и въ почвѣ подъ долиною Нила встрѣчаются раковины морскихъ организмовъ. Отсюда естествененъ выводъ, что море покрывало мѣстности, гдѣ течетъ въ настоящее время Ниль, а отсюда уже вытекаетъ и представленіе о потопѣ. Въ той же египетской космогоніи находятъ, что міръ обновляется или водою (катаклизмъ), или огнемъ (экспирозисъ). Это ученіе, заимствованное у древнихъ египтянъ греческими стойками, еще съ большею наглядностью показываетъ, что значеніе явленій, обусловленныхъ геологическою дѣятельностью воды и силъ вулканическихъ, не ускользнуло отъ вниманія древнихъ. Страшныя наводненія, которымъ подвергаются нѣкоторыя страны, не менѣе опустошительныя явленія, сопровождающія проявленія вулканическихъ силъ, должны были сильно дѣйствовать на человѣческой умъ въ періодъ его ранняго развитія. Вотъ почему нельзя отыскивать причину возникновенія катаклизма и экспирозиса ни въ любви древнихъ народовъ къ чудесному, ни въ пылкомъ воображеніи восточныхъ писателей, а должно относить такія вѣрованія къ возведенію вышеуказанныхъ геологическихъ явленій до степени всемірныхъ потоповъ и таковыхъ же вліяній силъ вулканическихъ.

Древніе греческіе ученые (Пифагоръ, Аристотель и Страбонъ) уже вполне категорически формулируютъ свои взгляды на происходящія въ настоящее время геологическія явленія. Пифагору было извѣстно, что между сушею и моремъ можетъ происходить обмѣнъ, что текущая по земной поверхности вода способна производить размывы и образовывать долины, что болота способны высыхать, что острова могутъ соединяться съ прилегающею сушею, что эта послѣдняя отъ землетрясенія можетъ погрузиться подъ уровень моря и т. д. Еслибы этотъ ученый попытался примѣнить собранныя имъ наблюденія къ толкованію прошедшей жизни земли, то осталось бы только поражаться такою замѣчательною проницательностью.

Аристотель, развивая свои возрѣнія въ извѣстной „Метеорикѣ“, пошелъ еще дальше Пифагора. Онъ останавливается на современныхъ геологическихъ явленіяхъ, какъ на важныхъ дѣятеляхъ, измѣняющихъ земную поверхность съ давнихъ поръ. По его мнѣнію, эти дѣятели

должны произвести въ теченіе вѣковъ великія перемѣны земной поверхности, и онъ указывалъ при этомъ частные случаи такихъ измѣненій: между прочимъ, увеличеніе со времени Гомера Нильской дельты, высохшія озера, образованіе новыхъ острововъ и т. п. У него встрѣчается крайне важное замѣчаніе о томъ, что „измѣненія поверхности земли такъ медленны въ сравненіи съ короткимъ періодомъ нашей жизни, что на нихъ не обращаютъ вниманія“. Страбонъ въ своей географіи довольно подробно разбираетъ вопросъ, который въ позднѣйшія времена вызывалъ многочисленныя споры, въ силу какихъ причинъ раковины морскихъ моллюсковъ встрѣчаются въ землѣ далеко отъ моря и на значительныхъ высотахъ? Разбирая этотъ вопросъ, Страбонъ приходитъ къ заключенію, что одна и та же мѣстность можетъ подниматься или опускаться, а въ силу этого и море то будетъ затоплять сушу; то освобождать ее. Особенно замѣчательно заключеніе этого ученаго, гдѣ онъ предлагаетъ заимствовать свои объясненія изъ ежедневно наблюдаемыхъ явленій, каковы наводненія, землетрясенія, вулканическія изверженія, поднятіе или выступаніе земли изъ-подъ уровня моря и т. п.

Приведенныя выше воззрѣнія принадлежатъ во всякомъ случаѣ времени до-христіанской эры и захватываютъ исключительно только современные геологическія явленія. Если у нѣкоторыхъ ученыхъ и проглядываетъ желаніе примѣнить наблюденія надъ современными явленіями къ древнимъ измѣненіямъ земной поверхности, то оно только и остается однимъ желаніемъ, и древняя исторія земли все-таки совершенно неизвѣстна ученымъ этого времени.

Развитіе естествознанія, послѣ паденія римской имперіи, перешло въ руки сарациновъ около половины VIII столѣтія послѣ Р. X. Сочиненія древнихъ классическихъ писателей, а также и самостоятельныя труды ученыхъ, породили довольно обширную естественно-историческую литературу. Къ сожалѣнію, большинство трудовъ писателей этого времени совершенно утеряно; въ сохранившихся трудахъ Авицены, Омара и Магомеда Кавцини находятся нѣкоторыя указанія на знакомство этихъ ученыхъ съ геологическими явленіями. Особенный интересъ въ этомъ отношеніи представляютъ два первыхъ. Авицена оставилъ трактатъ „Объ образованія и классификаціи минераловъ“, въ которомъ одну изъ главъ занимаетъ вопросъ „О причинѣ горъ“. Разборъ этого вопроса приводитъ автора къ заключенію, что причины горъ могутъ быть или существенныя, или случайныя. Существенною причиною, по его мнѣнію, нужно считать сильныя землетрясенія, подъ вліяніемъ которыхъ земля поднимается и образуетъ горы,—подъ случайными онъ понимаетъ размываніе. Текуція по земной поверхности воды могутъ производить мѣстами размываніе, а сохранившіеся отъ такого явленія участки будутъ являться возвышенностями. Омаръ оставилъ трактатъ подъ заглавіемъ „Отступленіе моря“, въ которомъ приводитъ многочисленныя факты такого явленія. Весьма интересно, что поводомъ для этого трактата послужило сравненіе древнѣйшихъ морскихъ картъ съ картами его времени.

У христіанскихъ народовъ находятъ свѣдѣнія о геологическихъ

явленіяхъ только съ начала XVI столѣтія. Это время знаменуется возникновеніемъ горячихъ споровъ въ Италіи объ истинной природѣ и происхожденіи раковинъ морскихъ моллюсковъ и другихъ организованныхъ ископаемыхъ, встрѣчающихся въ различныхъ слояхъ земной поверхности. Хотя уже въ древнія времена смотрѣли на эти остатки, какъ на остатки животныхъ, рассматриваемое время можетъ представить крайне обильный запасъ самыхъ разнообразныхъ и невѣроятныхъ гипотезъ, клонящихся къ разъясненію вопроса о происхожденіи ископаемыхъ. Къ этому времени относятся гипотезы, то пытающіяся объяснить происхожденіе въ землѣ ископаемыхъ организмовъ при помощи звѣздъ, то при помощи какой-то „пластической силы“, то въ нихъ видятъ „игру природы“ (*lusus naturae*), при которой природа дѣлала попытку творить, но не могла оживить. Такими гипотезами занимались не только люди малосвѣдущіе въ естественной исторіи, но и извѣстные въ свое время натуралисты. Такъ извѣстный ботаникъ Маттіоли развивалъ мысль о происхожденіи организованныхъ ископаемыхъ изъ особаго жирнаго вещества (*materia pinguis*), отъ теплоты подвергающагося броженію, результатомъ котораго и будутъ окаменѣлости.

Такое извращеніе, повидимому, крайне простаго и совершенно правильно истолкованнаго древними вопроса о происхожденіи окаменѣлостей является результатомъ сильнаго развитія системы схоластическихъ преній въ средневѣковыхъ итальянскихъ университетахъ. Главная цѣль такихъ преній заключалась не въ достиженіи истины, а въ томъ, чтобы выйти изъ спора побѣдителемъ. Въ силу этого ставились самыя невозможныя положенія и гипотезы и они-то увлекали за собою послѣдователей, принимавшихъ участіе въ преніяхъ. Можно, не преувеличивая, сказать, что этотъ обычай схоластическихъ преній внесъ сильнѣйшій тормозъ въ успѣхи геологическихъ знаній, и ему мы обязаны тѣмъ, что по крайней мѣрѣ въ теченіе трехъ столѣтій продолжаютъ безплодные споры и появляются разнообразныя и маловѣроятныя гипотезы какъ объ истинномъ характерѣ ископаемыхъ организмовъ, такъ и о потопахъ.

Рассматривая этотъ періодъ, т.-е. начало XVI столѣтія, должно отмѣтить имена нѣкоторыхъ ученыхъ, которые являлись вполне рационалистами и были чужды вышеприведенныхъ заблужденій. Такими учеными были извѣстный художникъ Леонардо-да-Винчи и Фракасторо. Подъ руководствомъ перваго было произведено нѣсколько искусственныхъ работъ (каналовъ) въ Сѣверной Италіи; при выемкѣ земли встрѣчались ископаемые остатки, которымъ Леонардо-да-Винчи давалъ надлежащее объясненіе, принимая ихъ за остатки организмовъ, нѣкогда жившихъ на земной поверхности или въ морѣ, смотря по тому, съ какими изъ нихъ ему приходилось имѣть дѣло. Фракасторо точно такъ же смотрѣлъ на окаменѣлости, какъ на прямыя остатки нѣкогда жившихъ организмовъ, и энергично возсталъ противъ разнообразныхъ гипотезъ того времени.

Точно такъ же и конецъ XVI столѣтія, а равно XVII и значительная часть XVIII столѣтія пошли на безполезныя схоластическія пренія

о происхожденіи, съ одной стороны, окаменѣлостей, съ другой—на разрѣшеніе вопроса о томъ, былъ ли всемірный потопъ или рядъ отдѣльныхъ? Правда, что параллельно появленію ученыхъ, занимающихся разнообразными гипотезами о двухъ вышеупомянутыхъ вопросахъ, встрѣчаются въ отдѣльныхъ случаяхъ и такіе ученые, которые относятся къ предмету вполне рационально. Ученые конца XVI столѣтія: Кордано, Цезальпино и французъ Палисси уже прямо утверждаютъ, что окаменѣлости есть остатки нѣкогда бывшихъ организмовъ, погребенныхъ тамъ же, гдѣ ихъ находятъ; а послѣдній ученый, разбирая вопросъ о происхожденіи источниковъ, приходитъ къ заключенію, что эти послѣдніе обязаны своимъ происхожденіемъ дождевой водѣ,—выводъ, относительно котораго было много споровъ еще и во времена болѣе позднія.

Успѣхи геологическихъ знаній въ періодъ XVII столѣтія также задерживаются какъ съ одной стороны тѣми же мало плодотворными гипотезами, такъ и вмѣшательствомъ въ разбираемые вопросы богослововъ, которые смѣшивали геологическія наблюденія съ вопросами религиозными и видѣли въ геологическихъ занятіяхъ возможность подорвать кредитъ ихъ спеціальности. Главныя недоразумѣнія, возникшія въ это время, заключались въ томъ, что различные памятники жизни земли смѣшивали другъ съ другомъ, не умѣя ихъ различить, потому относили всѣ явленія къ одной причинѣ, а не къ различнымъ, дѣйствовавшимъ въ громадный промежутокъ времени. Впрочемъ, рационализмъ не покидалъ геологію и въ это время; нѣкоторые изъ ученыхъ, несмотря на хаосъ возрѣній, видѣли единственную возможность только путемъ наблюденій распутать окружающій ихъ мракъ. Такъ датскій ученый Стено, желая доказать принадлежность къ организмамъ нѣкоторыхъ изъ найденныхъ имъ ископаемыхъ, одинъ изъ первыхъ производитъ сравненіе ихъ съ нынѣ живущими формами и доказываетъ, что найденные имъ въ слояхъ земли кости и зубы не представляютъ никакого отличія отъ остей и зубовъ акулы, что раковины моллюсковъ, собранныхъ въ землѣ, ничѣмъ не отличаются отъ раковинъ организмовъ, нынѣ живущихъ въ сосѣднихъ моряхъ. Точно такъ же итальянскій ученый того же времени Сцилла, изучавшій ископаемыхъ Калабріи, издалъ о нихъ трактатъ, снабженный хорошими рисунками, въ которомъ утверждалъ, что окаменѣлости есть остатки организмовъ, оставленные всемірнымъ потопомъ. Къ концу XVII столѣтія относится и дѣятельность знаменитаго математика Лейбница, трактовавшаго вопросъ о происхожденіи земли изъ расплавленныхъ массъ и при охлажденіи ихъ прикрытыхъ общимъ водянымъ океаномъ, а также англійскихъ ученыхъ: Гука, Рея и Вудварда. Извѣстный математикъ и натуралистъ Гукъ оставилъ нѣсколько посмертныхъ сочиненій, въ которыхъ находятъ въ высшей степени замѣчательные геологическіе выводы. Однимъ изъ нихъ является выводъ о значеніи ископаемыхъ животныхъ и растений при разборкѣ и установкѣ хронологіи геологическихъ памятниковъ. Другой не менѣе замѣчательный выводъ дѣлаетъ Гукъ относительно вымиранія видовъ. Ему, очевидно, уже были извѣстны нѣкоторыя изъ ископаемыхъ формъ, сходныя съ которыми

не встрѣчаются въ окружающей природѣ. Другой англійскій ученый Рей, современникъ вышеупомянутаго, также пытался причинами, менѣе гадательными, объяснить геологическія явленія. Онъ въ особенности обратилъ свое вниманіе на вліяніе текущей по земной поверхности воды и размывающее ея дѣйствіе. Въ особенности громаднымъ запасомъ геологическихъ данныхъ отличался третій ученый Вудвардъ. Его извѣстныя коллекціи, собранныя въ различныхъ мѣстахъ Англій, и до сихъ поръ хранятся въ Кембриджскомъ университетѣ. Къ сожалѣнію, теоретическія воззрѣнія этого ученаго совершенно не гармонировали съ громадными запасами его геологическихъ свѣдѣній и заставили его, какъ и нѣкоторыхъ изъ его современниковъ, прибѣгать къ крайне неправдоподобнымъ гипотезамъ.

Начало XVIII столѣтія снова перетягиваетъ центръ тяготѣнія геологическихъ знаній въ Италію. Хотя въ то же время появлялись отдѣльные ученые, какъ Цельзій въ Скандинавіи или Шейхцеръ въ Германіи, но во всякомъ случаѣ перевѣсъ былъ на сторонѣ итальянскихъ ученыхъ. Валлиснери, Моро и въ особенности его комментаторъ Дженоерелли могутъ быть отмѣчены какъ усовершенствователи тѣхъ раціональныхъ воззрѣній, которыя уже пустили корни въ предшествующее имъ время. Особенно выдающуюся дѣятельность обнаружилъ Дженоерелли. Правда, этотъ ученый не можетъ считаться самостоятельнымъ наблюдателемъ, но тѣмъ не менѣе, обладая обширнымъ литературнымъ образованіемъ и громадною массою свѣдѣній, онъ явился толкователемъ ученія своего предшественника Моро. Этотъ послѣдній обладалъ крайне неяснымъ слогомъ, а потому его сочиненіе не пользовалось надлежащимъ вниманіемъ публики. Дженоерелли многочисленными цитатами изъ другихъ сочиненій подтверждалъ нѣкоторые изъ замѣчательныхъ выводовъ своего предшественника. По мнѣнію этого ученаго въ землѣ сохранились памятники прошедшихъ событій, для толкованія которыхъ необходимы наблюденія и опытъ, и всѣ явленія можно объяснить „безъ насилія, безъ вымысловъ, безъ гипотезъ и безъ чудесъ“. И такіе взгляды, съ массою относящихся сюда подробностей, Дженоерелли излагалъ передъ академиками въ Кремонѣ.

Было бы слишкомъ продолжительно слѣдить за успѣхами геологическихъ знаній съ средины XVIII столѣтія, разбросанныхъ въ сочиненіяхъ: Бюффона, Донати, Лемана, Геснера, Ардуино, Мичелля, Распа, Фукселя, Брандера, Солдани, Валлеріуса, Спалланцани и многихъ другихъ; но нельзя не упомянуть о дѣятельности двухъ натуралистовъ, конца XVIII столѣтія — Палласа и Соссюра. Эти ученые, одинъ для Россіи, другой для альпійскихъ горныхъ странъ, собрали такой обширный матеріалъ, который послужилъ многочисленнымъ позднѣйшимъ изслѣдователямъ для разнообразныхъ выводовъ и обобщеній. Въ работахъ этихъ ученыхъ уже проглядываетъ мысль о группировкѣ памятниковъ исторіи жизни земли, но обширныя задачи, преслѣдуемыя ими, какъ натуралистами, лишили ихъ возможности сосредоточиться на столь важномъ для геологій вопросѣ.

Къ концу XVIII столѣтія запасъ геологическихъ данныхъ уже разросся настолько, что требовались болѣе выдающіеся умы, которые привели бы эту массу данныхъ въ извѣстную систему. Такихъ дѣятелей доставили три страны: въ Германіи — явился Вернеръ, въ Англіи — Уильямъ Смитъ, во Франціи — Кювье, Броньяръ и Ламаркъ.

Въ Германіи, Венгріи и Франціи горное дѣло, какъ извѣстная практическая отрасль знаній, преподавалось уже давно въ особыхъ горныхъ школахъ. Въ числѣ вспомогательныхъ предметовъ преподавалась въ нихъ и минералогія. Въ 1775 году во Фрейбергской горной школѣ занялъ катедру минералогіи Вернеръ. Въ короткій періодъ его дѣятельности маленькая школа обратилась въ обширный университетъ. Люди другихъ національностей изучали нѣмецкій языкъ, чтобы послушать оратора того времени. Достаточно указать, что изъ школы Вернера вышли такіе ученые, какъ Александръ Гумбольдтъ и Леопольдъ фонъ Бухъ. Вліяніе Вернера было обусловлено геніальностью этого ученаго и его замѣчательною эрудиціею; онъ всюду видѣлъ связь своей любимой науки какъ съ другими проявленіями человѣческой дѣятельности, такъ и ту пользу, которую она можетъ принести при своемъ дальнѣйшемъ развитіи. Вернеръ обратилъ вниманіе не только на составъ и внѣшніе признаки минераловъ, но и на ихъ сочетаніе при образованіи горныхъ породъ, на группировку этихъ послѣднихъ, на ихъ взаимное положеніе и географическое распространеніе и на цѣлый рядъ вытекающихъ отсюда другихъ отношеній. Онъ первый сдѣлалъ приложеніе этихъ знаній къ практическимъ дѣламъ горнаго дѣла и этимъ показалъ значеніе и важность изучаемаго имъ предмета. Рядомъ съ геніальностью онъ обладалъ замѣчательною нелюбовью къ письменному труду и оставилъ только одно сочиненіе: „О металлоносныхъ жилахъ“, главные же его взгляды и выводы узнаются изъ позднѣйшихъ работъ его учениковъ, которые, желая подтвердить общіе выводы своего учителя, ревностно стали заниматься въ другихъ странахъ геологическими изслѣдованіями. Наиболѣе крупнымъ недостаткомъ этого замѣчательнаго ученаго было незнакомство его съ другими странами. Ограничиваясь небольшою частью Германіи, преимущественно Саксоніею, онъ на основаніи только ея дѣлалъ свои общенія, распространяя ихъ на всю земную поверхность. Дѣятельность геніальнаго ученаго случайно была направлена на мѣстные геологическія образованія, которыя относятся въ настоящее время къ самымъ древнимъ въ ряду геологическихъ памятниковъ. Приведеніе ихъ въ систему съ изученіемъ взаимныхъ отношеній и т. п. было сдѣлано исключительно Вернеромъ. Конечно, этотъ ученый не могъ ограничиться только одною группировкою, пытливымъ умъ наталкивалъ его и на причинность происхожденія разбираемыхъ имъ образованій. Эти образованія, какъ указано выше, принадлежатъ къ самымъ древнимъ страницамъ жизни земли, а какъ древніе памятники, они, очевидно, должны содержать неясныя письма для чтенія; а потому вопросъ объ ихъ происхожденіи представлялъ, въ особенности въ то время, много сторонъ для разнообразныхъ гипотезъ. Одна изъ такихъ гипотезъ была предложена Вернеромъ;

съ нею будетъ подробнѣе произведено знакомство современемъ; здѣсь же укажемъ только, что этой гипотезѣ обязано возникновеніе такъ называемой школы нептунистовъ. Вернеру еще во время своей жизни пришлось быть свидѣтелемъ борьбы порожденнаго имъ ученія съ другой школой—со школою вулканистовъ, главнымъ представителемъ которой былъ современникъ Вернера—англичанинъ Гюттонъ.

Значеніе нептунизма, проводимаго Вернеромъ, было громадно. Его ученики объясняли происхожденіе всевозможныхъ геологическихъ образований исключительно только дѣятельностью воды и распространяли этотъ взглядъ даже на такія горныя породы какъ базальты, относительно которыхъ уже раньше Вернера нѣкоторые ученые были, вполнѣ основательно, того мнѣнія, что они—продукты вулканической дѣятельности. Такъ думали о нихъ, напр., Демарэ и другой французскій ученый Доломье.

То, что сдѣлалъ Вернеръ для древнѣйшихъ памятниковъ жизни нашей планеты, подмѣтивъ въ нихъ извѣстную группировку, то же сдѣлалъ для сравнительно болѣе новой группы геологическихъ памятниковъ, но уже другимъ пріемомъ, англичанинъ Уильямъ Смитъ (1790 г.). Этому ученому пришлось вполнѣ самостоятельно придти къ заключенію, что въ наслоеніи горныхъ породъ есть опредѣленная законность, и что для разбора ихъ можно съ полнымъ удобствомъ руководствоваться тѣми ископаемыми организованными формами, которыя въ нихъ встрѣчаются. Не имѣя средствъ для болѣе удобнаго посѣщенія различныхъ уголковъ своей родины, онъ обошелъ ее пѣшкомъ, провѣряя свои выводы. Его изслѣдованія дали возможность привести въ извѣстную систему разнообразныя геологическія образованія Англіи. Впрочемъ, этимъ не удовольствовался Смитъ. Онъ сдѣлалъ попытку нанести эти образованія на географическія карты и такимъ путемъ далъ первую геологическую карту Англіи, появившуюся въ 1815 году.

Окрестности Парижа, издавна доставлявшія городу строительный матеріалъ, крайне богаты еще болѣе новыми памятниками жизни земли и содержатъ многочисленныя остатки ископаемыхъ организмовъ. Начало XIX столѣтія, благодаря трудамъ Кювье по сравнительной остеологии и Ламарка по изученію новѣйшихъ и вымершихъ моллюсковъ, привлекло довольно многочисленныхъ дѣятелей на поприще естествознанія, разрабатываемаго въ это время съ необыкновеннымъ энтузіазмомъ. Ископаемые организмы окрестностей Парижа должны были обратить на себя вниманіе, тѣмъ болѣе, что при выработкахъ строительнаго камня они встрѣчались въ немъ въ достаточномъ количествѣ. За изслѣдованіе ископаемыхъ высшихъ позвоночныхъ животныхъ взялись Кювье и Броньяръ, выдвинувшіе рядъ крайне своеобразныхъ и уже несуществующихъ на землѣ животныхъ. За изученіе ископаемыхъ болѣе низко организованныхъ животныхъ принялся Ламаркъ. Труды этихъ ученыхъ освѣтили третью группу геологическихъ памятниковъ и дали возможность вставить въ извѣстную цѣпь ихъ новое, болѣе молодое звено.

Споръ, возникшій со времени Вернера, между нептунистами и вул-

канистами, принялъ ожесточенный характеръ. Многіе ученые, вполнѣ ясно понимая, что количество собраннаго матеріала еще крайне недостаточно для подобнаго спора, что еще многочисленныя памятники земли не нашли мѣста въ существующей классификаціи, пришли къ выводу, что только единственно путемъ изслѣдованія и разработкою классификаціи можно будетъ современемъ вырѣшить вопросъ о справедливости того или другаго воззрѣнія. Они отказались отъ солидарности со школами вулканистовъ и нептунистовъ и сосредоточили всю свою дѣятельность на добываніи новыхъ геологическихъ данныхъ. Этому обстоятельству оказало неопцнимую услугу возникновеніе ученыхъ геологическихъ обществъ, изъ которыхъ однимъ изъ первыхъ явилось Лондонское геологическое общество, возникшее въ 1807 году. Подъ его эгидою стали работать многіе англійскіе геологи, и работы Смита дали для нихъ обильный матеріалъ по вопросу о классификаціи геологическихъ образованій.

Надо замѣтить, что въ эти новѣйшія времена, также и въ другихъ странахъ, мало-по-малу, стала увеличиваться группа геологовъ-раціоналистовъ, вполнѣ ясно понимавшая, бесплодность возникшихъ между вулканистами и нептунистами преній. Дружными усиліями ученыхъ стали расширяться области геологическихъ изслѣдованій, стали обогащаться коллекціи обширнымъ запасомъ ископаемыхъ организмовъ. Одновременное изученіе какъ самихъ памятниковъ жизни земли и ихъ взаимныхъ отношеній, такъ и ископаемыхъ организмовъ, въ нихъ встрѣчающихся, дало возможность установить въ достаточныхъ подробностяхъ классификацію. Оставалось найти методъ, при помощи котораго можно было бы понять внутренній смыслъ геологическихъ памятниковъ и на основаніи котораго можно было бы чять прошлую исторію земли.

Такой методъ далъ извѣстный англійскій геологъ Чарльзъ Ляйэлль. Сочиненіе его „Principles of Geology“, появившееся первоначально нѣсколькими томами отъ 1830 до 1833 года, составляетъ новую эпоху въ исторіи геологическихъ знаній. Этотъ методъ можно назвать индуктивнымъ и основу его видѣть въ современныхъ геологическихъ явленіяхъ. Изученіе этихъ послѣднихъ и въ особенности результатовъ ихъ дѣятельности, а равно сравненіе болѣе древнихъ геологическихъ памятниковъ съ современными образованіями, даетъ ключъ къ разъясненію и самыхъ способовъ происхожденія этихъ послѣднихъ. Такое сравненіе показываетъ, что вся толща земли сложена такими образованіями, которыя по многочисленнымъ и разнообразнымъ признакамъ подходятъ къ современнымъ геологическимъ образованіямъ. Дѣятельность атмосферы на земной поверхности, воды—какъ механической или химической силы, вулканическихъ явленій и жизни организмовъ—все это даетъ возможность правильно толковать прошедшее нашей планеты и видѣть въ нихъ такихъ дѣятелей, которые со временъ глубокой древности жизни земли по тѣмъ же законамъ приготовляли образованія, вполнѣ аналогичныя современнымъ. Здѣсь, очевидно, невѣдомымъ силамъ нѣтъ мѣста, и такую постановкою метода изслѣдованія совершенно исключаются тѣ гипотезы, въ

основаніе которыхъ не положена строгая индукція изъ современныхъ геологическихъ явленій. Современный рельефъ суши и тѣ высочайшія горы, которыя на ней встрѣчаются, своеобразный наносъ съ громадными отщепенцами сѣверныхъ горныхъ породъ, покрывающій значительныя пространства Европы и Америки, все это произведеніе тѣхъ же геологическихъ дѣятелей, что и нынѣ на нашихъ глазахъ,—то совершаютъ свою работу медленно и постепенно, то напоминаютъ о себѣ страшными и опустошительными изверженіями или землетрясеніями. Отсюда легко вывести заключеніе, что современное состояніе земной поверхности не есть что-нибудь окончательное, но что и мы живемъ въ опредѣленную геологическую эпоху, которая должна будетъ постепенно смѣниться новою.

Если въ болѣе позднее время и являлись попытки, какъ въ воззрѣніи Гексли, расширить взглядъ Ляйэлла и показать, что покойное и мирное измѣненіе земной поверхности спорадически нарушалось болѣе крупными эволюціями, вызванными болѣе усиленною дѣятельностью одного изъ вышеуказанныхъ геологическихъ факторовъ, то это нисколько не нарушаетъ общаго положенія Ляйэлла о строгой индукціи, проводимой имъ какъ принципъ при объясненіи прошедшаго жизни земли. Такимъ принципомъ весьма легко объяснить и спорадическое усиленіе въ дѣятельности одного или нѣсколькихъ геологическихъ факторовъ.

Въ другомъ своемъ сочиненіи „Manual of Elementary Geology“, выпедшемъ впервые въ 1838 году подъ заглавіемъ „The Elements of Geology“, Ляйэллъ въ высшей степени успѣшно примѣняетъ свой методъ изслѣдованія къ древнимъ геологическимъ памятникамъ, освѣщая ихъ какъ древнія страницы жизни нашей планеты. Группировка геологическихъ памятниковъ, сдѣланная этимъ ученымъ, въ общемъ и по настоящее время осталась вѣрною и принимается большинствомъ ученыхъ, какъ дающая возможность болѣе просто и легко обнять челоуѣческую памятью громадный томъ геологической лѣтописи.

Впрочемъ и опытный путь изслѣдованія не остался чуждъ геологіи. Почти одновременно съ Ляйэллемъ германскій ученый Бишофъ показалъ, что путемъ лабораторныхъ занятій можно выяснитъ многіе изъ тѣхъ процессовъ, которые совершаются въ природѣ, и получить опредѣленные результаты, воиолнѣ схожіе съ природными. Въ особенности наука обязана этому ученому приложеніемъ опытнаго метода къ разъясненію химической дѣятельности воды на различныя горныя породы, а равно и разъясненіемъ многихъ вопросовъ объ ихъ образованіи. Нѣсколько позднѣе его, другой ученый—французъ Добрэ примѣнилъ къ изученію нѣкоторыхъ геологическихъ образованій физическіе опыты, показавъ возможность, комбинируя условія, получить искусственнымъ путемъ тѣ же результаты, которые и непосредственно наблюдаются въ природѣ.

Конецъ пятидесятихъ годовъ нынѣшняго столѣтія далъ въ руки геологовъ еще одинъ методъ, пролившій крайне значительный свѣтъ въ особенности на одинъ изъ отдѣловъ геологіи—петрографію, т.-е. науку о горныхъ породахъ. Этотъ методъ былъ предложенъ англичаниномъ

Сорби, который показалъ возможность примѣненія микроскопа къ изученію горныхъ породъ. Этотъ методъ въ рукахъ Фогельзанга, Циркеля, Розенбуша, Фукэ, Лазо и ряда другихъ далъ въ высшей степени блестящіе результаты. Онъ далъ возможность сдѣлать видимыми такія плотныя и компактыя горныя породы, какъ грюнштейны, траппы и другія, которыя, по недоступности ихъ невооруженному глазу, оставались неразлагаемыми, а потому и недоступными изслѣдованію. Микроскопъ разложилъ ихъ на составныя части и позволилъ выработать болѣе или менѣе практическую классификацію. Кромѣ того, онъ также далъ возможность и болѣе глубоко заглянуть въ горную породу: далъ нѣкоторый критерій для тѣхъ видоизмѣненій, которымъ подвергается горная порода, а также нѣкоторые факты для болѣе положительныхъ толкованій и о самомъ способѣ ея происхожденія.

Если до Ляйэля классификація геологическихъ памятниковъ содержала много пробѣловъ, то этому ученому, во многихъ случаяхъ, принадлежитъ восполненіе этихъ пробѣловъ новыми находками и введеніе въ науку крайне удачныхъ, выработанныхъ имъ, приемовъ. Последнее время геологическихъ изслѣдованій можетъ быть отмѣчено, какъ наиболѣе богатое разнообразными находками тѣхъ переходныхъ образованій, которыя болѣе или менѣе полно связываютъ между собою въ одно цѣлое разрозненные геологическіе памятники. Въ этомъ отношеніи крайне много сдѣлали альпійскіе геологи, выдвинувшіе нѣсколько такихъ переходныхъ памятниковъ. Впрочемъ, изъ вышесказаннаго еще не слѣдуетъ дѣлать выгода, что геологія въ настоящее время представляетъ цѣлый замкнутый томъ, не содержащій пробѣловъ. Напротивъ того, такіе пробѣлы, и иногда весьма существенные, наблюдаются еще и понынѣ въ томъ лѣтописи земли. Достаточно взглянуть на періодически издаваемую Марку всесвѣтную геологическую карту, чтобы видѣть, какія еще громадныя пространства суши остаются неизслѣдованными, а принимая во вниманіе, что и Европа не во всѣхъ своихъ частяхъ подверглась детальному изслѣдованію, можно надѣяться, что современемъ будутъ найдены и потерянные листки изъ обширнаго тома лѣтописи земли, которые дадутъ возможность представить еще болѣе широкую картину ея жизни и тѣхъ измѣненій, которымъ она подвергалась.

Этотъ бѣглый обзоръ того пути, которымъ вырабатывалась какъ сама наука, такъ и ея методъ, приводитъ къ опредѣленной программѣ, по которой должно быть производимо знакомство съ геологіею.

Такъ какъ ключемъ къ толкованію древнихъ образованій служатъ геологическія образованія, происходящія на нашихъ глазахъ, то изученіе ихъ и тѣхъ дѣятелей, которымъ они обязаны своимъ происхожденіемъ, и должно быть на первомъ планѣ. Такими дѣятелями являются: атмосфера, вода, явленія вулканическія и жизнедѣятельность организмовъ. Атмосфера можетъ вліять на земную поверхность своимъ составомъ, температурою и массою. Вода дѣйствуетъ на земную поверхность какъ въ жидкомъ, такъ и въ твердомъ состояніи, а потому ея дѣятельность и должно изучать съ двухъ вышеуказанныхъ точекъ зрѣнія. Кромѣ того,

вода то является дѣтелемъ разрушительнымъ, то созидательнымъ, а потому и эти двѣ точки зрѣнія должно имѣть въ виду при изученіи ея дѣятельности. Наконецъ, та же вода можетъ быть разсматриваема то какъ дѣтатель химическій, то какъ дѣтатель механической. Вулканическія явленія настоящаго времени выражаются нѣсколькими отдѣльными феноменами, изученіе которыхъ открываетъ многочисленныя стороны, въ высшей степени важныя для толкованія прошедшаго нашей планеты. Жизнедѣятельность организмовъ должна быть разсматриваема съ двухъ сторонъ: или какъ дѣятельность растительныхъ, или какъ дѣятельность животныхъ организмовъ.

Изученіе современныхъ геологическихъ явленій еще недостаточно для толкованія прошедшей жизни земли, а потому необходимо предварительно свести знакомство еще съ двумя отдѣлами геологіи. Одинъ изъ этихъ отдѣловъ знакомитъ съ тѣми твердыми массами, которыя образуютъ поверхность нашей планеты и которыя извѣстны подъ именемъ горныхъ породъ. Другой изъ отдѣловъ спеціально занимается разсмотрѣніемъ того фактическаго матеріала, который доставляютъ непосредственныя наблюденія надъ взаимными отношеніями горныхъ породъ между собою, надъ извѣстною зависимостью какъ между собою, такъ и отъ мѣстныхъ условій находимыхъ въ горныхъ породахъ окаменѣлостей. Разсмотрѣніе вышеупомянутыхъ вопросовъ должно быть въ тѣснѣйшей связи съ наблюденіями надъ современными образованіями и надъ современнымъ распредѣленіемъ организмовъ въ окружающей насъ природѣ.

Наконецъ, нѣкоторые ученые присоединяютъ еще въ видѣ отдѣла геологіи—палеонтологію, т.-е. науку объ ископаемыхъ организамахъ какъ растительнаго, такъ и животнаго царства. Такое присоединеніе, при современномъ состояніи нашихъ свѣдѣній, составляетъ, съ одной стороны, значительное бремя для курса геологіи, а съ другой стороны, въ видѣ систематики, палеонтологія еще тѣснѣе соприкасается съ зоологіей и ботаникою и въ настоящее время можетъ быть изучаема только при подробномъ и тщательномъ знакомствѣ съ двумя вышеуказанными отраслями человѣческихъ знаній. Какъ геологія есть дѣтище минералогіи, такъ палеонтологія есть дѣтище геологіи, и если безъ знанія палеонтологіи не возможно дальнѣйшее движеніе геологіи, то, съ другой стороны, спеціальное изученіе и усовершенствованіе палеонтологіи, по нашему мнѣнію, немислимо безъ основательнаго знанія современныхъ организмовъ какъ растительнаго, такъ и животнаго царства, а потому систематическое изученіе ископаемыхъ растений и животныхъ должно производиться въ строгой связи съ изученіемъ современныхъ организмовъ, т.-е. составить отдѣлы ботаники и зоологіи.

Только вооружившись вышеуказанными знаніями, можно приступить къ разбору древнихъ памятниковъ жизни земли, т.-е. къ тому ея отдѣлу, который извѣстенъ подъ именемъ исторической геологіи.

I.

СОВРЕМЕННЫЯ ГЕОЛОГИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ.

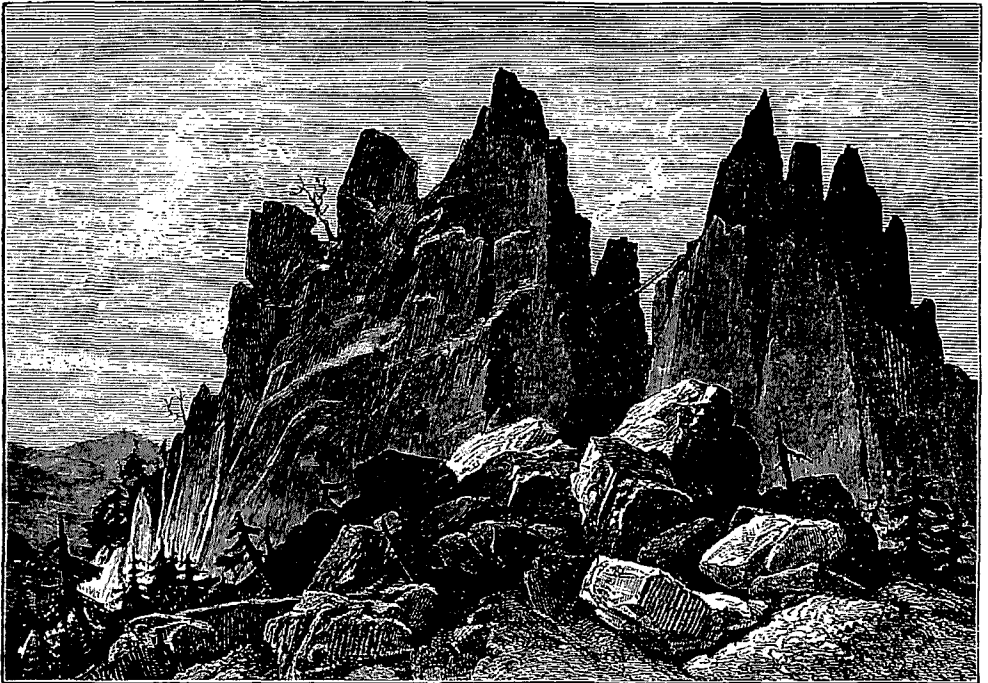
(ДИНАМИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ).

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДѢЯТЕЛЬНОСТЬ АТМОСФЕРЫ.

Атмосфера обнимаетъ собою всю поверхность земного шара непрерывною оболочкою. Эту оболочку нѣкоторые взмѣряютъ толщиною отъ 60 до 75 и даже до 160 километровъ, а по Шмидту, подъ вліяніемъ центробѣжной силы, она распредѣляется надъ землею неодинаково: у экватора достигаетъ толщины 58 кил., тогда какъ у полюсовъ всего 44 километра.

Прямое геологическое дѣйствіе атмосферы обнаруживается ея температурою, составомъ и массою. Дѣйствіе температуры атмосферы выражается разрушеніемъ горныхъ породъ; быстрые переходы отъ одной температуры къ другой, обусловленные притоками то болѣе холоднаго то болѣе теплаго воздуха, должны отразиться на развитыхъ въ данной мѣстности горныхъ породахъ; а это будетъ вліять, въ свою очередь, на сжатіе или расширеніе отдѣльныхъ минераловъ, составляющихъ горную породу и имѣющихъ различныя коэффициенты расширенія, результатомъ чего могутъ явиться трещины, а за ними и распаденіе породы на болѣе или менѣе мелкіе куски; сохранившіяся отъ разрушенія массы горныхъ породъ могутъ представить крайне разнообразныя наружныя очертанія (фиг. 1). Въ особенности сильно выражается это явленіе въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ господствуютъ продолжительные и сильныя морозы, а равно и въ высокыхъ областяхъ горныхъ странъ, гдѣ наблюдаются рѣзкія различія въ температурѣ дня и ночи. Въ нѣкоторыхъ наиболѣе возвышенныхъ мѣстахъ каменистой Сахары колебаніе температуры въ теченіе сутокъ иногда достигаетъ 45° Ц., а въ прикаспійскихъ степяхъ и до 50° Ц. Конечно, какъ въ первомъ, такъ и во второмъ случаѣ атмосферѣ оказываютъ помощь водяныя пары, всегда находящіяся въ воздухѣ и при пересыщеніи выпадающіе изъ него въ видѣ дождя.

Въ сѣверныхъ и гористыхъ странахъ часто находятъ въ скалистыхъ мѣстахъ значительныя области, покрытыя обломками горныхъ породъ. Такія образованія на Уралѣ, въ Сибири и на сѣверѣ Россіи носятъ названіе розсыпей ¹⁾. Эти розсыпи, составленныя изъ наваленныхъ другъ на друга угловатыхъ камней (фиг. 2), уже однимъ своимъ видомъ устраняютъ всякое другое объясненіе, въ особенности участіе текущей воды. Кромѣ того весьма часто здѣсь же можно найти и въ скалахъ ту горную породу, распаденіе которой на куски послужило къ образованію розсыпи.



Фиг. 1. Уральская сопка (въ Южномъ Уралѣ).

Кромѣ образованія розсыпей подъ вліяніемъ измѣненной температуры, нѣкоторыя горныя породы, способныя раскалываться на болѣе или менѣе тонкія пластинки, какъ большинство сланцевъ, даютъ въ мѣстностяхъ гористыхъ обломочный матеріалъ своимъ разрушеніемъ. Скопленіе такого пластинчатого матеріала, способнаго скользить внизъ по склонамъ долины, нерѣдко образуетъ собою обширныя осыпи (фиг. 3), которыя часто продолжаютъ почти незамѣтное движеніе, усиливающееся всякимъ постороннимъ предметомъ, случайно попавшимъ на такую осыпь. Съ этимъ, иногда трудно уловимымъ, движеніемъ осыпи нужно считаться въ особенности при искусственныхъ сооруженіяхъ: проведеніи тоннелей, прокладываніи

¹⁾ Такія розсыпи не надо смѣшивать съ тѣми розсыпями, которыя даютъ прилагательное „золотыя“ и которыя представляютъ въ большинствѣ случаевъ наносы, отложенныя водою.

желѣзныхъ и обыкновенныхъ дорогъ и т. п. Наибольше сильное образование осыпей, какъ можно было бы предполагать и теоретически, наблюдается въ сланцевыхъ горахъ и въ особенности вблизи переваловъ. Въ главномъ Кавказскомъ хребтѣ, въ особенности восточнѣе военно-грузинской дороги, гдѣ сланцы играютъ въ геологическомъ строеніи этого края видную роль, почти каждый подъемъ на перевалъ сопровождается нерѣдко громадными осыпями, переходъ чрезъ которыя требуетъ извѣстныхъ мѣръ предосторожности. Такимъ путемъ образуются на склонахъ многихъ горныхъ краяхъ значительныя скопленія разнообразной величины обломковъ горныхъ породъ, — скопленія, образующія иногда собою цѣлыя предгорія.

Геологическая дѣятельность атмосферы обнаруживается и ея составными частями, къ которымъ, какъ извѣстно, относятся кислородъ, азотъ, углекислота и водяные пары. Далѣе будетъ подробнѣе разсмотрѣна эта сторона дѣятельности атмосферы, теперь же слѣдуетъ замѣтить только,



Фиг. 2. Розсыпь на сѣверо-восточномъ склонѣ Иремеля въ южн. Уралѣ.
(Карпинскій и Чернышевъ).

что при помощи кислорода можетъ происходить окисленіе какъ многихъ самородныхъ металловъ, такъ и сѣрнистыхъ, мышьяковыхъ соединеній, солей закиси и другихъ. При помощи угольной кислоты можетъ происходить въ природѣ разложеніе нѣкоторыхъ солей, составляющихъ земную поверхность и т. д.

Наибольше ясно выражается дѣятельность атмосферы въ ея массѣ. Представляя собою мощную газообразную оболочку земли, атмосфера обнаруживаетъ какъ давленіе на земную поверхность, такъ, при помощи движенія, обуславливаетъ переносъ твердаго матеріала.

Первое выражается извѣстною высотой ртутнаго или водяного столба, т.-е. барометрическимъ давленіемъ. Извѣстны многія химическія реакціи, прямой результатъ которыхъ обусловленъ исключительно давленіемъ, которое можетъ измѣнять направленіе реакцій въ ту или другую сторону, а потому понятно, что нахожденіе надъ поверхностью земли мощнаго слоя атмосферы, а равно и присутствіе на первой какъ значительныхъ низинъ, такъ и значительныхъ возвышенностей, — все это вызываетъ

разность давленія, а съ нимъ и различіе въ химическихъ реакціяхъ. Кромѣ того, все живое, населяющее земную поверхность, приспособлено къ извѣстному климату и извѣстному давленію, а потому значеніе атмосферы съ этой стороны очевидно.

Масса атмосферы еще рельефнѣе выражаетъ свою геологическую дѣятельность—движеніемъ. Теплыя воздушныя ея теченія направляются отъ экватора къ полюсамъ, а холодныя въ обратную сторону; кромѣ того на поверхности земли наблюдаются самыя разнообразныя вѣтры,



Фиг. 3. Осыпь глинистаго сланца на р. Ассѣ (Кавказъ).

представляющіе наглядное доказательство движенія атмосферы. Такъ какъ на поверхности земли находятся какъ скопленія микроскопическихъ организмовъ, такъ и рыхлыя, мелкоизмельченныя водою и воздухомъ горныя породы, то движеніе атмосферы можетъ обусловить переносъ твердаго матеріала въ механически-взвѣшенномъ состояніи.

Переносъ вѣтромъ твердаго матеріала давно извѣстенъ. Для примѣра можно указать на такъ называемую метеорную пыль, которая, по изслѣдованіямъ Эренберга, состоитъ изъ микроскопическихъ частицъ, поднимаемыхъ и уносимыхъ вѣтромъ. Атлантическая пассатная пыль главнымъ образомъ состоитъ изъ остатковъ организмовъ: полигастровъ,

фитолитарій, растительной пыли и т. д. Гюмбель подраздѣляетъ пыль на двѣ категоріи: одну—мѣстнаго происхожденія (энтопическая), другую—принесенную издалека (экзотическая). Наконецъ, въ новѣйшее время доказано, что бактеріи, обуславливающія нѣкоторыя эпидемическія болѣзни, переносятся воздухомъ. Всѣ эти наблюденія относятся къ микроскопически-мелкимъ организмамъ, требующимъ для ихъ переноса сравнительно небольшой скорости движенія атмосферы, тогда какъ извѣстно, что воздухомъ переносятся и болѣе крупныя тѣла, видимыя и невооруженнымъ глазомъ.

Вулканы доставляютъ на дневную поверхность въ числѣ продуктовъ своей дѣятельности такъ называемый вулканической пепель; выбрасываніе пепла на значительную высоту въ атмосферу представляетъ явленіе довольно обыкновенное, и если массы такого пепла попадутъ въ верхніи воздушныя теченія, то онѣ могутъ быть переносимы на значительныя разстоянія. При вулканическихъ изверженіяхъ иногда можно наблюдать невооруженнымъ глазомъ цѣлыя тучи, черно окрашенные пепломъ и передвигающіяся по извѣстному направленію вѣтрами. Въ 1875 году на норвежскомъ берегу, а также въ Швеціи, выпало много такого матеріала, оказавшагося вулканическимъ пепломъ. Это выпаденіе совпало съ изверженіемъ одного изъ вулкановъ Исландіи, которая отстоитъ отъ Скандинавіи на 1180—1260 километровъ. При изверженіяхъ Этны вулканической ея пепель весьма часто выпадаетъ на калабрійскомъ берегу, т.-е. на разстояніи 80—90 километровъ, а иногда заносится и въ Африку. При нѣкоторыхъ изверженіяхъ Везувія вулканической пепель его выпадаетъ иногда въ Константинополь и въ сѣверной Африкѣ. Послѣ изверженія Кракатау, въ 1883 году, утреннія и вечернія зори въ Европѣ довольно долгое время были окрашены въ розовый цвѣтъ. Эту окраску объясняютъ массою носившагося въ воздухѣ, мелкаго вулканическаго пепла, поднятаго высоко (до 60 километровъ) въ атмосферу и отражающаго и преломляющаго свѣтъ.

Въ сухихъ и континентальныхъ мѣстностяхъ пыль, обусловленная разрушеніемъ горныхъ породъ, представляетъ значительное распространеніе. По показаніямъ Рихтгофена, въ сѣверномъ Китаѣ илетъ въ широкомъ масштабѣ переносъ вѣтромъ мелкой желтой пыли, результатомъ которой являются громадныя скопленія лёсса, мощностью до 450—600 метровъ съ долинами до 150 метровъ глубиню, доставляющія мѣстнымъ жителямъ превосходную почву. То же самое наблюдается и въ средней Азіи, гдѣ сильныя вѣтры поднимаютъ такія массы пыли, что даже воздухъ является окрашеннымъ въ особый желтовато-сѣрый цвѣтъ. Впрочемъ, иногда и вдали отъ материковъ, обладающихъ сухимъ климатомъ, можетъ выпадать лёссъ, очевидно, принесенный воздушными теченіями издалека. Такъ 6 марта 1888 г. въ Опшянскомъ уѣздѣ Виленской губеріи вмѣстѣ со снѣгомъ выпала атмосферная пыль, окрасившая его въ красноватый цвѣтъ и представившая по изслѣдованію полное сходство съ лёссомъ.

Вышеприведенныя данныя, однако, представляютъ факты, доказы-

вающіе только, что мелкоизмельченныя твердыя части земной поверхности могутъ, благодаря движенію воздуха, быть подняты въ атмосферу и перенесены въ механически-взвѣшенномъ состояніи. Но извѣстны факты перемѣщенія и болѣе крупнозернистаго матеріала, который по своей тяжести не можетъ быть поднять высоко въ воздухъ, а передвигается близъ самой поверхности земли или просто перекачивается по этой послѣдней. Такой матеріалъ представляетъ песокъ. Еще Геродоту было извѣстно это движеніе песковъ изъ экспедицій къ оазису Юпитера Аммона, чрезъ Сахару, причемъ часто находили себѣ гибель въ песчаныхъ штормахъ цѣлыя караваны. Это явленіе повторяется въ Сахарѣ и до сихъ поръ. Восточныя вѣтры Ливійской пустыни постоянно переносятъ песокъ въ западную часть Сахары. То же движеніе наблюдается въ широкомъ масштабѣ въ китайской пустынѣ Гоби.

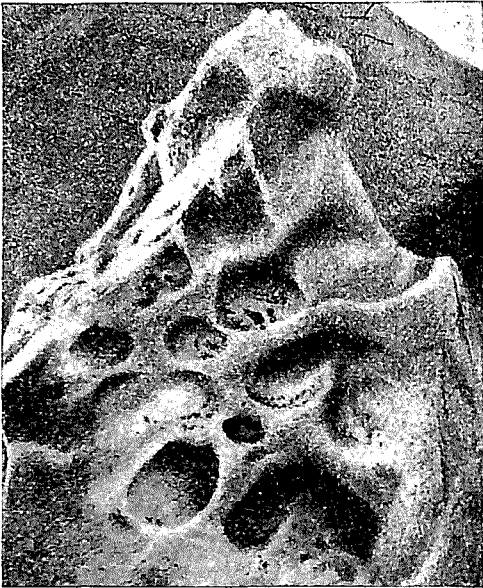
Приводимъ, въ видѣ таблицы, по Мону, скорость поступательнаго движенія вѣтра, давленія, при этомъ обнаруживаемаго, а равно и наблюденія Н. Соколова надъ поступательнымъ движеніемъ по землѣ твердаго матеріала въ зависимости отъ скорости и давленія вѣтра.

Обозначеніе вѣтра.	Скорость вѣтра въ метрахъ въ секунду.	Давленіе въ килограммахъ на квадратный метръ.	Величина діаметра зерна въ м.м. (Соколовъ).
1. Штиль.	0 — 0,5,	0 — 0,15	} песокъ не трогается.
2. Слабый.	0,5 — 4	0,15 — 1,87	
3. Умѣренный	4 — 7	1,87 — 5,96	слабое движеніе песчинокъ меньше 0,5 м.м. 0,5 — 1 м.м.
4. Свѣжій.	7 — 11	5,96 — 15,27	
5. Сильный.	11 — 17	15,27 — 34,35	1 — 2 м.м.
6. Буря.	17 — 28	34,35 — 95,4	2 — 4 м.м.

Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ этотъ переносъ до такой степени силенъ, что цѣлыя плоскогорья представляются какъ бы выметенными нарочью метлою, такъ что на нихъ не найти и песчинки. Такой примѣръ представляетъ плоскогорье Карста и Триеста, гдѣ сильный сѣверо-восточный вѣтеръ, постоянно обнаруживающій свое вліяніе, совершенно очищаетъ его отъ рыхлаго, мелкоизмельченнаго матеріала. На Піанодель-Лаго, на Этнѣ, Торре-дель-Филозофо давно былъ бы засыпанъ вулканическимъ пескомъ и пепломъ, еслибы не вѣтры, которые ихъ уносятъ; вслѣдствіе этого склоны вершины Этны состоятъ изъ обнаженныхъ скалъ коренной породы.

Нельзя не обратить вниманія и на то, что твердый матеріалъ, несомый вѣтромъ, при встрѣчѣ съ препятствіемъ долженъ обнаружить на это послѣднее извѣстное вліяніе, т.-е. произвести извѣстную работу. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ вѣтеръ несетъ много песку, ударяющаго постоянно въ стекла домовъ, сторона стекла, подверженная удару, весьма

скоро становится матовою. Въ последнее время стали пользоваться этою силою и искусственнымъ путемъ не только готовятъ изъ толстыхъ кусковъ стекла различные подѣлки, но и сверлятъ въ стеклянныхъ издѣліяхъ разнообразной величины отверстія. Конечно, и въ при-



Фиг. 4. Поверхность гранита, обработанная вѣтромъ съ пескомъ. Алтай (ф. Петцъ).



Фиг. 5. Форма вывѣтриванія песчаниковъ въ Джаманъ-Уркачѣ. Мугоджарскія горы (Венюковъ).

родѣ песокъ, ударяемый вѣтромъ о поверхность горной породы, долженъ оставить на ней извѣстный слѣдъ. Въ этомъ смыслѣ указываютъ на знаменитаго сфинкса у Гизеа въ Египтѣ, у котораго видны діагональ-



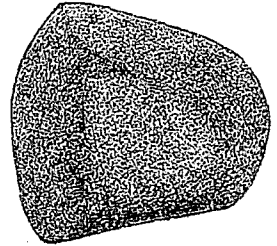
Фиг. 6. Формы вывѣтриванія гранита на берегу Кольванскаго озера. Алтай (ф. Петцъ).

ныя полосы, соответствующія тѣмъ мѣстамъ горной породы, которыя, вслѣдствіе содержанія солей желѣза, обладаютъ большею твердостью. На фиг. 4 представлено изображеніе съ фотографическаго снимка поверхности гранита, обработаннаго вѣтромъ и пескомъ. Такое же вліяніе

обработки вѣтрами надо признать и на глыбѣ песчаника (фиг. 5) изъ Мугоджарскихъ горъ. Этимъ же путемъ идетъ обработка и отдѣльныхъ скалъ, сохранившихся отъ разрушенія и которымъ дѣятельностью вѣтра и песка нерѣдко придана крайне своеобразная форма (фиг. '6).

Такую же обработку можно наблюдать на отдѣльныхъ камняхъ, обыкновенно не крупныхъ размѣровъ, встрѣчаемыхъ на поверхности песчаныхъ холмовъ и извѣстныхъ подъ именемъ трехгранниковъ или пирамидальныхъ камней (фиг. 7). Какъ показываетъ само названіе, верхняя сторона такихъ камней представляетъ три грани, пересѣкающіяся другъ съ другомъ въ довольно острыхъ ребрахъ.

Положеніе такихъ трехгранниковъ всегда определенное относительно господствующихъ вѣтровъ, т.-е. однимъ, наиболее острымъ, ребромъ такой камень обращенъ въ сторону господствующаго вѣтра. По всей вѣроятности, трехгранникъ служилъ препятствіемъ, въ которое господствующій вѣтеръ, несущій песокъ, ударялся и раздѣлялся на двѣ струи, обтекалъ камень и стачивалъ и вырвнивалъ прилегающія грани; это стачиваніе двухъ граней повело за собою образованіе какъ передняго, такъ и двухъ новыхъ реберъ, появившихся на рубежѣ между этими новыми гранями и заднею поверхностью камня, не подлежащею обработкѣ пескомъ. Съ подобною обработкою камни нынѣ указываются Натгорстомъ даже въ кембрійскихъ образованіяхъ.



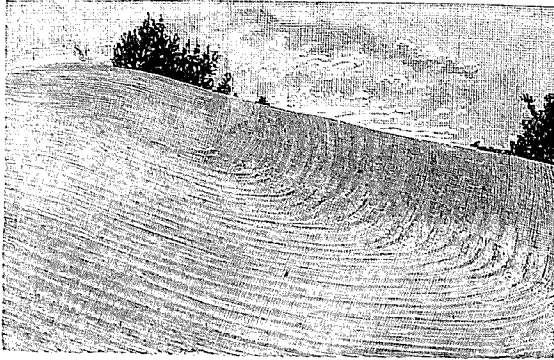
Фиг. 7. Трехгранникъ съ поверхности дюны.

Д ю н ы .

Результатъ передвиженія и скопленія атмосферою относительно болѣе крупнозернистаго матеріала выражается въ образованіи болѣе или менѣе удлиненныхъ, прямолинейныхъ или подковообразно-изогнутыхъ холмовъ или валовъ, извѣстныхъ подъ именемъ дюнъ. Дюны могутъ образоваться или въ бережьяхъ водныхъ бассейновъ, гдѣ можно различать дюны рѣчныя, озерныя, морскія, или въ открытыхъ песчаныхъ мѣстностяхъ, за которыми можно сохранить названіе дюнъ континентальныхъ.

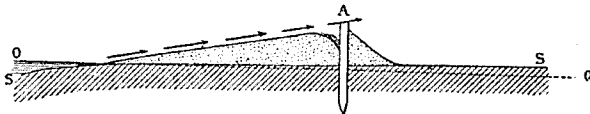
Образованіе дюнъ возможно въ томъ случаѣ, когда поверхность, покрытая сыпучимъ матеріаломъ, подвергается постояннымъ, дующимъ, въ определенномъ направленіи, вѣтрамъ. Представимъ морское побережье, на которомъ господствующимъ вѣтромъ является вѣтеръ со стороны моря; встрѣчая сухое песчаное побережье, вѣтеръ будетъ забирать мелкій матеріалъ, переносить и перекачивать его по направленію къ материку. Обыкновенно приносимый песокъ располагается на поверхности земли довольно своеобразными грядками ряби (ripple-marks—слѣды ряби англичанъ, фиг. 8), тянущимися довольно прихотливо и большею частью параллельно другъ другу. Такія грядки вполне сходны съ подобными же скопленіями рыхлаго матеріала на днѣ водныхъ бассейновъ, и Декандоль объясняетъ ихъ происхожденіе, какъ результатъ тренія движущагося

воздуха о поверхность сыпучаго песка. Если при этомъ движеніи будетъ встрѣчено пескомъ какое-либо, иногда крайне ничтожное, препятствіе, то онъ будетъ имъ задержанъ до тѣхъ поръ, пока совершенно его не закроетъ, а затѣмъ будетъ пересыпаться чрезъ него (фиг. 9). Такой переносъ, или перекатываніе, обусловливаетъ скопленіе твердаго матеріала



Фиг. 8. Грядки ряби (ripple-marks) на дюнахъ р. Нѣмана.

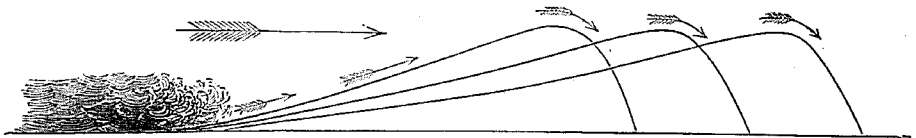
въ формѣ дюны, склонъ которой, обращенный въ сторону господствующаго вѣтра, явится болѣе пологимъ сравнительно съ тѣмъ, куда будутъ скатываться принесенныя твердыя частицы (фиг. 10). Обыкновенно пологій склонъ дюны имѣетъ уклонъ $5-13^\circ$, тогда какъ крутой никогда



Фиг. 9. Образованіе дюны.

oo—уровень моря. ss—поверхность земли.

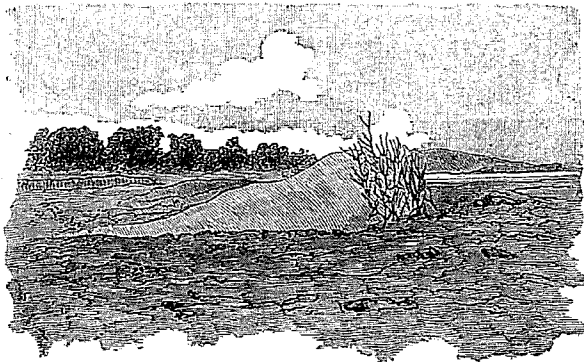
не превосходить 40° —т.-е. предѣльнаго угла для сухихъ сыпучихъ тѣлъ. Если движеніе идетъ постоянно въ одномъ и томъ же направленіи, то перекатывающіяся чрезъ дюну твердыя частицы будутъ постепенно удаляться отъ берега и слѣдовательно дюны будутъ передвигаться внутрь



Фиг. 10. Движеніе дюны внутрь материка.

материка. Величина дюнныхъ скопленій крайне разнообразна. Извѣстны дюны отъ трехъ и до 30, 40 и даже до 100 метровъ высоты (между мысомъ Боядоръ и Зеленымъ указываютъ дюны высотой отъ 120 до 180 метровъ). Если песокъ не встрѣчаетъ препятствій, то все скопленіе его на сушѣ представляется ровною песчаною поверхностью, покрытою только грядками ряби.

На многихъ плоскихъ морскихъ берегахъ возникаютъ дюны, иногда тянущіяся цѣлыми рядами другъ за другомъ и раздѣленные впадинами или болотами, а иногда и участками морской воды, отгороженными дюнами отъ моря. Такія дюны извѣстны по берегамъ Фрисландіи, Голландіи, въ южныхъ штатахъ Сѣверной Америки, по берегамъ Франціи, Англіи и въ другихъ мѣстностяхъ. Вторженіе ихъ внутрь материка представляетъ явленіе давно извѣстное, а равно извѣстны и тѣ результаты, которые производитъ это вторженіе — засыпаются малопродуктивнымъ матеріаломъ плодородныя мѣстности и отклоняются теченія рѣкъ, что и содѣйствуетъ перѣдко образованію озеръ. По юго-западному побережью Франціи, въ Ландахъ, гдѣ море ежегодно намываетъ около шести милліоновъ куб. метровъ песку, многочисленныя поля, лѣса и деревни исчезли подъ дюнами. Ближайшіе къ морю ряды ниже; ряды, выдающіеся далѣе



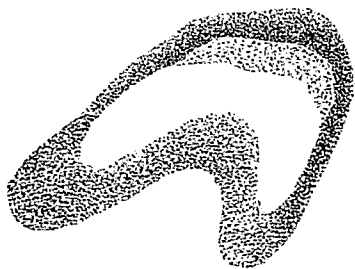
Фиг. 11. Начало образованія дюны около куста.

въ материкъ, выше и нѣкоторые изъ нихъ достигаютъ 73 метровъ высоты. Между устьями Адурѣ и Жиронды дюны занимаютъ пространство около 12000 кв. километровъ. Гонимыя западными вѣтрами, онѣ подвигаются впередъ со скоростью отъ 18 до 23 метровъ въ годъ и засыпаютъ лѣса и деревни. Гасконскія дюны подвигаются въ отдѣльности на 20—25 метровъ въ годъ, хотя для всей цѣпи ихъ ежегодную среднюю скорость надо принять не болѣе 1—2 метровъ. Въ Бретани дюны уже ушли отъ берега на разстояніи шести часовъ. Наиболѣе высокія дюны въ Европѣ находятся на берегахъ Голландіи, Франціи и Англіи. Въ Америкѣ самыя большія дюны, близъ мыса Санъ-Рокъ, имѣютъ до 42 метровъ высоты. Въ Балтійскомъ побережьи Пруссіи обширныя пространства, покрытыя лѣсами, погребены подъ дюнами; то же самое происходитъ у шлезвигскаго берега, гдѣ селеніе Рантумъ почти погребено подъ песками. По прусскому побережью ежегодно поступательное движеніе опредѣляютъ отъ 28 до 35 метровъ. На Фришъ-Нерунгѣ дюны имѣютъ поступательное движеніе отъ 5, 6 до 7 метровъ въ годъ, а весьма тщательныя наблюденія надъ дюнами Куришъ-Нерунга обнаруживаютъ цифровую величину въ 5—6 метровъ. Въ Англіи, по берегамъ Норфолка, дюны въ историческія времена, по Тейлору, засыпали многочисленныя

деревни и поля, такъ что выдающійся изъ дюны шпигъ церкви только одинъ свидѣтельствуесть, что здѣсь нѣкогда было заселенное мѣсто. Близъ Ливерпуля произведена была попытка вычислить, зная скорость поступательнаго движенія дюны, какое потребно было количество лѣтъ для перехода дюнъ отъ самаго побережья до современнаго ихъ положенія; это вычисленіе дало 2180 лѣтъ.

Уже давно Эли-де-Бомонъ предложилъ смотрѣть на дюны, какъ на хронометры материковъ; принимая первоначальное происхожденіе дюнъ на самомъ берегу моря и зная ихъ поступательное движеніе, по его мнѣнію, будто бы возможно вычислить древность материка. Здѣсь, впрочемъ, не принято во вниманіе нѣсколько обстоятельствъ, каковыми являются: размываніе берега во время поступательнаго движенія дюнъ, а равно и вліяніе на берегъ явленій поднятія и опусканія мѣстностей,—все это лишаетъ возможности звать ту исходную точку, отъ которой начала свое поступательное движеніе дюна.

Морскія дюны извѣстны въ европейской и азіатской Россіи. Въ побережьяхъ Балтійскаго моря онѣ весьма обыкновенны и извѣстны какъ прямо на открытомъ берегу, напр., у г. Ревеля, такъ и при устьяхъ рѣкъ, напр., р. Наровы. Изобилуютъ дюнами побережья Финскаго залива, гдѣ онѣ причиняютъ иногда значительныя опустошенія. Такой случай наблюдается, между прочимъ, въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ Петербургомъ — въ Сестрорѣцкѣ. Наступающія со стороны моря дюны засыпаютъ какъ самое селеніе, такъ и водяной резервуаръ, здѣсь находящійся и составляющій рабочую силу завода, а равно и сосѣдній лѣсъ. Нѣкоторые



Фиг. 12. Дюна на берегу Нарвскаго залива (Н. Соколовъ).

изъ домовъ селенія почти засыпаны; въ ближайшемъ лѣсу дюны засыпаютъ деревья, достигающія до 4,5 метровъ высоты. Этотъ случай движенія дюнъ въ Сестрорѣцкѣ любопытенъ еще въ томъ отношеніи, что указываетъ на примѣръ небрежнаго отношенія самого человѣка. Здѣсь нѣкогда были старыя дюны, уже поросшія лѣсомъ, но стали срубать этотъ послѣдній, обнажили прекратившую свое движеніе песчаную почву и она снова начала двигаться подъ вліяніемъ вѣтра, причиняя тотъ вредъ, о которомъ сказано выше.

Въ побережьяхъ водныхъ бассейновъ необходима борьба противъ образованія и поступательнаго движенія дюнъ, такъ какъ въ бѣльшей части случаевъ поступательное движеніе дюнъ обуславливаетъ постоянное засыпаніе плодородныхъ земель малоплодороднымъ матеріаломъ. Такаѧ борьба возможна двумя способами: во-первыхъ, надо помѣщать морю доставлять постоянно новый матеріалъ для питанія дюнъ, а во-вторыхъ, остановить ихъ поступательное движеніе. Въ первомъ отношеніи борьба можетъ вестись успѣшно дорогими подводными морскими сооружениями, возводимыми въ нѣкоторомъ разстояніи отъ берега. Такія сооружения должны на наступающую береговую волну, приносящую песокъ,

обнаружить парализующее вліяніе, такъ какъ ударяющая объ это сооруженіе береговая волна останавливается въ своемъ движеніи и теряетъ способность переносить песокъ, который будетъ отлагаться передъ этимъ сооруженіемъ и подъ водою. Противъ поступательнаго движенія дюнь внутри страны борьба возможна засадкою поверхности дюны растительностью, подъ вліяніемъ которой съ теченіемъ времени образуется растительный слой, защищающій песокъ дюны отъ соприкосновенія съ воздухомъ и въ этомъ отношеніи можно довольно успѣшно бороться съ наступающимъ движеніемъ дюнь, при помощи такъ называемой „передовой“ дюны. Для этихъ цѣлей у самаго берега устраиваютъ какія-либо преграды, которыми и вызывается образованіе новой дюны, а старыя засаживаются растительностью. Пруссія въ своемъ Балтійскомъ побережьи не щадитъ средствъ въ подобной борьбѣ съ поступательнымъ движеніемъ дюнь и достигла уже теперь во многихъ мѣстахъ весьма благоприятныхъ результатовъ.

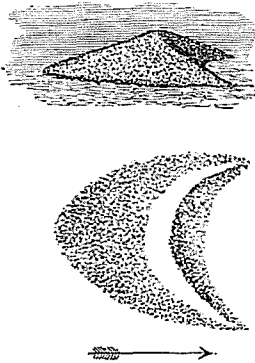
Дюны въ побережьяхъ озеръ также представляютъ явленіе весьма обыкновенное. Въ побережьяхъ нашихъ большихъ водоемовъ, какими являются Ладожское и Онежское озера, встрѣчаются довольно многочисленные тому примѣры. Южное побережье Ладожскаго озера во многихъ мѣстахъ занято полосой дюнь, иногда до двухъ километровъ шириною, и есть данныя, заставляющія предполагать, что въ нѣкоторыхъ мѣстахъ этого побережья уже наблюдалось движеніе песка еще во времена сношенія Новгорода съ Галзейскимъ союзомъ.

По берегамъ рѣкъ дюны могутъ образоваться тамъ, гдѣ рѣки ограничиваются пологими берегами, на которыхъ въ половодье онѣ оставляютъ принесенный ими песокъ. Здѣсь его скопленіе въ формѣ дюны продолжаетъ свое движеніе на ограниченномъ пространствѣ—до предѣловъ высокаго стараго берега. Кромѣ того, такія дюны и не могутъ достигать значительной высоты, потому что, подвергаясь въ большую воду постоянному размыванію, онѣ въ это время не только прекращаютъ свой ростъ, но часто почти совершенно разрушаются. Подобныя дюны извѣстны на многихъ рѣкахъ, и широкія рѣчныя долины русскихъ рѣкъ могутъ представить многочисленные тому примѣры. Рѣчныя дюны извѣстны на Волгѣ, Окѣ, С. Двинѣ, Нѣманѣ и др.

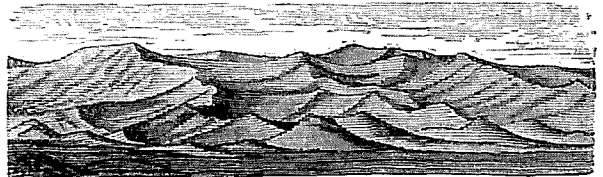
Скопленіе песчаныхъ отложений по берегамъ рѣкъ возможно не только вышеописанными способами, но и нѣсколько инымъ. Представимъ крутой берегъ, обращенный своимъ отвѣснымъ обрывомъ въ сторону господствующаго вѣтра; представимъ также, что въ ряду обнаженныхъ слоевъ, образующихъ этотъ берегъ, есть и слой песка. Вѣтеръ, ударяясь въ отвѣсный берегъ, отчасти парализуется, но еще все-таки обладаетъ извѣстною силою, чтобы выдувать и забирать съ собою вверхъ тонкія песчинки. Если поверхность берега ровная и не представляетъ никакихъ препятствій, то приносимый песокъ будетъ отлагаться довольно равномерно. Если же поверхность берега покрыта деревьями, то вѣтеръ, приносящій песокъ, встрѣчая въ деревьяхъ препятствіе, будетъ парализоваться, и вокругъ деревьевъ могутъ произойти скопленія песка въ формѣ холмовъ. Если съ теченіемъ времени обнаженный слой песка будетъ засыпанъ обваломъ, то съ этимъ вмѣстѣ прекратится и доставка матеріала. Насыпанный наверху холмъ покроется растительностью, засыпанное имъ дерево сгниетъ и въ концѣ-концовъ полу-

читя весьма правильный, конической формы, холмъ, покрытый растительностью и наполняющій тѣ глубокой древности искусственныя сооруженія чловѣка, которыя извѣстны подъ именемъ кургановъ. Вотъ почему такія природныя образованія можно назвать псевдо-курганами.

Континентальныя дюны могутъ образоваться тамъ, гдѣ на значительныхъ пространствахъ обнаженъ песокъ, и въ этомъ отношеніи Сахара можетъ служить весьма типичнымъ примѣромъ. Обширныя песчаныя пространства здѣсь совершенно открыты вѣтрамъ, которые и скопляютъ песокъ въ дюнные холмы, состоящіе изъ округленныхъ и какъ бы обточенныхъ песчинокъ въ среднемъ до миллиметра въ діаметрѣ. Холмы въ Сахарѣ обыкновенно 70 или 80 метровъ высоты, но иногда достигаютъ и 200 метровъ, образуя цѣпи длиною въ 70—80 километровъ. Ватоннъ, наблюденіями въ окрестностяхъ Хадамеса, въ Сахарѣ, показалъ, что континентальныя дюны не всегда образуются какъ результатъ переноса песка на большія разстоянія. Онѣ могутъ быть простымъ результатомъ выдуванія песка, въ продолжительный періодъ времени, изъ холмовъ, образованныхъ песчаниками. Весьма часто континентальныя дюны представляютъ подковообразную форму, причемъ (фиг. 13) наружная, болѣе по-



Фиг. 13. Барханъ и его планъ.



Фиг. 14. Холмы сыпучихъ песковъ съ южной стороны оазиса Са-чжеускаго въ центральной Азіи (Пржевальскій).

логая, сторона обращена въ сторону господствующаго вѣтра. Такая форма образованій въ восточныхъ степяхъ Россіи давно извѣстна подъ именемъ бархановъ. Нахожденіе морскихъ дюнъ, построенныхъ совершенно также, какъ барханы (фиг. 12), устраняетъ всякое другое объясненіе и даетъ возможность утверждать, что барханы суть также дюны. Эту мысль вполне подтверждаетъ и Пржевальскій своими описаніями нѣкоторыхъ степей центральной Азіи, представляющихъ обширныя пространства, иногда сплошь занятыя песками. Приложенный рисунокъ (фиг. 14) заимствованъ изъ путешествія вышеуказаннаго ученаго и изображаетъ часть пустыни, примыкающей съ южной стороны къ оазису Са-чжеу. Нѣкоторые изъ холмовъ этой пустыни представляютъ типичныя барханы, другіе—типичныя дюны.

Нѣкоторые ученые пытаются выдѣлить барханы въ особое образованіе, въ виду присутствія въ составѣ ихъ, кромѣ песка, еще тонкой и пѣжной лёссовоы пыли, кото-

рая въ избыткѣ носитя въ атмосферѣ сухихъ континентальныхъ странъ. Подраздѣленіе дюнь по минералогическому характеру, слагающаго ихъ матеріала, едва ли имѣетъ значеніе. Уже въ самомъ пескѣ дюнь различныхъ мѣстностей можно подмѣтить значительное разнообразіе. Есть, напр., материкъ, какъ южная оконечность Флориды, или цѣлыя острова, какъ Бермудскіе, сложенные сооруженіями коралловъ. Береговая волна, разбивая и измельчая коралловую постройку и выбрасывая на берегъ песокъ, уже исключительно состоящей изъ углекислой извести, даетъ матеріалъ для дюны. Изъ всего сказаннаго можно вывести заключеніе, что дюны и барханы суть совершенно однородныя образованія обусловленныя дѣятельностью атмосферы, и что дюна, какъ названіе наиболѣе извѣстное и должно быть удержано въ наукѣ.

Чтобы представить пространство нѣкоторыхъ песчаныхъ степей, заимствуемъ у Пржевальскаго цифровыя данныя. Нѣкоторыя изъ песчаныхъ степей Чжунгаріи занимаютъ не менѣе 15000 кв. километровъ, пески Кумъ-Таръ тянутся на протяженіи 250 километровъ. Между хребтомъ Алтынь-Тагъ и Тянь-Шанемъ сыпучіе пески тянутся на протяженіи 500 килом. Центральныя части Кызыль-Кумовъ и отчасти Кара-Кумовъ покрыты такими же сыпучими песками. Здѣсь подкововидные или серповидные холмы поднимаются надъ прилегающею мѣстностью на высоту отъ 6 то 9 метровъ, представляя довольно рѣзкое различіе между навѣтренною и подвѣтренною сторонами. По показаніямъ Сѣверцева, ему удалось наблюдать въ Кызыль-Кумахъ дюны, имѣвшія формы бархановъ и отдѣльных холмовъ, которыя при дальнѣйшемъ возрастаніи и движеніи теряли эти формы и, сливаясь по нѣскольку вмѣстѣ своими боками, образовывали длинныя гряды, перпендикулярныя направленію господствующаго вѣтра. Быстрота перемѣщенія бархановъ иногда достигаетъ до 20 метровъ въ сутки.

Подковообразную форму дюнь или бархановъ можно объяснить двояко. Представимъ движущуюся впередъ въ видѣ холма дюну и допустимъ, что при поступательномъ движеніи средняя часть ея встрѣтила бы какое-нибудь препятствіе; конечно, это послѣднее на среднюю часть дюны должно оказать задерживающее вліяніе, тогда какъ боковыя части холма будутъ продолжать движеніе и тѣмъ скорѣе, чѣмъ дальше отъ препятствія. Результатомъ такого уменьшенія поступательнаго движенія въ срединѣ дюны явится холмъ съ подковообразнымъ очертаніемъ въ планѣ. Кромѣ того объяснить такую подковообразную форму дюны можно еще и тѣмъ, что песокъ, скопляющійся на вершинѣ дюннаго холма, будетъ скатываться не только прямо по направленію вѣтра на кругой склонъ, но и въ стороны; въ результатъ и здѣсь получится подковообразная форма. Вліяніе препятствія, встрѣченнаго срединною частью дюны на ея форму, можно наблюдать даже въ обыкновенныхъ дюнахъ побережья рѣкъ, гдѣ сплошь и рядомъ дерево, встрѣчающееся на пути движенія дюны, заставляетъ эту послѣднюю изгибаться подковообразно, такъ что нѣкоторое время можно наблюдать внутри этой подковы стоящее дерево, основаніе котораго крайне ничтожно засыпано наступающимъ пескомъ.

Особенное значеніе дѣятельность атмосферы, какъ показали наблюденія Швейнфурга, Вальтера и другихъ, имѣетъ для замѣнутыхъ бас-

сейновъ (пустынь), не имѣющихъ стоковъ въ моря и океаны. Здѣсь, путемъ движенія массы атмосферы, которой во многихъ случаяхъ помогали сильныя ливни, сносящіе въ котловину продукты вывѣтриванія, образуются громадныя массы осадка, нивелирующаго мѣстность и представляющаго картину какъ бы недавняго высохшаго дна моря, котораго здѣсь не было.

Резюмируя геологическую дѣятельность атмосферы, надо придти къ заключенію, что въ общемъ атмосфера стремится понизить выдающіяся части земной поверхности: придать горамъ своеобразную форму, на ихъ склонахъ образовать росыпи и осыпи, въ низинахъ дать возможность скопляться дюннымъ пескамъ и различнымъ продуктамъ разложенія твердыхъ горныхъ породъ, а переносъ вѣтромъ разнообразныхъ рыхлыхъ продуктовъ можетъ доставить и въ водные бассейны довольно значительное количество осадка, которымъ могутъ быть восполнены неровности дна этихъ послѣднихъ. Признавая за геологическою дѣятельностью атмосферы понижающее вліяніе, дѣйствующее на выдающіеся участки земной поверхности, можно видѣть, что въ этомъ отношеніи она находитъ энергичнаго пособника въ другомъ геологическомъ дѣятелѣ—водѣ.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДѢЯТЕЛЬНОСТЬ ВОДЫ.

Вода въ жидкомъ состояніи.

Вода, выпадающая изъ атмосферы на земную поверхность, отчасти испаряется, отчасти проникаетъ въ почву, или стекаетъ по самой поверхности изъ мѣстъ возвышенныхъ въ мѣста низменныхъ, образуя текущія воды. Отсюда съ геологической стороны надо признать двойную роль въ дѣятельности воды. Съ одной стороны, вода, просачивающаяся въ землю, будетъ дѣйствовать какъ растворитель, т.-е. какъ дѣятель химической; съ другой стороны, обладающая извѣстною скоростью теченія, вода можетъ переносить твердыя части земной поверхности съ одного мѣста на другое, т.-е. является дѣятелемъ механическимъ.

Подземное движеніе воды.

Прониканіе воды въ горныя породы можно доказать непосредственнымъ опытомъ, скопленіемъ воды въ рудникахъ, такъ называемую почвенною водою и ключами или источниками.

Непосредственно можно убѣдиться въ томъ, что вода проникаетъ въ горныя породы, слѣдующимъ опытомъ: если взять кусокъ какой-ни-

будь горной породы, напр., гранита (состоящаго изъ кварца, слюды и полевого шпата) и положить его на нѣкоторое время въ воду, поддѣленную какою-нибудь кислотою (слабыя кислоты, какъ извѣстно, на составныя части гранита химически почти не дѣйствуютъ); затѣмъ, вынуть, расколоть его и пробовать на свѣжѣмъ изломѣ лакмусовой бумажкой, то окажется, что кислота проникла внутрь куска, и такимъ способомъ можемъ опредѣлить даже предѣлы прониканія въ глубь куска воды въ извѣстный промежутокъ времени. Исключеніе составляютъ мраморы, представляющіе плотную кристаллическую массу, и нѣкоторыя породы вулканическія, образованныя стекловатыми массами. Впрочемъ, и въ этихъ породахъ находится всегда трещины, представляющія очень удобный путь для проникновенія воды внутрь горной породы. Прониканіе воды, какъ непосредственно чрезъ горную породу, такъ и по трещинамъ, съ чрезвычайною наглядностью доказывается рудниками, гдѣ, почти при всякомъ правильномъ хозяйствѣ, необходимо устройство особыхъ водоотливныхъ машинъ для выкачиванія воды, стекающей въ изобилии какъ съ потолка, такъ и со стѣпъ рудника и мѣшающей работамъ.

Съ другой стороны, есть породы рыхлыя, не пропускающія воду, такова, напр., глина. Глина совершенно чистая почти совсѣмъ не пропускаетъ воды; такая глина поглощаетъ сама воду, вспучивается и, насытая водою, въ свою очередь, является водопроницаемою; но чистой глины въ природѣ почти не встрѣчается; она всегда бываетъ перемѣшана съ пескомъ, большее и меньшее количество котораго и обуславливаетъ большую или меньшую проницаемость глины водою. Способность глины, въ особенности уплотненной, слежавшейся, задерживать на своей поверхности проникающую сверху воду обуславливаетъ для глины и подобныхъ горныхъ породъ наименованіе водоупорныхъ. Такое качество обнаруживаютъ многія горныя породы, хотя степень задерживанія воды бываетъ весьма различна; такъ, напр., даже плотнослежавшійся мелкій песокъ можетъ на нѣкоторое время быть такимъ водоупорнымъ слоемъ. Въ противоположность породамъ водоупорнымъ, тѣмъ породамъ, которыя болѣе или менѣе легко пропускаютъ воду, даютъ названіе водопроницаемыхъ.

Глубокія подземныя работы всюду обнаружили присутствіе воды въ горныхъ породахъ и тамъ, гдѣ нѣтъ задерживающихъ воду горизонтовъ, эта вода держится на опредѣленной высотѣ исключительно подъ вліяніемъ гидростатическаго давленія. Таковую поверхность называютъ „гидростатическимъ уровнемъ“, который обыкновенно совпадаетъ съ уровнемъ моря или сосѣднихъ рѣкъ. Гидростатическій уровень можно опредѣлить какъ мѣсто, гдѣ гидростатическое давленіе равно нулю и ниже котораго не только всѣ породы, но и находящіяся въ нихъ полости наполнены водою. Выше этого уровня всѣ воды, пропитывающія горныя породы, подчинены уже довольно сложнымъ законамъ гидродинамики.

Выпадая изъ атмосферы, часть воды проникаетъ въ разрыхленные поверхностные слои земли. Быстрота прониканія обуславливается какъ, съ одной стороны, крутизной склона, на который выпала вода, такъ —

и самимъ характеромъ горныхъ породъ. Эта первая, проникающая въ почву вода, находимая колодцами или другими сооруже́ніями, извѣстна подъ именемъ почвенной или грунтовой воды. Глубина, на которой встрѣчаются почвенныя воды, для различныхъ мѣстностей различна, что конечно, находится въ зависимости отъ первыхъ слоевъ, задерживающихъ воду. Такъ въ Петербургѣ, на Васильевскомъ островѣ ее находятъ на глубинѣ отъ 0,3 до 1,2 метра, у Лиговки уже глубже—1,8 метра и т. д. Такъ какъ почвенная вода есть первый результатъ скопленія подъ дневною поверхностью воды, то и понятно, что въ мѣстахъ заселенныхъ, гдѣ поверхностные слои являются загрязненными, почвенныя воды точно также механически и химически загрязнены. Это обстоятельство обуславливаетъ вредъ, приносимый почвенною водою, и заставляетъ заботиться о пониженіи уровня почвенныхъ водъ, что достигается правильною и болѣе глубокою канализаціею для отвода нечистотъ. Въ заселенныхъ пунктахъ уже давно было обращено вниманіе на колебаніе уровня почвенныхъ водъ и доказано, что это колебаніе находится въ извѣстной связи съ эпидемическими болѣзнями той же мѣстности. Въ то же время наблюденія надъ этими колебаніями вполне ясно доказали, что почвенная вода находится въ прямой зависимости отъ атмосферныхъ осадковъ и отъ температуры воздуха: кривыя колебанія уровня почвенныхъ водъ вполне совпадаютъ съ кривыми осадковъ. Тѣмъ не менѣе, въ мѣстахъ, гдѣ нѣтъ густого населенія, почвенная вода вполне пригодна для питья, и значительная часть населенія земной поверхности употребляютъ такую воду. Есть даже города, какъ Лейпцигъ, которые собираютъ почвенную воду съ окрестныхъ полей и устраиваютъ на ней водоснабженіе.

Первые плотные или водоупорные слои, обуславливающіе уровень почвенныхъ водъ, хотя и задерживаютъ на нѣкоторое время воду, но все-таки эта послѣдняя, хотя медленно, проникаетъ черезъ нихъ. Встрѣчая на болѣе значительныхъ глубинахъ новый водоупорный слой, вода будетъ скопляться, течъ по наклону этого послѣдняго слоя и можетъ снова обнаружиться гдѣ-нибудь на поверхности земли въ формѣ ключа или источника. Это теченіе воды можетъ представляться довольно разнообразнымъ: то вода движется только въ видѣ отдѣльныхъ струй по водоносному слою, то въ видѣ настоящихъ подземныхъ ручейковъ, а иногда даже и въ видѣ подземной рѣчки, а потому и въ подземномъ дренажѣ должно усматривать, кромѣ химическаго, еще и механическое разрушеніе. Направленіе подземнаго движенія воды можетъ быть обусловлено весьма разнообразными обстоятельствами, къ числу которыхъ надо отнести: наклонъ и изогнутость водоносныхъ и водоупорныхъ слоевъ и вообще весьма разнообразное нарушеніе ихъ горизонтальнаго положенія, присутствіе въ породахъ трещинъ и пустотъ или полостей и т. д.

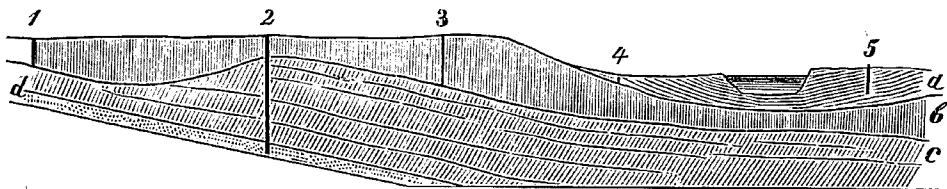
Извѣстно, что источники могутъ обнаруживаться не только на дневной поверхности, но также и на днѣ рѣкъ, озеръ и морей. Въ Средиземномъ морѣ замѣчательнъ источникъ Анавола, въ заливѣ Аргосъ. Здѣсь со дна залива бьетъ столбъ прѣсной воды до 15 метровъ въ діаметрѣ; сила его выхода настолько значительна, что на поверхности моря этотъ

ключъ обнаруживается въ видѣ невысокаго фонтана. Такіе же подводные источники извѣстны въ Тарентскомъ заливѣ, въ Санъ-Ремо, между Монако и Ментоною. Въ Индѣйскомъ океанѣ обильный ключъ прѣсной воды бьетъ среди моря въ разстояніи 200 километровъ отъ г. Читтагонга и въ 150 километрахъ отъ ближайшаго берега.

ПРОИСХОЖДЕНІЕ КЛЮЧЕЙ ИЛИ ИСТОЧНИКОВЪ.

Подъ именемъ ключей, источниковъ или родниковъ понимаютъ естественнымъ путемъ обнажающійся на дневную поверхность потокъ подземной воды; подъ именемъ колодца — искусственно обнаженный. Всѣ ключи то подраздѣляютъ по геологическому строенію мѣстности, гдѣ они обнажаются на дневную поверхность, и отличаютъ: нисходящія (переливающіеся, трещинные) и восходящія; то ихъ дѣлятъ, руководствуясь самымъ способомъ скопленія подземной воды, на слѣдующія категоріи:

γ **Источники, питающіеся водами рѣкъ.**—Примѣръ могутъ служить колодцы въ рѣчныхъ долинахъ, въ особенности въ Россіи, гдѣ рѣки большею частью протекаютъ по широкимъ рѣчнымъ долинамъ. Многочисленныя наблюденія надъ колебаніемъ уровня воды въ колодцахъ, находящимся въ прямой зависимости отъ высоты воды въ рѣкахъ, безспорно, доказываютъ тѣсную связь между источниками и рѣками. Такъ какъ



Фиг. 15. Схема колодцевъ г. Вѣны.

a — наносы р. Дуная, b — дилювиальные образования, c — третичныя (тегель), и d — водоносный слой. 1 и 3 — почвенная вода, 2 — колодезь на третичныхъ породахъ, 4 — смѣшанная почвенная вода и р. Дуная, 5 — рѣчная вода Дуная.

уровень воды въ такихъ колодцахъ можетъ повышаться и въ зависимости отъ повышенія уровня почвенныхъ водъ, то для окончательнаго рѣшенія вопроса надо дѣлать наблюденія надъ уровнемъ воды въ колодцахъ и въ рѣкахъ не послѣ выпаденія дождя въ данной мѣстности, а уловить моментъ, когда уровень воды въ рѣкахъ поднимается въ зависимости отъ выпаденія дождя въ верховьяхъ рѣки. Если въ это время наблюдается и повышеніе уровня воды въ колодцахъ, то можно прійти къ положительному заключенію о зависимости послѣдняго отъ сосѣдней рѣки. Въ большинствѣ случаевъ долины выстланы породами, для воды проницаемыми, напр., песками, по которымъ вода и проникаетъ настолько, насколько тянутся проницаемыя для нея породы, а слѣдовательно, горизонтъ воды въ рѣкахъ будетъ въ то же время и горизонтомъ воды въ колодцахъ.

Источники, происходящіе отъ сокрытія рѣкъ.— Вода, протекая по поверхности земли, можетъ встрѣтить на пути своего теченія трещину. Понятно, что направленіе теченія можетъ въ силу этого измѣниться. Низвергаясь въ трещину, вода дойдетъ до какой-нибудь водоупорной горной породы, лежащей ниже, и будетъ промывать себѣ путь по направленію ея склона. Отличнымъ примѣромъ могутъ служить источники Остзейскаго края и въ особенности источникъ Охтіасъ, на островѣ Эзелѣ. Почти вся поверхность Остзейскаго края образована известняками, покрытыми множествомъ трещинъ. Известняки эти покоятся на мощномъ слое очень чистой и, слѣдовательно, водоупорной глины. Около трехъ километровъ не доходя до моря, можно видѣть на островѣ Эзелѣ текуція воды ручья Охтіасъ, который потомъ исчезаетъ. Ручей, протекая по известнякамъ и встрѣчая трещину, проникаетъ въ эту послѣднюю и доходитъ до глины, которая при первомъ къ ней соприкосновеніи воды разбухаетъ, вспучивается, вымывается, и мало-по-малу образуется подземный ходъ, по которому и течетъ вода. На самомъ берегу моря воды Охтіасъ вновь выходятъ на дневную поверхность въ видѣ источника, именно въ томъ мѣстѣ, гдѣ пласты глины и известняковъ соприкасаются.

Въ Эстляндіи можно указать также на многочисленныя скрывающіяся источники. Хорошій примѣръ представляетъ рѣчка Эррасъ, притокъ р. Изенгофъ. До мысы Эррасъ эта рѣчка течетъ по поверхности, по ровному мѣсту, но у мысы въ берегахъ выступаетъ тонкослойный, трещиноватый силурійскій известнякъ; часть воды начинаетъ теряться подъ поверхностью известняка, хотя ложе все-таки можно еще прослѣдить; оно только въ половодье все покрывается водою. Въ сухое время на днѣ ложа въ известнякѣ замѣтно нѣсколько отверстій до 0,3 метра шириною. Еще дальше теряется и самое ложе, и только по ямамъ, лежащимъ на пути слѣдованія подземнаго ручья, обнаруживается его направленіе. Иногда и нынѣ еще образуются новыя ямы. Въ половодье изъ такихъ ямъ часто выступаетъ вода; р. Эррасъ въ послѣдній разъ показывается изъ отверстія при впаденіи въ р. Изенгофъ.

Такіе же примѣры представляютъ по Балтійскому побережью ручей Куйвоеги (близъ Нейенгофа), ручей Салмаеги (близъ Ниби) и т. д. Многочисленныя примѣры того же явленія наблюдаются въ Карингіи, гдѣ сокрытію рѣкъ способствуетъ присутствіе многочисленныхъ полостей или пустотъ въ горныхъ породахъ этой страны. Какъ любопытный примѣръ, можно привести Циркницкое озеро, имѣющее до 8 километровъ длины и около 4 ширины. Въ продолженіе лѣта, въ особенности въ сухое время, горизонтъ воды начинаетъ довольно быстро понижаться, и часто въ нѣсколько недѣль озеро совершенно иссякаетъ. Въ это время можно видѣть на днѣ его отверстія, въ которыя ушла вода. Эти отверстія обыкновенно ведутъ въ пещеры, лежація въ сосѣднихъ горахъ. Въ концѣ осени, въ особенности послѣ дождей, вода снова появляется изъ тѣхъ же природныхъ каналовъ, при помощи которыхъ лѣтомъ вытекала. Подобное озеро указываютъ и близъ Каменецъ-Подольска, гдѣ переменное стояніе воды обнимаетъ собою періоды въ пять, шесть лѣтъ и гдѣ столько же лѣтъ

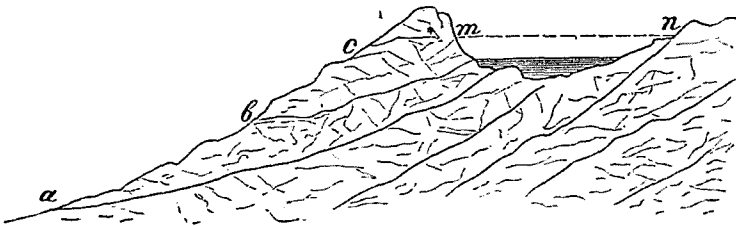
ложе озера остается сухимъ. Такимъ явленіямъ обыкновенно даютъ названіе „карстовыхъ“, заимствуя его отъ известняковаго нагорья Карста, сложеннаго главнымъ образомъ известняковыми (отчасти гипсоносными) породами. Вся эта мѣстность изрѣзана глубокими углубленіями, благодаря отчасти растворяющему, отчасти размывающему дѣйствию водъ. На породахъ здѣсь многочисленны карровыя поверхности (см. далѣе), провальныя ямы, а въ породахъ—пещеры. Въ пустоты породъ скрываются нерѣдко цѣлыя рѣки, текуція затѣмъ подъ землею или прямо въ море, или образуя озера. Такое названіе „карстовыхъ явленій“, распространяется и на всѣ подобнаго рода явленія другихъ странъ, причемъ въ Россіи они извѣстны въ восточной части Олонеккой губерніи, Архангельской, Вологодской и другихъ—въ области развитія известняковъ.

Потанинъ описываетъ любопытное сокрытіе рѣкъ въ гравіи и галечникѣ въ восточномъ Алтайѣ. Здѣсь рѣки (напр., рѣка Дзерге) выбѣгаютъ изъ узкихъ, гористыхъ долинъ и, передъ своимъ впаденіемъ въ озеро, образуютъ клинообразную широкую часть долины, высланную галечникомъ. Рѣка, выходя на эту клиновидную поверхность, разбивается на нѣсколько рукавовъ, въ которыхъ вода мало-по-малу теряется, и только близъ берега такого обыкновенно солоноватаго озера съ той стороны, откуда идетъ рѣка, выходятъ многочисленные, иногда бьющіе, ключи прѣсной воды; къ разряду такихъ ключей относятся многіе, наблюдаемые въ восточномъ Алтайѣ, какъ, напр., по берегу солоноватаго озера Холмуноръ; вообще для каравановъ, несмотря на солоноватость такихъ озеръ, выбивающіеся ключи даютъ возможность остановокъ.

Источники, питающіеся водою глетчеровъ.—Выше снѣговой линіи атмосферная вода выпадаетъ въ твердомъ видѣ, а такимъ ея состояніемъ, какъ увидимъ далѣе, обусловлено образованіе ледниковъ или глетчеровъ. Такъ какъ эти послѣдніе спускаются много ниже снѣговой линіи, то понятно, что они подвергаются таянію подъ вліяніемъ болѣе высокой температуры воздуха. Количество воды въ ледниковыхъ источникахъ находится въ строгой зависимости отъ температуры воздуха. Весной, когда таяніе ледника идетъ наиболѣе сильно, количество воды въ источникахъ наибольшее. Примѣръ тому видимъ въ Альпахъ, гдѣ особенно много такихъ источниковъ. Количество воды весною, а равно и при продолжительныхъ теплыхъ южныхъ вѣтрахъ, такъ велико, что производитъ значительные разливы рѣкъ, ими питающихся.

Горные источники.—Воду этихъ источниковъ ставили въ былое время въ непосредственную зависимость то отъ особенныхъ резервуаровъ, лежащихъ внутри земли и содержащихъ громадныя скопленія воды, то отъ возгона или дистилляціи, обусловленныхъ вулканизмомъ. Для нѣкоторыхъ, исключительныхъ случаевъ можетъ быть принято послѣднее объясненіе. Такъ, напр., Гумбольдтъ наблюдалъ скопленіе воды на вершинѣ Tenerifскаго пика, и это скопленіе обязано происхожденіемъ водяному пару, вырывающемуся изъ особаго отверстія, извѣстнаго подъ именемъ „ноздрей пика“ (narines del Pico). По изслѣдованіямъ Араго нигдѣ, по крайней мѣрѣ въ Альпахъ, не найдено на самыхъ высокихъ точкахъ горъ

источниковъ: они находятся всегда ниже и питаются на счетъ воды выше-лежащихъ водовмѣстителей или пространствъ, способныхъ собирать на нѣкоторой площади атмосферную воду. Такъ, Араго доказалъ, что источникъ Монть-Венто лежитъ на 180 метровъ ниже прилегающихъ высотъ, а наивысшій источникъ Монть-Мартъ на 14 метровъ ниже прилегающей вершины. Зависимость источниковъ отъ вышележащихъ водовмѣстителей, напр., отъ вышележащихъ озеръ, ясно доказывается колебаніемъ уровней источника и водовмѣстителя. Въ Альпахъ, напр., Даубенское озеро, находящееся на высотѣ около 2,000 метровъ, питаетъ многочисленныя источники; количество воды этихъ источниковъ находится въ зависимости отъ количества воды въ озерѣ. Вода можетъ проникать по трещинамъ, находящимся въ берегахъ и на днѣ озера, или по водопроницаемымъ пластамъ. Такъ какъ эти пласты иногда лежатъ не горизонтально, а наклонно, то становится понятнымъ, почему во время засухи наблюдается уменьшеніе количества воды. Въ самомъ дѣлѣ, представимъ (фиг. 16), что гора разбита многочисленными трещинами, идущими отъ озера къ



Фиг. 16. Схема источниковъ, питающихся водою вышележащихъ озеръ.

склонамъ горы. Понятно, что вода озера будетъ просачиваться по трещинамъ внизъ и обнаружится на склонахъ въ формѣ ключей или источниковъ. Если одна изъ трещинъ будетъ соединять источникъ съ водянымъ резервуаромъ гдѣ-нибудь близъ уровня этого послѣдняго (напр., источникъ b), то при пониженіи уровня воды въ озерѣ источникъ можетъ изсякнуть, при повышеніи же воды его дѣятельность опять возобновится. Такой источникъ будетъ дѣйствовать періодически.

Къ этой же категоріи горныхъ ключей можно, по механизму ихъ питанія, отнести ключи нѣкоторыхъ горныхъ странъ, питающіеся водою талыхъ снѣговъ, скопившихся зимою въ трещинахъ и провалахъ. Въ этомъ отношеніи представляютъ прекрасный примѣръ источники гористой части Крыма. Южная часть Крыма представляетъ страну, по которой тянутся Крымскія горы, поднимающіяся постепенно къ морю и образующія плоскогорье Яйлу, которое къ морю спускается крутымъ обрывомъ мѣстами на 1,400 метровъ высоты надъ уровнемъ Чернаго моря; за этимъ обрывомъ слѣдуетъ узкая полоса земли—южный берегъ Крыма. Во многихъ мѣстахъ обрыва открываются источники, вода которыхъ находится въ прямой зависимости отъ воды, выпадающей въ горахъ: если въ теченіе зимы выпало много атмосферныхъ осадковъ, то и запасъ воды въ источникахъ увеличивается. Постоянная температура

источниковъ колеблется отъ 5° до 14° Ц. и притомъ, чѣмъ дальше отъ Крымскихъ горъ выходитъ источникъ изъ обрыва, тѣмъ постоянная температура его выше, а чѣмъ точка выхода источника выше надъ уровнемъ моря, тѣмъ температура ниже. Кромѣ того, почти всѣ крымскіе источники отлагаютъ углекислую известь.

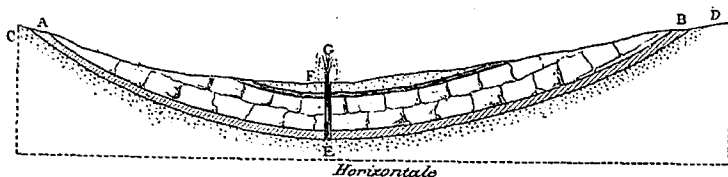
Всѣ эти факты объясняются геологическимъ строеніемъ Крымскихъ горъ. Крымскія горы въ своемъ основаніи слагаются изъ водоупорныхъ глинистыхъ сланцевъ, надъ которыми лежитъ мощная толща плотныхъ известняковъ, имѣющихъ массу вертикальныхъ трещинъ; эти известняки содержатъ множество пещеръ и покрыты на поверхности очень глубокими (до 30—40 метр.) воронкообразными углубленіями—результатомъ проваловъ. Въ трещины и провалы зимою набивается въ громадномъ количествѣ снѣгъ, который лѣтомъ стаиваетъ только до нѣкоторой глубины. Глубина эта и количество таящаго снѣга, конечно, зависятъ отъ температуры воздуха, что на самомъ дѣлѣ и замѣчается: количество воды въ источникахъ наибольшее въ іюлѣ и августѣ, въ самые жаркіе мѣсяцы. Зависимость постоянной температуры источника отъ мѣста его выхода также вполнѣ объясняется вышеупомянутымъ характеромъ питанія ихъ водою: чѣмъ ближе мѣсто выхода къ трещинѣ или провалу, т.-е. чѣмъ ближе къ мѣсту таянія льда, тѣмъ температура ниже. Отложеніе углекислой извести также находится въ зависимости отъ геологическаго строенія Крымскихъ горъ: вода, содержащая углекислоту, проходя по известняковымъ слоямъ, растворяетъ нѣкоторое количество углеизвестковой соли, а затѣмъ, выходя на дневную поверхность, выдѣляетъ углекислоту и снова освобождаетъ углекислую известь.

Восходящіе или бьющіе источники являются на дневную поверхность въ формѣ фонтана (грифона), который свидѣтельствуетъ, что вода находится здѣсь подъ сильнымъ давленіемъ. Условія для происхожденія восходящихъ ключей слѣдующія: необходимо котловинообразное изогнутіе горныхъ породъ, перемежаемость водоупорныхъ слоевъ съ водопроницаемыми и обнаженіе послѣднихъ въ крыльяхъ котловины.

Вода, выпадая изъ атмосферы, можетъ встрѣчать на дневной поверхности выходы котловинообразно-изогнутыхъ слоевъ. Она будетъ проникать въ тѣ изъ нихъ, которые пропускаютъ воду, и задерживаться на нѣкоторой глубинѣ слоями водоупорными, и такимъ способомъ можетъ произойти значительное скопленіе воды на поверхности водоупорныхъ слоевъ. Вода, собирающаяся въ вышележащихъ частяхъ пласта, будетъ, стекая, давить на воду, лежащую ниже, и если затѣмъ въ котловинѣ образуется трещина, идущая до слоя, содержащаго воду, то вода поднимется вверхъ и будетъ бить фонтаномъ на нѣкоторую высоту надъ землей (фиг. 17). Теоретически ясно, что чѣмъ больше будетъ отверстій или трещинъ, чѣмъ больше будетъ число фонтановъ, тѣмъ меньше будетъ ихъ сила и наоборотъ; это правило подвержено нѣкоторымъ колебаніямъ въ зависимости отъ мощности водоноснаго слоя и ширины отверстія или трещины.

Эти естественные фонтаны, или бьющіе и восходящіе ключи, пока-

зали возможность устройства искусственныхъ колодцевъ, основанныхъ на тѣхъ же принципахъ. Первые такіе колодцы стали бурить во Франціи въ 1126 г. въ Лиллерѣ въ провинціи Артуа, почему они и носятъ названіе артезіанскихъ колодцевъ. Впрочемъ, еще раньше такое буреніе было извѣстно древнимъ египтянамъ и китайцамъ, причѣмъ послѣдніе опускали буровыя скважины до глубины 900 метровъ. При помощи особаго снаряда (бура или долбня) бурятъ или долбятъ почву до тѣхъ



Фиг. 17. Схема артезіанскаго колодца.

AB—водоупорный слой. CD—водосодержащій слой. EF—артезіанскій колодезь.

перъ, пока не встрѣтятъ слой, содержащій воду; тогда изъ отверстія вода начинаетъ бить фонтаномъ, сила котораго зависитъ отъ давленія вышележащей массы воды. По мѣрѣ углубленія буровой скважины, въ нее вставляется обыкновенно составная трубка, чтобы предохранить воду отъ прониканія въ сосѣдніе слои и защитить скважину отъ обвала.

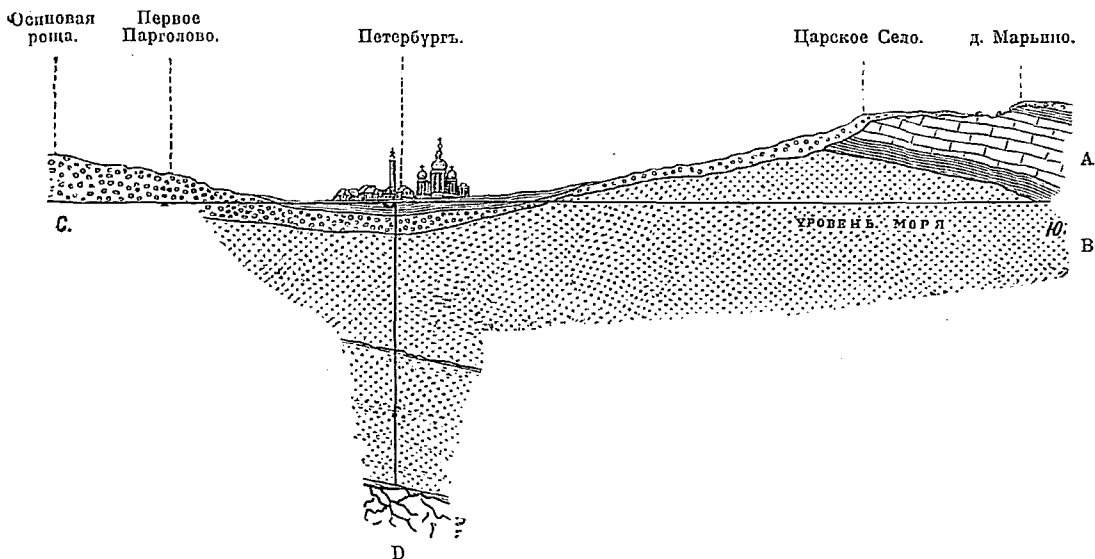
Гренельскій колодезь въ Парижѣ имѣетъ 547 метровъ глубины и доставляетъ ежедневно $3\frac{1}{2}$ милліона литровъ воды при 27° Ц. Струя въ этомъ послѣднемъ при его открытіи выбросила раковины *Helix* и *Planorbis*, что доказываетъ атмосферное происхожденіе воды, доставляемой колодцемъ. Вблизи г. Тура (во Франціи) буровая скважина опущена на глубину 126 метровъ; въ Бохумѣ, въ Вестфалии, до 43 метровъ, причѣмъ, при открытіи колодца, струя воды выбросила до 20 прѣсноводныхъ рыбъ. Въ Рюдерсдорфѣ, близъ Берлина, артезіанская вода обнаружилась на глубинѣ 268 метровъ съ температурою въ $23,5^{\circ}$ Ц.; въ Нейзальцверкѣ, въ Вестфалии, артезіанскій колодезь опущенъ на глубину 730 метровъ, въ Мендорфѣ, въ Люксембургѣ—626 метровъ, въ Колумбусѣ, въ Огайо—до 837 метровъ, въ Сенъ-Луи до глубины 1170 метровъ. Позднѣе открытъ артезіанскій колодезь въ Шперенбергѣ, близъ Берлина, опущенный до глубины 1250 метровъ и близъ Лейпцига въ Шладебахѣ въ 1700 метровъ.

Въ Европ. Россіи также есть артезіанскіе колодцы, но нельзя сказать, чтобы имъ особенно посчастливилось. Это послѣднее обстоятельство обусловлено какъ отчасти недостаточнымъ предварительнымъ опредѣленіемъ условій полученія для данной мѣстности артезіанскихъ водъ, такъ и слишкомъ быстрымъ составленіемъ геологическихъ схемъ. Для примѣра можно указать на глубокую буровую скважину въ Айбарахъ, въ Крыму, опущенную на глубину 706 метровъ, гдѣ воды не нашли, и на скважину г. Москвы, опущенную на глубину около 316 метровъ, гдѣ вода остановилась, не доходя поверхности земли около 12 метровъ.

Буровая скважина, заложенная почти на самомъ берегу моря, есть въ г. Ревелѣ. Всѣ слои обнажающіеся на этомъ берегу, имѣютъ слабый склонъ на югъ, поэтому выборъ мѣста для буренія былъ затруднителенъ, такъ какъ можно было предполагать встрѣтить здѣсь воду Финскаго залива; однако съ глубины около 90 мет-

ровъ получена хорошая прѣсная вода. Объяснить это возможно или тѣмъ, что водоносный слой проходитъ подѣ дномъ Финскаго залива и доставляетъ воду, собираемую имъ въ Финляндіи, или тѣмъ, что вышележащія трещиноватые известняки непосредственно даютъ стокъ водѣ съ площади, лежащей южнѣе.

Въ Петербургѣ тоже есть буровыя скважины, изъ которыхъ первая по времени открытія находится во дворѣ экспедиціи заготовленія государственныхъ кредитныхъ бумагъ. Эта скважина можетъ служить хорошимъ примѣромъ наклоннаго положенія слоевъ, обуславливающихъ положеніе ключа. Петербургъ лежитъ въ долинѣ р. Невы (см. фиг. 18), имѣющей мѣстами около 40 километровъ въ ширину. Эта долина съ сѣвера ограничена Парголовскими, а съ юга—Царскосельскими высотами. Подѣ наноснымъ слоемъ долины лежитъ слой синей глины съ прослоями песчаника. Царскосельскія высоты образованы горными породами, относимыми геологами къ силурійской системѣ.



Фиг. 18. Схема артезианскаго колодца г. Петербурга.

А—породы силурійской системы, В—синяя глина (кембріійская система), С—нижніе водоносные слои и D—сѣрый гнейсъ.

Буреніемъ подѣ г. Петербургомъ обваружено три водосодержащихъ слоя. Первый водосодержащій слой былъ встрѣченъ на глубинѣ 26,8 метра, на границѣ встрѣчи наносныхъ слоевъ со слоемъ синей глины. Вода содержала 11,4 минеральныхъ веществъ на 10,000 ч. воды, т.-е. значительно болѣе невской воды (0,3 ч.). Второй водосодержащій слой былъ найденъ на глубинѣ 118 метровъ, въ мѣстѣ встрѣчи слоя синей глины съ прослоемъ песчаника, и въ водѣ этого слоя уже содержалось 22,3 ч. минеральныхъ веществъ на 10,000 ч. воды, но воды было больше, чѣмъ въ первомъ слое; наконецъ, на глубинѣ 157,5 метра, въ третьемъ слое, также на границѣ встрѣчи синей глины съ песчаникомъ, вода содержала 39,4 ч. минеральныхъ веществъ на 10,000 ч. Вода выходила на дневную поверхность съ значительною силою и имѣла температуру 11,2° Ц. Такъ какъ она для питья оказалась негодною, то, за незначительной долей, идущей въ употребленіе въ экспедиціи, большая часть ея спускается въ рѣчку Таракановку. Общая глубина этого артезианскаго колодца равна 200 метрамъ. Пунктъ, на которомъ остановились при буреніи артезианскаго колодца Петербурга, долгое время вызывалъ сомнѣнія. По мнѣнію нѣкоторыхъ, на этомъ пунктѣ найдено коренное мѣсторожденіе гранита, по другимъ—это простой гранитный валунъ. Только недавно этотъ вопросъ былъ рѣшенъ окончателью буровою скважиною на

Калининскомъ пивоваренномъ заводѣ, гдѣ алмазнымъ буреніемъ добытъ былъ цилиндръ горной породы, оказавшейся сѣрымъ гнейсомъ съ граватомъ. Тотчасъ по вырытіи такихъ колодцевъ вода была фонтаномъ, но въ настоящее время, въ силу ихъ многочисленности ея надо выкачивать. Между минеральными веществами въ водѣ петербургскаго артезіанскаго колодца преобладающее процентное содержаніе приходится на NaCl (въ нижнемъ слоѣ 80%, въ верхнемъ 20%); въ водѣ нижняго слоя найдены также соли іода и брома. Въ настоящее время, благодаря значительному удешевленію работы артезіанскихъ колодцевъ, въ Петербургѣ есть нѣсколько десятковъ новыхъ, устроенныхъ съ цѣлю снабженія водой бань, фабрикъ, извозчичьихъ дворовъ и т. п.

Особенный интересъ представили въ послѣднее время изысканія питьевой воды для города С.-Петербурга на Царскосельскихъ высотахъ. Здѣсь предполагалось пробить неглубокія буровыя скважины, чтобы дойти до толщи песковъ и песчаниковъ, лежащихъ на синей глинѣ, и добыть оттуда воду. Буровыя скважины, заложенныя въ бассейнѣ р. Пудости, дѣйствительно обнаружили воду въ вышеупомянутыхъ пескахъ и песчаникахъ, но въ недостаточномъ количествѣ. Но тѣ же буровыя скважины нашли запасъ артезіанской воды въ вышележащихъ известнякахъ, въ ихъ верхнихъ, сильно раздробленныхъ нѣкогда бывшимъ ледникомъ, горизонтахъ (такіе раздробленные известняки извѣстны въ Остзейскомъ краѣ подъ именемъ „рихка“). Здѣсь нахожденіе бьющихъ ключей обусловлено, главнымъ образомъ, тѣмъ, что эти раздробленные горизонты известняковъ покрыты довольно толстымъ глинистымъ ледниковымъ наносомъ; въ то же время эти раздробленные известняки мѣстами обнажены отъ наноса на юго-западъ отъ изученной мѣстности, въ сторону Ямбурга, Везенберга и т. д. Атмосферная вода, выпадающая въ послѣднихъ мѣстахъ, легко проникаетъ въ обильныя трещинами известнякъ и стекаетъ въ мѣста болѣе низменныя, по направленію къ Царскосельской грядѣ, гдѣ и скрывается подъ глинистымъ наносомъ и гдѣ, слѣдовательно, она будетъ находиться подъ давленіемъ, что и обуславливаетъ возможность ея добычи буреніемъ.

Если артезіанскіе колодцы требуютъ котловинныхъ изогнутій горныхъ породъ или наклоннаго ихъ положенія и слоистаго строенія, то спрашивается, можно ли въ породахъ компактныхъ, лишенныхъ слоистости, встрѣтить артезіанскую воду? Этотъ вопросъ былъ рѣшенъ вполне удовлетворительно въ Шотландіи, горныя породы которой большею частію являются массивными. Англійскіе геологи, произведя подробныя изслѣдованія, рѣшили этотъ вопросъ на основаніи положенія трещинъ, находящихся въ этихъ породахъ; трещины шотландскаго гранита частью вертикальны, частью горизонтальны, а потому вода можетъ, проникая въ вертикальныя трещины, собираться въ горизонтальныхъ. На этомъ основаніи устроены артезіанскіе колодцы въ гранитахъ въ Шотландіи, гдѣ нашли артезіанскую воду на глубинѣ около 54 метровъ; точно также въ гранитѣ Вильдбада, въ Вюртембергѣ, найдена была вода на глубинѣ 21 метра.

Устройство искусственныхъ буровыхъ скважинъ въ настоящее время имѣетъ широкое примѣненіе не только для добычи прѣсной воды, но и для увеличенія количества водъ минеральныхъ, съ цѣлю перехватить на большихъ глубинахъ рассолы большей крѣпости и тѣмъ предохранить ихъ отъ смѣшенія съ прѣсной водой, проникающей сверху. Въ особенности значительно примѣненіе артезіанскаго буренія для добычи петролеума.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ХОЛОДНЫЕ И ТЕМПЛЫЕ КЛЮЧИ.

Въ строгомъ смыслѣ слова, нѣтъ въ природѣ ключевыхъ водъ, которыя не содержали бы въ растворѣ какихъ бы то ни было примѣсей, къ числу которыхъ относятся разнообразныя газы, различныя минеральныя соли и органическія соединенія. Количество раствореннаго въ водѣ матеріала крайне варьируетъ; такъ, въ ключевыхъ водахъ Пломбіера и Гаштейна на литръ воды минеральныхъ веществъ — всего 0,3 грм., въ ключахъ Барежа — 0,11 грм., въ Белльвилѣ у Парижа — 2,52 грм. и т. д.; даже въ дождевой водѣ иногда находили до 0,11 грм. растворенныхъ минеральныхъ веществъ, заимствованныхъ изъ пыли, носящейся въ воздухѣ.

Изслѣдованіе осадковъ, образованныхъ минеральными ключами, показало, что многія вещества, считавшіяся прежде нерастворимыми, способны, при извѣстныхъ условіяхъ, растворяться, а слѣдовательно, переноситься водой на болѣе или менѣе далекое разстояніе. Особенную точность изслѣдованія этого рода получили со времени примѣненія къ нимъ спектральнаго анализа, дающаго возможность открывать въ осадкахъ, отлагающихся въ мѣстахъ выходовъ ключей, присутствіе минимальныхъ количествъ веществъ. Слѣдовательно, здѣсь получается возможность слѣдить за тѣми измѣненіями, которыя происходятъ въ горныхъ породахъ подъ вліяніемъ циркулирующей чрезъ нихъ воды, т.-е. здѣсь приходится сталкиваться съ вопросомъ о минеральной жизни горныхъ породъ, съ вопросомъ весьма важнымъ въ геологіи.

Точныя химическія анализы какъ воды разнообразныхъ ключей, такъ и осадковъ, изъ нихъ образующихся, обнаружили присутствіе въ водѣ, въ растворенномъ видѣ, нижеслѣдующихъ элементовъ: кислородъ весьма обыкновененъ; водородъ въ свободномъ состояніи обнаруженъ въ продуктахъ изверженія гейзеровъ; азотъ найденъ какъ въ свободномъ состояніи въ водѣ многихъ ключей, такъ и въ видѣ соединенія—амміака, котораго особенно много въ водахъ городскихъ колодезевъ. Сѣра найдена то свободною, то въ соединеніи съ органическими веществами, то въ видѣ сѣророда или сѣрнистыхъ соединеній, то, наконецъ, въ видѣ сѣрной кислоты; эта послѣдняя иногда встрѣчается свободно, но чаще въ соединеніяхъ съ основаніями. Свободная сѣрная кислота, долгое время въ видѣ одногидратной была извѣстна въ ключахъ Кордильеровъ, изъ которыхъ нѣкоторые доставляли ея 47000 килограммовъ въ годъ; но позднѣе сдѣлалось извѣстнымъ, что и многія другія вулканическія области доставляютъ свободную сѣрную кислоту (Мексика, Ява и др.). Селенъ также обнаруженъ въ водѣ нѣкоторыхъ ключей. Хлоръ найденъ какъ въ видѣ свободной хлористоводородной кислоты, такъ и разнообразныхъ хлористыхъ соединеній; хлористоводородная кислота обнаружена въ ключахъ Кордильеровъ (однимъ изъ ключей ежегодно доставляется до 15 милліоновъ килограммовъ). Бромъ извѣстенъ въ видѣ соединеній съ натріемъ и магніемъ; іодъ въ соединеніи съ натріемъ (въ водѣ Адельгейда, въ Баваріи, до 0,02 грм. на литръ воды). Фторъ найденъ въ ключахъ Карлсбада, Пломбіера и др. Фосфоръ въ видѣ фосфорнокислыхъ соединеній натра, извести, глинозема и двойныхъ соединеній съ амміакомъ и магнезіею встрѣчается въ небольшомъ количествѣ (артезіанская вода Лондона на литръ содержитъ 0,77 грам. фосфорнокислыхъ соединеній извести и желѣза). Мышьякъ въ соединеніи съ желѣзомъ

обнаруженъ въ водѣ источника Перриеръ (0,0068 грм. на литръ), Шуси (0,0064 грм.). Боръ извѣстенъ въ видѣ борной кислоты и борнокислаго натра въ водѣ теплыхъ ключей Тосканы (воды Альбюль у Тиволи, близъ Рима, доставляютъ ежегодно около 14000 килограммовъ борной кислоты). Кремній встрѣченъ въ видѣ кремневой кислоты во многихъ теплыхъ и холодныхъ ключахъ (въ гейзерѣ Тетарата Новой Зеландіи на литръ—0,60 грм. кремневой кислоты, въ большомъ гейзерѣ Исландіи—0,51 грм.); онъ также часто встрѣчается въ видѣ соединеній кремневой кислоты съ основаніями или въ видѣ силикатовъ. Углеродъ обнаруженъ въ видѣ углекислоты и углеводородовъ: углекислота то является свободною, то полусвязанною, то связанною съ основаніями: углесоли весьма распространены въ водѣ, источниковъ. Сравнительно рѣже воды ключей содержатъ жидкіе углеводороды. Калий извѣстенъ въ видѣ хлористыхъ, сѣрнокислыхъ и углекислыхъ соединеній. Натрій весьма обыкновененъ въ водѣ многихъ ключей въ соединеніи съ хлоромъ, сѣрюю, сѣрною, угольною и борною кислотами. Литій найденъ въ малыхъ количествахъ въ водѣ Карлсбада и др. Рубидій и цезій обнаружены въ водѣ нѣкоторыхъ ключей (Крейцпахъ, Виши, Бурбонъ, Карлсбадъ и др.). Таллій найденъ въ парахъ вулкановъ. Барій встрѣченъ во многихъ ключахъ въ видѣ кислыхъ углесолей и хлористыхъ соединеній; то же нужно сказать и о стронціѣ. Кальцій весьма распространенъ въ видѣ хлористыхъ, сѣрнокислыхъ, сѣрнистыхъ и углекислыхъ соединеній, а также въ видѣ кремнекислыхъ солей. Магній встрѣченъ въ видѣ углесолей, сѣрносоей, хлористыхъ и сѣрнистыхъ соединеній во многихъ водахъ источниковъ. Аллюминій встрѣчается какъ въ видѣ квасцовъ (воды ключей С. Нектеръ, Пуццуоли и др.), такъ и въ видѣ силикатныхъ соединеній (Пломбьеръ). Желѣзо найдено въ видѣ закиси въ соединеніи съ углекислотою или сѣрною кислотою. Кобальтъ встрѣченъ въ желѣзистыхъ ключахъ (Ореза въ Корсики и Гранъ-Гриль въ Виши), Никкель обнаруженъ въ ключѣ Роннеби (Швеція). Хромъ найденъ въ водѣ Карлсбада. Ванадій открытъ въ водѣ Боклетти (Баварія) и въ Штакельбергѣ (Швейцарія). Цинкъ найденъ въ водѣ Зильберберга у Воденмайса и особенно въ водѣ нѣкоторыхъ рудниковъ въ видѣ угле- и кремневыхъ солей. Сурьма встрѣчена въ водѣ Киссингена. Олово обнаружено въ весьма малыхъ количествахъ въ источникахъ Мондорфа, Киссингена, Висбадена и др. Титанъ найденъ въ водѣ Швальбаха; церій и бериллій—въ водѣ рудниковъ Рио-Тинто. Мѣдь найдена въ сельтерской водѣ Эмса, Теплица и др., но въ очень малыхъ количествахъ (на литръ отъ 0,0000044 до 0,0000037 грм.). Свинецъ также въ очень малыхъ дозахъ найденъ (отъ 0,00000016 до 0,0000007 грм.). въ водѣ Виши, Эмса и др. Висмѹтъ въ видѣ слѣдовъ обнаруженъ въ водахъ Дрибурга, Либенштейна и др. Ртуть обнаружена во многихъ ключахъ Пиренеевъ. Серебро найдено въ ключахъ Роннебурга и Либенштейна. Золото обнаружено въ водѣ Люеша, Готля, Гисгюбеля и др. Молибденъ, уранъ, танталъ, иттрий и цирконій найдены въ видѣ слѣдовъ въ водѣ нѣкоторыхъ ключей.

Большей растворимости минеральныхъ веществъ въ водѣ ключей способствуетъ болѣе высокая температура ихъ и особенно присутствіе въ водѣ кислотъ, которыя дѣйствуютъ на породы чисто химически. Вообще, между минеральными ключами различаютъ: холодные и теплые ключи, или термы. Среди холодныхъ различаютъ: нормальные ключи и гипотермы; у первыхъ температура соответствуетъ средней годовой температурѣ мѣста, у вторыхъ—она ниже. Среди теплыхъ источниковъ точно также отличаютъ мѣстные теплые источники, или термы, и абсолютные. У первыхъ температура немного выше средней годовой данной мѣстности, у вторыхъ—не менѣе 30° Ц. Объяснить болѣе высокую температуру мѣстныхъ теплыхъ источниковъ иногда возможно путемъ тѣхъ химическихъ реакцій, при которыхъ развивается достаточный запасъ тепла для поднятія температуры воды выше средней годовой тем-

пературы данной мѣстности, какъ, на примѣръ, при процессахъ окисленія сѣрнаго колчедана и т. д. Высокая температура абсолютныхъ термъ находитъ себѣ легкое объясненіе въ ихъ географическомъ распредѣленіи по земной поверхности. Абсолютныя термы встрѣчаются въ странахъ вулканическихъ, или такихъ, въ которыхъ еще сохранились слѣды нѣкогда бывшей вулканической дѣятельности. Въ Италіи, вблизи вулкановъ, часто вырываются изъ земли струи водяного пара, называемыя стаффами. Если какой-нибудь источникъ протекаетъ въ землѣ вблизи подобной струи, то воды его могутъ нагрѣваться этими парами въ различной степени, что, конечно, обусловливается какъ количествомъ и быстротой теченія обыкновеннаго источника, такъ количествомъ и температурою водяного пара, имъ встрѣчаемаго. Вотъ почему понятно, что въ природѣ вода встрѣчается въ теплыхъ ключахъ съ крайне разнообразной температурой, иногда даже, какъ въ гейзерахъ Исландіи, въ перегрѣтомъ состояніи.

Для примѣра теплыхъ ключей укажемъ на Гаштейнъ, гдѣ температура отъ 36° до 40° Ц., Карлсбадскіе, имѣющіе 75° Ц., Баденъ-Баденскіе — отъ 44° до 68° Ц., Висбаденскій въ 70° Ц., Пломбьерскіе ключи отъ 67° до 68° Ц., Малкянскіе горячіе ключи въ Восточной Сибири, на полуостровѣ Камчаткѣ, имѣютъ температуру отъ $70,6^{\circ}$ до $87,5^{\circ}$ Ц., Терскіе источники въ Закавказьѣ около 49° Ц., Рохмановскіе источники Томской губерніи отъ $31,5^{\circ}$ до 43° Ц., Арашанъ Булакъ въ Сыръ-Дарьинской области— 37° Ц., Джалабадъ-Аганскіе въ Туркестанѣ отъ 35° до 40° Ц. и т. д.

Классификація минеральныхъ ключей представляетъ весьма значительныя затрудненія, обусловенныя какъ, съ одной стороны, нѣкоторою долею произвола при выводѣ изъ анализовъ извѣстныхъ комбинацій элементовъ между собою, такъ, съ другой стороны, и тѣмъ, что во многихъ случаяхъ ключи, содержащіе различныя соединенія, до своего появленія на поверхность земли, смѣшиваются между собою.

Въ настоящее время можно принять слѣдующую классификацію болѣе чистыхъ минеральныхъ водъ: 1) хлористыя (натра, извести и магнезій), 2) хлористо-водородныя, 3) сѣро-водородныя, 4) сѣрнокислыя (натра, извести, магнезій, глинозема, желѣза и смѣшанныя), 5) углекислыя (натра, извести, желѣза и смѣшанныя) и 6) силикатныя. Разсмотримъ нѣкоторые изъ наиболѣе распространенныхъ и важныхъ типовъ минеральныхъ источниковъ.

Известковые ключи или **влючи жесткой воды**.—Углекислая известь въ чистой водѣ почти нерастворима, но она легко растворяется въ водѣ, содержащей угольную кислоту, потому что при этомъ случаѣ образуется кислая углекислая известь, которая хорошо растворяется въ водѣ. Какимъ же способомъ въ воду, проникающую въ горныя породы, можетъ попасть угольная кислота? Дождевая вода, проходя, при своемъ выпаденіи на землю, чрезъ слои атмосферы, извлекаетъ изъ низшихъ слоевъ ея угольную кислоту, что доказано анализами воздуха до и послѣ выпаденія дождя. Затѣмъ, дождевая вода, просачиваясь сквозь верхній растительный слой земли, содержащій гниющія вещества, которыя, какъ

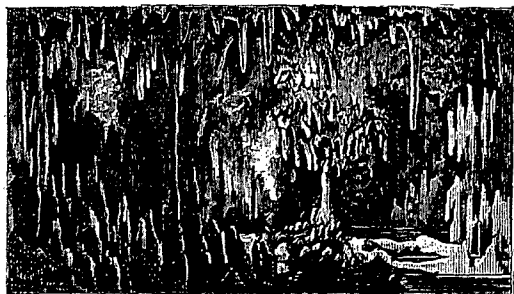
извѣстно, выдѣляютъ большое количество углекислаго газа, естественно, и здѣсь будетъ сильно подкисляться угольною кислотою.

Такая подкисленная вода, выходя изъ растительнаго слоя и встрѣчая известнякъ, будетъ заимствовать изъ него известъ, переводя нерастворимую среднюю углекислую известъ въ легко растворимую кислую. Такъ какъ известковыхъ породъ много и находятся онѣ почти всюду



Фиг. 19. Различныя фазы (а, в и с) нарастанія изъ капель водяного раствора сталактитовъ подъ Троицкимъ мостомъ въ Петербургѣ (Чураковъ).

въ различныхъ геологическихъ образованіяхъ въ болѣе или менѣе мощныхъ отложеніяхъ, то и содержащихъ углекислую известъ ключей должно быть громадное количество. Дѣйствительно, во многихъ мѣстахъ можно найти такіе ключи, извѣстные въ общезнати подъ именемъ ключей съ жесткою водою. Въ сѣверной и средней Россіи, именно въ полосѣ развитія каменноугольныхъ образованій, находится громадное количество



Фиг. 20. Сталактитовая пещера.

жесткихъ известковыхъ холодныхъ ключей: подъ растительнымъ слоемъ залегаютъ наносы и известняки, а подъ ними пески и песчаники, по которымъ известковая вода и вытекаетъ наружу. Известковые ключи, въ значительной мѣрѣ содержащіе кислую углекислую известъ, при выходѣ на дневную поверхность, выдѣляютъ углекислоту и отлагаютъ углекислую известъ или въ видѣ туфа, или, въ полостяхъ и пустотахъ, въ видѣ сталактитовъ и сталагмитовъ, каковыя напр., извѣстны во многихъ пещерахъ. Эти послѣднія отложенія происходятъ въ томъ случаѣ,

когда вода минеральнаго ключа просачивается по каплямъ въ пещеру въ верхней ея части. На мѣстѣ просачиванія будетъ происходить выдѣленіе части угольной кислоты и образованіе осадка углекислой извести, постепенно нарастающаго (фиг. 19 и 20). Въ нижней части пещеры, на полу ея, изъ капель, падающихъ сверху, также образуется осадокъ, нарастающій вверхъ. Верхній и нижній осадки, постепенно нарастая, часто соеди-



Фиг. 21. Водопадъ Ксеръ-нцо, «Золотыя озера», въ Китаѣ (Потанинь).

няются въ одно цѣлое, образуя подобіе колоннъ. Въ русской геологической литературѣ для такихъ образований принято названіе капельниковъ, тогда какъ въ иностранной литературѣ наименованіе сталактита даютъ натеchnой массѣ, опускающейся сверху, а наименованіе



Фиг. 22. Видъ части того-же водопада сбоку.

сталагмита—массѣ, поднимающейся вверхъ. Отлагающійся на дневной поверхности осадокъ ключей извѣстенъ подъ именемъ известковаго туфа. Известковый туфъ представляетъ пористую массу; поры его неправильны и расположены въ безпорядкѣ.

Въ Россіи находятъя ломки туфа, напр., около Гатчины, близъ деревень: Пудость, Вяхтелево, Лалицы и др. Въ этой мѣстности находилось прежде озеро, въ которое впадали известковые ключи, отложившіе постепенно довольно мощный слой туфа. Этимъ туфомъ снабжается Петербургъ, гдѣ онъ идетъ на различныя украшенія. Можно еще указать на отложенія туфа вдалеко отъ Петергофа, у дер. Гостилицы, гдѣ сей-

часть же подъ уступомъ, образованнымъ силурійскимъ известнякомъ, тянется вдоль берега Финскаго залива долина, занятая туфомъ, который выдѣлился изъ ручейковъ, вытекающихъ изъ-подъ уступа силурійскаго известняка. Слѣдовательно, и тамъ, гдѣ источники обнажаются и бѣгутъ въ видѣ ручейковъ — замѣчается постепенное отложение туфа, а потому и обдѣніе воды углекислою известью.

Интересное отложение известковаго туфа описываетъ Потанинъ въ своемъ путешествіи къ Китай. Въ провинціи Сы-Чуанъ находится мѣстность, известная подъ названіемъ Ксерь-нцо, «Золотыя озера», представляющая долину, расположенную у подножья снѣговыхъ горъ. Воды текущей по долинѣ рѣки до такой степени насыщены углекислою известью, что известковый туфъ отлагается на днѣ рѣки и образуетъ постель. Кромѣ воды текущей по срединѣ долины, другая часть воды течетъ по бокамъ долины, образуя здѣсь оригинальную картину, въ родѣ ряда шлюзовъ или озеръ (фиг. 21 и фиг. 22); каждое озеро отгорожено снизу тонкою отвѣсною стѣнкой или плотинной въ $1\frac{1}{2}$ метра высотой, подъ которой лежатъ другое такое же озеро. Вода верхняго озера переливается черезъ стѣнку въ нижнее, изъ него еще ниже, и т. д. Изъ подобныхъ озеръ образуется цѣлая лѣстница, залитая водою. Нѣкоторыя озера имѣютъ до 25 метровъ въ поперечникѣ, другія величиной съ обыкновенную ванну. Снизу долины съ одного пункта можно насчитать иногда до 15 ступеней или каскадовъ. Въ этой мѣстности, очевидно, водамъ, богатымъ углекислою известью, пришлось при движеніи внизъ по долинѣ встрѣтить крутое ложе, по которому, и образовался рядъ водопадовъ. Падающія воды, ударяясь о дно ложа, выдѣляли полусвязанную углекислоту, и углекислая известь отлагалась, образуя рядъ бассейновъ. Такое образование идетъ здѣсь и по настоящее время.

Гораздо энергичнѣе происходитъ отложение углеизвестковаго осадка изъ теплыхъ источниковъ въ странахъ вулканическихъ или бывшихъ нѣкогда таковыми, что вполнѣ понятно, такъ какъ однимъ изъ довольно постоянныхъ продуктовъ изверженія вулкановъ является углекислота, которая можетъ встрѣтить гдѣ-нибудь на глубинахъ, а слѣдовательно, подъ нѣкоторымъ давленіемъ, воду обыкновеннаго ключа и раствориться въ ней въ весьма разнообразныхъ количествахъ. Такими теплыми источниками наиболѣе богата Италія, гдѣ замѣчательный примѣръ энергичнаго отложения углекислой извести представляютъ бани Санъ-Филиппо въ Тосканѣ, построенныя около теплаго известковаго ключа. Въ теченіе четырехъ мѣсяцевъ ключъ этотъ способенъ отложить слой около одного фута толщиною. Съ холма, на которомъ построены бани Санъ-Филиппо, спускается громадная масса известковаго осадка, которая тянется въ длину на милю съ четвертью, въ ширину имѣетъ около трети мили, а толщина ея достигаетъ 85 метровъ. Эта мощная толща показываетъ, какіе долгіе періоды продолжали дѣйствовать въ этой мѣстности минеральные источники. Въ Кампаніи, между Римомъ и Тиволи, находится озеро Сольфатара, въ которомъ выдѣленіе угольной кислоты происходитъ чрезвычайно энергично. Гумфри Деви, наблюдавшій это явленіе, говоритъ, что вода этого озера кажется какъ-бы кипящею; понятно, что и отложение углекислаго известковаго осадка тоже должно быть, соотвѣтственно выдѣленію угольной кислоты, чрезвычайно энергично. Дѣйствительно, случайно попавшія въ воды озера постороннія тѣла необыкновенно быстро покрываются корою изъ углекислой извести. Осадокъ изъ теплыхъ растворовъ нѣсколько отличается отъ туфа: онъ представляетъ слоистое строеніе, плотнѣе туфа, кристалличнѣе, пористъ, и поры его

расположены параллельно другъ другу. Этотъ осадокъ называется итальянцами травертино; названіе это перешло и въ науку. Травертино хорошо полируется и употребляется какъ строительный матеріалъ; многіе дома въ Римѣ и даже соборъ Св. Петра выстроены изъ травертино, громадныя ломки котораго находятся въ окрестностяхъ Рима и свидѣтельствуютъ, что здѣсь нѣкогда былъ громадный запасъ теплыхъ известковыхъ ключей.

Известковые ключи, хотя наиболѣе часто встрѣчаются въ областяхъ, изобилующихъ известняками, вытекаютъ также изъ всевозможныхъ другихъ горныхъ породъ. Въ центральной Франціи, въ Оверни, ключи, обильно насыщенные углекислою известью, поднимаются черезъ гранитъ и гнейсъ. Высокая ихъ температура указываетъ на нѣкогда дѣйствовавшіе здѣсь вулканы. Одинъ изъ этихъ ключей, выходящій у Клермонъ-Феррана, своею накипью образовалъ высокій валъ изъ травертино въ 73 метра длины, около 5 метровъ высоты и 3,6 метра ширины.

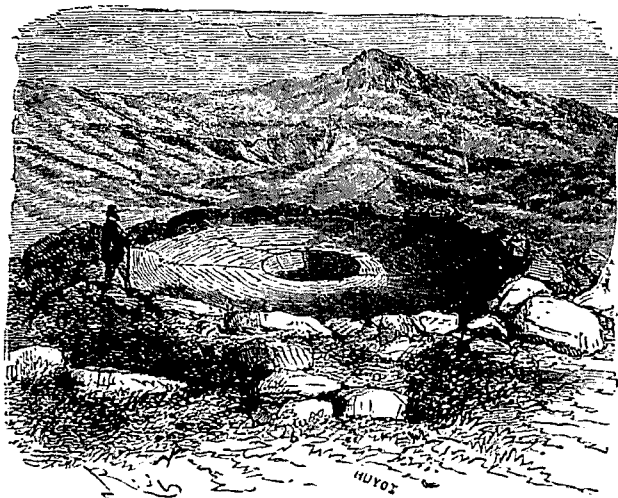
Въ Карлсбадѣ, въ Сѣверной Богеміи, находится большой запасъ отложившейся углекислой извести (изъ Карлсбадскаго Шпруделя). Отъ значительнаго выдѣленія углекислоты, а равно и отъ сравнительно высокой температуры (75° Ц.), вода кажется даже кипящею. Постоянное ея движеніе обуславливаетъ отложеніе углекислой извести въ видѣ болѣе или менѣе крупныхъ округленныхъ зеренъ, иногда связанныхъ между собою известковымъ цементомъ; такому образованію даютъ названіе гороховаго камня. Вода этого источника заключаетъ такъ много углекислой извести, что достаточно погрузить въ нее какое-нибудь твердое тѣло, какъ сейчасъ же оно начинаетъ покрываться корою отлагающейся углекислой извести. Этимъ и пользуются мѣстные жители, погружая въ источникъ букеты живыхъ цвѣтовъ и другіе предметы.

Кремнеземные ключи характеризуются содержаніемъ въ растворѣ кремневой кислоты или кремнезема. Одна часть кремневой кислоты растворяется только въ 10,000 частяхъ холодной воды, но съ увеличеніемъ температуры растворимость кремнезема въ водѣ увеличивается, слѣдовательно, наиболѣе богатыми кремнеземомъ будутъ горячіе ключи, хотя и изъ холодныхъ ключей также выдѣляется кремнеземъ, наприм., въ рудникахъ, опущенныхъ въ такія породы, какъ граниты и гнейсы, на деревянныхъ подпоркахъ отлагается осадокъ, состоящій изъ кремневой кислоты. Въ старыхъ рудникахъ Саксоніи на поверхности деревянныхъ стѣнокъ рудниковъ можно наблюдать осадокъ кремнезема.

Наиболѣе богаты кремнеземомъ теплые источники въ странахъ вулканическихъ—чему особенно поразительнымъ примѣромъ служатъ гейзеры Гаукадала въ Исландіи. У подножія Барнафела находятся невысокіе холмы весьма правильной конической формы. Главному холму дано названіе Большаго Гейзера. Если подняться на такой холмъ, высота котораго отъ 7 до 9 метровъ при діаметрѣ въ 60 метровъ, на вершинѣ его найдемъ воронкообразное отверстіе, отъ 1 до 2 метровъ глубиною и около 17 метровъ въ поперечникѣ (фиг. 23). Весь конусъ образованъ уплотненнымъ осадкомъ водной окиси кремнія, въ формѣ опала (гейзе-

рять). Форхгаммеръ, Клапротъ и Керстенъ анализировали этотъ осадокъ, причемъ оказалось, что онъ состоитъ почти изъ чистаго кремнезема (отъ 98% — 84%). Нѣкоторое различіе въ анализахъ объясняется очень просто. Дѣло въ томъ, что этотъ кремнеземный осадокъ представляетъ слоистое строеніе и разница въ количествѣ содержанія кремнезема въ осадкѣ, по различнымъ изслѣдованіямъ, произошла отъ того, что одни брали образцы для анализа изъ однихъ слоевъ, другіе—изъ другихъ.

Гейзеръ дѣйствуетъ періодически: вода постепенно наполняетъ чрезъ каналъ верхнюю воронку въ продолженіе 24—30 часовъ и, какъ только уровень воды дойдетъ до краевъ, моментально происходитъ взрывъ, за-

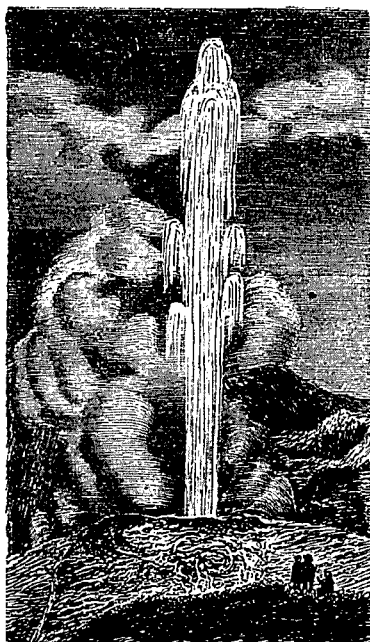


Фиг. 23. Бассейнъ Большаго Гейзера въ Исландіи.

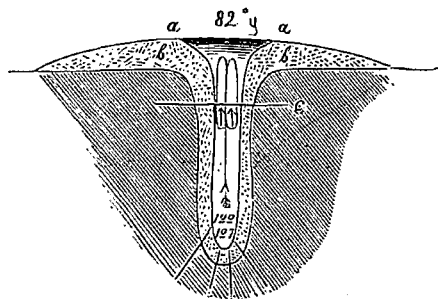
тѣмъ опять періодъ затишья, опять взрывъ и т. д. (фиг. 24). Долгое время причины такой періодической дѣятельности гейзеровъ оставались неизвѣстными и только изслѣдованія Бунзена и Деклюазо дали довольно удовлетворительное объясненіе. Свои изслѣдованія эти ученые начали съ опредѣленія температуры воды, какъ на поверхности—въ воронкѣ, такъ и въ глубинѣ канала. Прилагаемая таблица даетъ понятіе о результатахъ этихъ опредѣленій:

6 іюля въ 8 ч. 20 м. по- полудни.		7 іюля въ 2 ч. 55 м. по- полудни.		7 іюля въ 7 ч. 58 м. по- полудни.	
Высота надъ поверхностью дна въ ме- трахъ.	° Ц.	Высота надъ поверхностью дна въ ме- трахъ.	° Ц.	Высота надъ поверхностью дна въ ме- трахъ.	° Ц.
19,2	82,6°	19,55	85,2°	19,55	84,7°
14,4	85,8°	14,75	106,4°	14,75	110,0°
9,6	113,0°	9	120,4°	9,85	121,8°
4,8	122,7°	5	123,0°	—	—
0	123°	9	127,5°	0	126,5°

Изъ таблицы можно усмотрѣть, что въ то время, когда близъ поверхности вода имѣетъ температуру отъ $82,6^{\circ}$ до $85,2^{\circ}$ Ц., въ то же время въ каналѣ, близъ дна гейзера, температура ея доходитъ отъ 123° до $127,5^{\circ}$ Ц., слѣдовательно, далеко, превышаетъ точку кипѣнія воды. Вода не кипитъ здѣсь потому, что находится подъ большимъ давленіемъ вышележащихъ слоевъ; но она все-таки постепенно повышаетъ температуру этихъ послѣднихъ (см. фиг. 25). Представимъ теперь, что вода поверхностнаго слоя достигла черезъ нагрѣваніе снизу температуры въ 100° Ц. Она тотчасъ же закипаетъ, а вслѣдствіе этого давленіе на нижележащіе слои воды уменьшается. Какъ скоро уменьшилось давленіе,



Фиг. 24. Изверженіе Большого Гейзера.

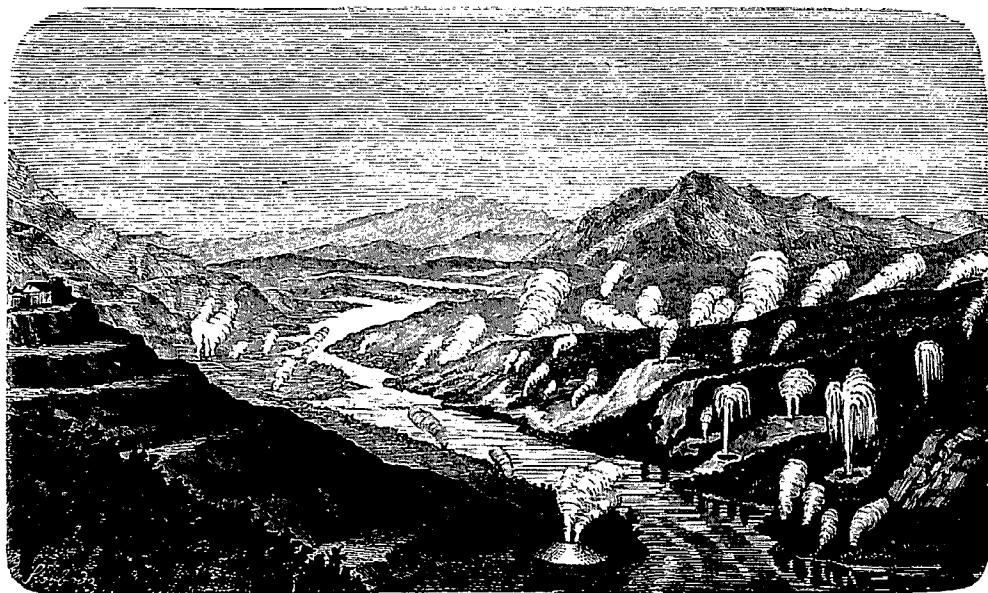


Фиг. 25. Объясненіе изверженія гейзера. aa—верхнее отверстіе воронки. b—конусъ гейзера.

нижніе слои воды, имѣющіе температуру гораздо выше точки кипѣнія, моментально превращаются въ паръ; этотъ столбъ пара выбрасываетъ вышележащіе слои воды и такимъ образомъ происходитъ взрывъ. Эта гипотеза объясняетъ и то явленіе, что можно искусственно ускорить взрывъ, бросая въ каналъ камни. Бросаніе камней вызываетъ перемѣшиваніе и дѣлаетъ передачу высокой температуры однихъ слоевъ другимъ болѣе легкою, чѣмъ и обуславливается скорѣйшій взрывъ. Откуда же берется та высокая температура, при помощи которой вода находится въ гейзерѣ въ перегрѣтомъ состояніи? Вся Исландія представляетъ очагъ почти непрерывной вулканической дѣятельности; запасъ высокой температуры, слѣдовательно, здѣсь очевиденъ. Съ другой стороны,—лавовые потоки способны сохранять долгое время значительно высокую температуру; поэтому, если источникъ встрѣчаетъ на своемъ пути потокъ еще неостывшей лавы, то понятно, что вода этого источника чрезвычайно

сильно и быстро нагрѣвается. Такая чрезвычайно сильно нагрѣтая вода можетъ вырваться наружу чрезъ какое-либо отверстіе и способствовать образованію гейзера.

Много гейзеровъ находится также въ Новой Зеландіи близъ Таупо. Гохштеттеръ представилъ описаніе такихъ гейзеровъ, ихъ дѣятельности, а равно и отлагаемыхъ ими осадковъ. Въ общемъ въ нихъ не наблюдается никакого особаго отличія отъ гейзеровъ Исландіи; зато здѣсь (особенно у озера Ротомахана) иногда наблюдаются крайне интересные водопады, весьма напоминающіе уже описанный выше водопадъ „Золотыя озера“ Потанина. Воды горячаго. кремнеземнаго источника Тетарата,



Фиг. 26. Горячіе ключи и гейзеры Орокайкорако въ Новой Зеландіи (Гохштеттеръ).

стекая въ сосѣднее озеро по ряду террасъ, на всемъ пути отложили кремнистый осадокъ, представляющій рядъ какъ бы застывшихъ водопадовъ. Къ числу наиболѣ замѣчательныхъ мѣстностей Новой Зеландіи, обилующихъ горячими ключами и гейзерами, принадлежитъ долина Вайкато у Орокайкорако (фиг. 26), гдѣ Гохштеттеръ насчиталъ около 76 такихъ ключей. Подобную же картину описываетъ Гайдень въ мѣстности, находящейся на границѣ Віоминга и Монтаны, въ области истоковъ Теллоустона, Мадисона и Снэха въ С. Америкѣ, гдѣ подобнаго же рода ключи отлагаютъ громадную массу кремнистаго туфа, мѣстами скопляющагося въ формѣ великолѣпныхъ террасъ или уступовъ. Здѣсь насчитываютъ до 7,000 горячихъ ключей, среди которыхъ 84 принадлежатъ настоящимъ гейзерамъ, періодически производящимъ изверженія и отлагающимъ кремнеземъ. Нѣкоторые изъ этихъ гейзеровъ превосходятъ по грандіозности явленій исландскіе гейзеры и выбрасываютъ струи до 80 метровъ въ вышину. Эта замѣчательная область распространенія въ

одномъ мѣстѣ значительнаго количества ключей объявлена собственностью государства и названа Національнымъ (или Йеллоустонскимъ) паркомъ.

На Азорскихъ островахъ также находятся кремнистые осадки, — результатъ дѣйствія кремнеземныхъ ключей. Только содержаніе кремнезема здѣсь менѣе, а именно 67⁰/₀.

Желѣзные ключи. Желѣзными или желѣзистыми ключами называются такіе, которые содержатъ въ растворѣ соли закиси желѣза. Они встрѣчаются обыкновенно среди породъ, богатыхъ закисью желѣза. Впрочемъ, присутствіе желѣза въ такой формѣ не есть необходимое условіе, такъ какъ и окись желѣза, при нѣкоторыхъ условіяхъ, способна возстановляться и переходить въ закись. Въ этомъ убѣждаютъ наблюденія Киндлера, который показалъ, что возстановленіе окиси желѣза въ закись происходитъ въ природѣ подъ вліяніемъ растеній. Киндлеръ производилъ свои наблюденія надъ красноцвѣтными песчаниками, которые содержатъ, какъ извѣстно, окись желѣза, отъ чего зависитъ и цвѣтъ ихъ. Если наблюдать способъ прорастанія корнями растеній такихъ песчаниковъ, то оказывается, что тѣ части песчаника, которыя находятся вблизи корней, обезцвѣчиваются; это обезцвѣчиваніе и указываетъ на возстановленіе солей окиси желѣза, содержащихся въ песчаникѣ, въ соли закиси. Соли закиси желѣза растворимы въ большомъ количествѣ воды, особенно, если эта вода содержитъ въ растворѣ углекислоту. Отсюда понятна возможность образованія желѣзныхъ ключей при помощи атмосферной воды. Образованіе желѣзныхъ ключей возможно и чрезъ окисленіе сѣрнаго колчедана, хотя при этомъ образуется сѣрноокислая соль закиси желѣза, т.-е. источникъ съ нѣсколькими другимъ характеромъ. Характернымъ признакомъ, по которому можно отличить желѣзные ключи, служитъ то обстоятельство, что содержащаяся въ нихъ закись желѣза, окисляясь, переходитъ въ окись, которая, будучи нерастворима въ водѣ, осаждается въ видѣ охрянаго осадка. Особенно часты такіе ключи среди плотныхъ кристаллическихъ горныхъ породъ, богатыхъ желѣзомъ. Таковы, на примѣръ, ключи въ западной части Олонецкой губерніи, гдѣ сильно развиты горныя породы, называемыя діоритами и діабазами, богатые желѣзомъ въ видѣ магнитнаго желѣзняка и сѣрнаго колчедана. Что касается количества желѣза, содержащагося въ желѣзныхъ ключахъ, то оно сильно варьируетъ: есть воды весьма богатые желѣзомъ, но есть и такія, въ которыхъ, какъ, напр., въ желѣзныхъ ключахъ, встрѣчающихся въ окрестностяхъ Петербурга, содержаніе желѣза очень не велико. Содержаніе углекислой закиси желѣза въ растворѣ вообще незначительно и колеблется въ предѣлахъ отъ 0,196 до 0,016 граммъ на литръ воды въ группѣ чистыхъ желѣзныхъ водъ, а въ группѣ желѣзнощелочныхъ — еще меньше, напр. въ Желѣзноводскихъ на Кавказѣ всего 0,0097 грм., и т. д.

Въ желѣзныхъ ключахъ можно, въ свою очередь, различать по постороннимъ примѣсямъ нѣсколько категорій: 1) чистые желѣзные источники, напр., Спа, Мариенбадъ и др.; 2) желѣзно-щелочные, напр., Франценсбадъ, Желѣзноводскъ; 3) желѣзно-соляные, напр., Вортфельдскій, Столыпинскій и др.; 4) желѣзно-известковые — Елопа-

такъ, въ Трансильваніи, Загверскіе въ Тифлисской губерніи, Липецкіе и др. Кромѣ того, отличаются еще пятую группу: воды, содержащія сѣрнокислую закись желѣза, напр., Марціалыныя воды близъ Петрозаводска и др.

Давно было извѣстно громадное отложение на днѣ сѣверныхъ озеръ Россіи и Скандинавіи, такъ называемой, озерной желѣзной руды, представляющей по составу водную окись желѣза. Кромѣ водной окиси желѣза, руда эта содержитъ въ себѣ въ видѣ примѣсей кремневую и фосфорную кислоты. Практическое значеніе такого отложенія весьма важно, что понятно изъ того, съ одной стороны, что руда эта легкоплавка и добыча ея весьма легка, а скопленіе ея громадно; съ другой стороны, и самая мѣстность, богатая лѣсами, представляетъ всѣ условія для развитія чугунаго производства. Къ этому нужно прибавить, что, по мѣрѣ истребленія, руда образуется заново. Что касается до наружнаго вида, то частицы руды, то имѣютъ видъ ржавой монеты, и въ такомъ случаѣ руда называется дупежной, то эллипсоидальную или полушарообразную форму. Оригинальная форма и способность образоваться заново подали поводъ къ изысканіямъ касательно происхожденія озерной руды. Въ тридцатыхъ годахъ Эренбергъ открылъ въ охряной пленкѣ, покрывающей канавы берлинскаго зоологическаго сада, громадное количество микроскопическихъ организмовъ, которые онъ отнесъ къ классу водорослей; между прочимъ, имъ была открыта водоросль *Galionella* состоящая изъ ряда клѣтокъ, стѣнки которыхъ внутри выложены окисью желѣза. По большому содержанію окиси желѣза, она получила названіе *G. ferruginea*. Дѣятельности этого организма послѣдователи Эренберга приписали и образованіе болотныхъ и озерныхъ рудъ, и этотъ взглядъ на происхожденіе ихъ долго держался въ наукѣ. Однако, теперь оказалось, что процессъ образованія ихъ гораздо проще и есть чисто механической. Въ этихъ рудахъ *Galionella ferruginea* совсѣмъ не встрѣчается, зато находятъ цвѣточную пыль хвойныхъ и всегда въ центрѣ каждой частицы руды находится кусочекъ какого-нибудь твердаго тѣла, напр., горной породы. Для объясненія происхожденія озерныхъ рудъ нужно замѣтить, что озера, въ которыхъ встрѣчаются эти руды, или вовсе не имѣютъ теченія, или имѣютъ очень слабое. Самый процессъ образованія руды состоитъ въ томъ, что когда желѣзные источники впадаютъ въ озеро, закись желѣза, содержащаяся въ нихъ, мало-по-малу окисляется и осаждается въ видѣ руды. Присутствіе постороннихъ тѣлъ въ частицахъ руды объясняется также легко. Если имѣется угольная кислота въ растворѣ, то выдѣленіе ея происходитъ особенно легко на поверхности какого-либо твердаго тѣла; слѣдовательно, вода, содержащая въ растворѣ углекислотную соль, впадая въ озеро, будетъ выдѣлять угольную кислоту на поверхности встрѣчающагося твердаго тѣла и осаждастъ вокругъ него окись желѣза. Анализъ озерной руды также подтверждаетъ упомянутую гипотезу, такъ какъ онъ показываетъ, что многія зерна такой руды, кромѣ окиси желѣза, содержатъ еще до 7% закиси желѣза. Этотъ фактъ указываетъ на то, что не все количество желѣза бывшее въ водномъ растворѣ, окислилось, часть его осталась въ видѣ закиси, т. е. въ той формѣ, въ которой оно находилось въ водномъ растворѣ, и увлечено механически. Такимъ же путемъ изъ желѣзныхъ ключей идетъ скопленіе водной окиси желѣза въ болотахъ (болотная руда) и на лугахъ подъ дерномъ (дерновая руда).

Желѣзные ключи значительно распространены, какъ въ Россіи, такъ и въ Зап. Европѣ.

Сѣрнистые ключи содержатъ сѣроводородъ и наблюдаются почти исключительно въ мѣстностяхъ, гдѣ встрѣчается гипсъ или ангидритъ, т. е. водная или безводная сѣрнокислая известь. Это обстоятельство показываетъ, что главнымъ виновникомъ образованія этихъ ключей является вышеуказанная соль, что, въ свою очередь, заставляетъ допустить необходимость возстановляющихъ процессовъ при образованіи такихъ ключей. Возстановляющими дѣятелями являются углеводороды въ присутствіи воды, причемъ углеродъ отнимаетъ кислородъ отъ сѣрносали и переводитъ

ее въ сѣрнистое соединеніе; сѣрнистый кальцій чрезвычайно легко разлагается водою, при этомъ получается сѣрководородъ и известь. Иногда возстановленіе идетъ такъ сильно, что выдѣляется прямо сѣра или въ видѣ мелкой пыли, или даже въ видѣ кристалловъ.

Что возстановляющіе процессы при образованіи сѣрнистыхъ ключей дѣйствительно могутъ обуславливаться присутствіемъ углеводовъ, доказываютъ слѣдующіе факты. Въ лабораторіи Беккереля подъ столомъ стояла банка съ растворомъ желѣзнаго купороса и въ эту банку случайно попала мышь. По истеченіи нѣкотораго времени, когда извлекли трупъ мыши изъ банки, оказалось, что онъ былъ покрытъ тонкимъ слоемъ сѣрнаго колчедана. Слѣдовательно, при этомъ произошло возстановленіе желѣзнаго купороса въ сѣрный колчеданъ; очевидно, что это возстановленіе было обусловлено разложеніемъ трупа и выдѣленіемъ при этомъ углеводовъ. Бишофъ возстановлялъ сѣрнокислыя соединенія въ сѣрнистыя, причемъ возстановителями служили также углеводороды. Тотъ же Бишофъ находилъ на бревнахъ, бывшихъ долгое время подпорками въ рудникахъ, кристаллики сѣрнаго колчедана. Очевидно, эти кристаллики не что иное, какъ продуктъ возстановленія сѣрнокислыхъ солей, содержащихся въ водѣ рудника, углеводородами, которые развивались при гніеніи дерева. Наконецъ, надо прибавить, что сѣрнистые ключи часто содержатся въ сосѣдствѣ съ нефтяными источниками. Всѣ эти факты какъ нельзя яснѣе указываютъ на возможность образованія сѣрнистыхъ ключей путемъ возстановленія сѣрносали углеводовъ и вполне объясняютъ совмѣстное ихъ нахожденіе. Этимъ же путемъ легко объяснить почему нѣкоторые колодцы спорадически начинаютъ обнаруживать запахъ сѣрководорода. Благодаря разложенію въ водѣ безъ доступа воздуха или случайно попавшаго въ колодець какого-нибудь органическаго матеріала, или загниванію деревяннаго сруба колодца, образующіеся углеводороды дѣйствуютъ возстановляющимъ образомъ на гипсъ, находящійся иногда въ ничтожныхъ количествахъ въ водѣ колодца. Очищеніе такого колодца или смѣна деревяннаго сруба новымъ сразу прекратитъ присутствіе въ водѣ этого противнаго запаха.

Такъ какъ областями распространенія гипса и ангидрита въ Европ. Россіи служатъ геологическія образованія, называемыя системами девонскою и пермскою, то и большинство сѣрнистыхъ ключей расположено въ вышеуказанной области. Такіе источники извѣстны въ Остзейскомъ краѣ, отчасти въ Литвѣ, въ Оренбургской губерніи и на Кавказѣ. Подробные анализы воды ключей показываютъ, что кромѣ сѣрководорода въ нихъ часто содержатся еще сѣрнистые натрій и кальцій, хотя и не въ большихъ количествахъ. Точно также не велико и содержаніе сѣрководорода, которое колеблется въ предѣлахъ отъ едва замѣтныхъ слѣдовъ до 45 куб. сантиметровъ на литръ воды.

Соляные ключи.—Къ веществамъ, легко растворимымъ въ водѣ, относится и каменная соль или хлористый натрій. Присутствіе соляныхъ ключей можетъ служить признакомъ присутствія въ данной мѣстности или подземныхъ соляныхъ залежей, или пропитанныхъ солью коренныхъ

горныхъ породъ, изъ которыхъ соль и выщелачивается водою ключа. Буреніемъ была обнаружена залежь каменной соли въ Стассфуртѣ и близъ Славянска. Что касается крѣпости разсола въ соляныхъ ключахъ, то она можетъ сильно варьировать, въ зависимости какъ отъ массы циркулирующей подъ землею воды, такъ и отъ количества соли въ залежи. Чѣмъ меньше количество циркулирующей воды подъ землею и чѣмъ больше соляныя залежи, тѣмъ разсолъ долженъ быть крѣпче и наоборотъ. Такъ, напр., въ соляныхъ ключахъ Вологодской губ. по р. Леденгѣ содержаніе соли варьируетъ отъ $5\frac{1}{2}$ до $6\frac{1}{2}$ ‰, въ Сереговскихъ ключахъ отъ 6‰ до 7‰, въ Дедюхинскихъ ключахъ, Пермской губ., отъ 13‰ до 27‰, въ Усольскихъ отъ 10‰ до 28‰, въ Зальцунгенѣ процентное содержаніе хлористаго натрія колеблется въ предѣлахъ отъ 28‰ до 30‰, въ Рейхенгаллѣ до 23‰. Въ Россіи славятся залежами, а равно и источниками, преимущественно тѣ мѣста, которыя лежатъ въ области развитія девонскихъ, пермскихъ и триасовыхъ (Царство Польское) образованій. Изъ русскихъ ключей можно указать на соляныя источники въ Старой Руссѣ; разсолподъемныя трубы этой мѣстности настолько древни, что полагаютъ, будто бы ихъ первоначальное устройство принадлежитъ новгородцамъ. Извѣстны также соляныя ключи въ Харьковской, Вологодской и Пермской губерніяхъ, изъ которыхъ послѣдняя представляетъ наибольшее ихъ развитіе. Присутствіе соляныхъ ключей въ Россіи по сосѣдству съ знаменитыми австрійскими соляными мѣсторожденіями Велички, подало поводъ къ проведенію буровыхъ скважинъ. Для нѣкоторыхъ, кромѣ того, къ этому подали поводъ еще провалы, замѣчаемые въ этихъ мѣстностяхъ и идущіе по линіямъ, параллельнымъ съ залежами въ Величкѣ. Провалы эти образовались вслѣдствіе выщелачиванія соли и обрушиванья вышележащихъ горныхъ породъ. Неудивительно, что здѣсь не нашли соли, потому что самое присутствіе проваловъ указываетъ на выщелачиваніе ея.

Въ нѣкоторыхъ соляныхъ ключахъ къ хлористому натрію примѣшивается еще болѣе или менѣе значительное количество хлористыхъ кальція и магнія, что обуславливаетъ до нѣкоторой степени уже новый минеральный характеръ. Для примѣра можемъ указать на Друскеникскіе минеральныя источники, представляющіе въ этомъ отношеніи значительное отличіе отъ другихъ водъ. Здѣсь на 100 частей твердаго остатка найдено: натрія 17‰, кальція 15‰ и магнія 7‰.

Какъ упомянуто выше, для полученія болѣе крѣпкихъ минеральныхъ источниковъ довольно часто прибѣгаютъ къ буренію, имѣя цѣлью перехватить на болѣе значительныхъ глубинахъ соляной растворъ и тѣмъ предохранить его отъ смѣшиванія съ прѣспыми водами, проникающими въ глубь и разбавляющими минеральныя воды. Понятно, что примѣнять буреніе возможно только въ томъ случаѣ, если имѣются благоприятныя геологическія условія. Кромѣ того, буреніе съ цѣлью увеличить крѣпость раствора должно производить съ осторожностью, имѣя въ виду еще и другія требованія. Въ натуральномъ восходящемъ минеральномъ источникѣ, приближающемся къ дневной поверхности, могутъ произойти самыя разно-

образныя химическія реакціи между растворами и составными частями горныхъ породъ, а это вызоветъ и разнообразіе въ составѣ минеральнаго ключа, разнообразіе часто важное въ медицинскомъ отношеніи, гдѣ имѣютъ значеніе даже минимальныя количества, тогда какъ устройство буровой скважины можетъ лишить источникъ обмѣннаго разложенія и придать ему не тотъ характеръ, который онъ имѣлъ раньше.

Источники содержащіе углекислоту.— Въ вулканическихъ странахъ выдѣленіе углекислоты изъ трещинъ горныхъ породъ, а равно и встрѣча ея источниками, представляетъ явленіе весьма обыкновенное. Вода источника, встрѣчая на своемъ пути трещину, проводящую отъ вулкана углекислоту, подъ высокимъ парціальнымъ давленіемъ, поглощаетъ много этой послѣдней и, выходя на поверхность, при уменьшенномъ давленіи, очевидно будетъ освобождать ее. Въ большинствѣ случаевъ углекислота составляетъ продуктъ дѣятельности вулкана; выдѣленіе ея стоитъ въ прямой связи съ состояніемъ этого послѣдняго, а потому и наибольшее количество углекислоты въ источникахъ часто совпадаетъ съ наибольшимъ напряженіемъ дѣятельности вулкана. Такъ, въ 1861 году, когда Везувій прорвалъ себѣ новый выходъ, около берега Неаполитанскаго залива, близъ городка Торре-дель-Греко, въ колодцахъ послѣдняго появилась вода, сильно насыщенная углекислотой. Спустя нѣкоторое время, когда дѣятельность вулкана стала ослабѣвать, значительно уменьшилось и содержаніе углекислоты, а съ окончаніемъ вулканическаго изверженія почти не стало и углекислоты въ колодцахъ.

Въ Флегрейскихъ поляхъ, лежащихъ по берегу Неаполитанскаго залива, одні трещины выдѣляютъ амміакъ, другія угольную кислоту, третьи водяные пары и сѣрнистую кислоту. Вода источника, встрѣчая такія выдѣленія, въ извѣстной степени растворяетъ ихъ газы, отчего въ одной и той же мѣстности не рѣдкость наблюдать, что вода одного источника содержитъ въ растворѣ угольную кислоту, другого — другія вещества, несмотря на то, что часто оба они вытекаютъ изъ-подъ одной и той же горы.

Количество угольной кислоты, растворенной въ водѣ источниковъ, бываетъ иногда весьма значительно. Такъ, напримѣръ, въ Маріенбадѣ это количество доходитъ до 1514 куб. сантиметровъ на литръ воды. Знаменитый Нарзанъ Кисловодска содержалъ 1062 куб. сантиметра на литръ воды и т. д.

Выдѣленіе угольной кислоты на дневную поверхность происходитъ и непосредственно, помимо источниковъ. Такъ, въ старомъ кратерѣ (озеро Д'Аньяно), недалеко отъ Неаполя, извѣстна, такъ называемая, Собачья пещера ¹⁾, гдѣ углекислота, постоянно выдѣляясь, наполняетъ всю нижнюю часть пещеры слоемъ въ два фута. Наконецъ, во многихъ вулканическихъ странахъ, гдѣ настоящая вулканическая дѣятельность уже затихла, по трещинамъ происходитъ значительное выдѣленіе углекислоты; такъ,

¹⁾ Собачьей она называется потому, что для опытовъ сюда вносятъ собаку, которая тотчасъ же или падаетъ въ обморокъ, или умираетъ.

напр., въ центральной Франціи, въ Оверни, можно наблюдать остатки обширнаго прѣсноводнаго бассейна, берега котораго были образованы гранитами со множествомъ трещинъ; углекислота, выходя изъ трещинъ на поверхность, дѣйствуетъ на гранитъ весьма разрушительно, отнимая отъ полевого шпата щелочи, и тѣмъ разрыхляетъ и разрушаетъ эту породу. Это явленіе вѣкогда Доломье считалъ особою болѣзною гранита (la maladie du granite).

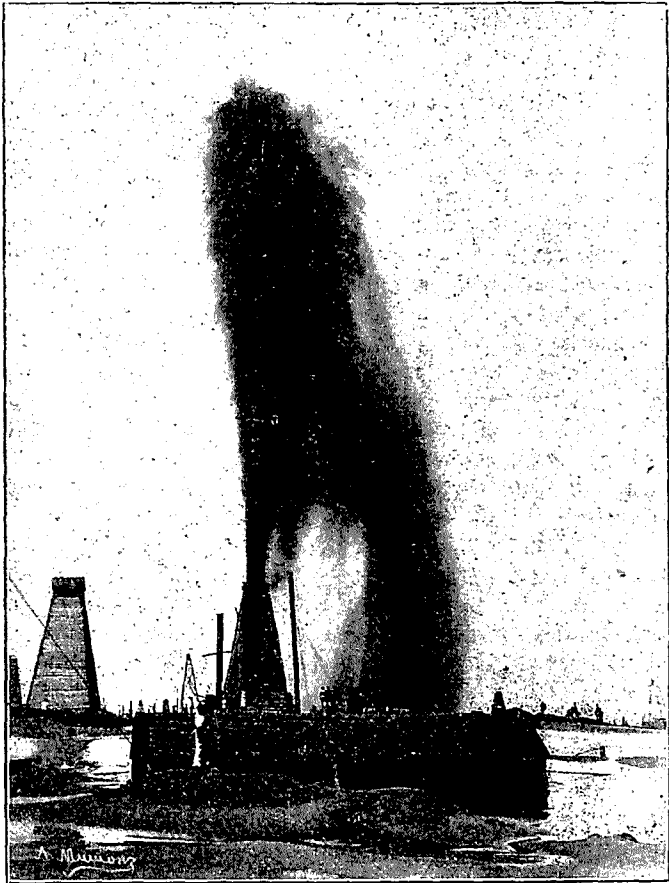
Нефтяные источники.—Нефть состоитъ изъ жидкихъ углеводородовъ, большею частию предѣльныхъ, съ удѣльнымъ вѣсомъ, меньшимъ воды, а потому послѣдняя, встрѣчая нефть, будетъ выносить ее въ видѣ маслянистыхъ пятенъ на дневную поверхность, образуя нефтяные источники. Таковыя въ большомъ числѣ существуютъ, напр., въ окрестностяхъ Баку. На островѣ Челекенѣ, въ Каспійскомъ морѣ, насчитываютъ до 3500 нефтяныхъ ключей. Они давно извѣстны въ Америкѣ, у подножія Аллеганъ. Нахожденіе этихъ источниковъ, отчасти какъ матеріала, а главное, какъ указателя на богатство нефти въ данной мѣстности, несомнѣнно имѣетъ весьма важное практическое значеніе. Въ такихъ мѣстахъ обыкновенно производятъ буреніе, устраиваютъ для выхода нефти искусственныя скважины; при этомъ иногда наталкиваются и на большіе резервуары — прежнія вмѣстилища нефти, наполненныя газообразными углеводородами, которые съ шумомъ вырываются на поверхность. При достиженіи буромъ нефтеносныхъ пластовъ, нефть часто вырывается вмѣстѣ съ водою на поверхность земли въ видѣ фонтана (фиг. 27). Изученіе этого явленія привело Шегрена къ заключенію, что причина появленія фонтана заключается не только въ уменьшеніи буровою скважиной давленія на газы, скрытые въ отдѣльныхъ полостяхъ или пустотахъ нефтеносныхъ слоевъ, но еще и въ способности нефти растворять подъ давленіемъ газообразные углеводороды; а при уменьшеніи давленія — выдѣлять ихъ.

Нефтяные ключи извѣстны также въ Пармѣ и Моденѣ, въ Италіи, а весьма сильныя по р. Ирравадди, въ Бирманской имперіи. Кромѣ того, надо допустить, что въ нѣкоторыхъ мѣстахъ такіе ключи, какъ и другіе минеральныя источники, обнажаются и на днѣ морей и океановъ. Такъ, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Каспійскаго моря наблюдается всплываніе отдѣльныхъ пятенъ нефти непосредственно на поверхности воды.

Характерно для нефтяныхъ источниковъ то, что въ расположеніи ихъ замѣчается нѣкоторая законность. При буреніи въ Аллеганской долины, производившемся въ началѣ безъ всякаго порядка, оказалось, что нефть залегаетъ определенной полосой параллельно цѣпи Аллеганскихъ горъ. То же замѣчено и у насъ, на Кавказѣ, гдѣ нефтяные источники располагаются параллельно цѣпи Кавказскихъ горъ. Такая правильность въ ихъ расположеніи подала поводъ американскимъ геологамъ высказать предположеніе, что нефть течетъ подъ землей въ видѣ широкой рѣки; но предположеніе это слѣдуетъ признать недоказаннымъ, тѣмъ болѣе, что есть факты, которые свидѣтельствуютъ противъ него.

Потылицынъ провѣлъ анализы воды, сопровождающей нефть, изъ нѣкоторыхъ русскихъ нефтяныхъ ключей. Химическій анализъ обнаружилъ довольно значительную степень минерализаціи этихъ водъ: такъ, общее количество твердаго остатка въ 1000 грм. воды колеблется въ предѣлахъ отъ 19,5 до 40,9 грм., причемъ главною минеральною частью является хлористый натрій. Особенный интересъ изслѣдованія этихъ водъ заключается въ нахожденіи въ нихъ бромистаго и іодистаго натрія.

Кромѣ вышеописанныхъ источниковъ, есть и другіе, но, по меньшей типичности и важности въ жизнедѣятельности природы, они не имѣютъ



Фиг. 27. Нефтяной фонтанъ Горнаго Товарищества, бившій въ сентябрѣ 1887 г. (Балаханы у г. Баку).

уже такого интереса, тѣмъ болѣе, что и причины ихъ существованія въ большинствѣ тѣ же самыя, что и описанныхъ выше.

Изученіе источниковъ представляетъ двѣ крайне важныя стороны: 1) оно указываетъ на тотъ механизмъ, при помощи котораго совершается питаніе ихъ атмосферною водою, а равно и на самый способъ ихъ происхожденія; 2) изученіе минеральныхъ веществъ, находимыхъ въ источникахъ, указываетъ на тѣ изъ нихъ, которые могутъ быть перенесены водою и отложены въ другихъ мѣстахъ. Съ другой стороны, то же изу-

ченіе минеральныхъ веществъ, растворимыхъ въ водѣ источниковъ, даетъ возможность объяснить правильно тѣ реакціи, которыя могутъ происходить въ горныхъ породахъ въ силу этого движенія воды; при этомъ, однако, всегда надо имѣть въ виду и то механическое вліяніе, которое можетъ имѣть циркулирующая въ горной породѣ вода, потому что, обладая извѣстною скоростью теченія, она можетъ увлекать и въ механически-взвѣшенномъ состояніи частицы горныхъ породъ.

Въ 1902 г. Э. Зюссъ предложилъ подраздѣлить всѣ источники на двѣ группы: вадозные, подъ которыми онъ понимаетъ источники, питающіеся водою, выпадающею на дневную поверхность, и ювенильные, которые являются результатомъ вулканической дѣятельности; они поднимаются изъ глубинъ земного шара и впервые появляются на земной поверхности. Въ этихъ послѣднихъ Зюссъ видитъ тѣ воды, газы и минеральные вещества, которыя были конденсированы расплавленной массою земли при ея образованіи. Особенность ювенильныхъ источниковъ Зюссъ характеризуетъ ихъ спазматическимъ или періодически болѣе сильнымъ дѣйствіемъ. Въ свою очередь этотъ ученый подраздѣляетъ вадозные источники на три категоріи, а ювенильные на двѣ.

Примѣры температуры ювенильныхъ источниковъ, приводимые Зюссомъ, почти всѣ, за исключеніемъ Маріенбадскаго источника, много выше средней годовой температуры данной мѣстности. Поднятіе температуры, циркулирующей въ горныхъ породахъ воды, какъ указано выше, можетъ быть объяснено и помимо ихъ ювенильнаго происхожденія. Такое поднятіе температуры воды источника можетъ быть объяснено: или встрѣчею ея съ неполнѣ остывшими изверженными породами или иногда и нѣкоторыми химическими реакціями. Такое же возраженіе противъ ювенильнаго происхожденія можно сдѣлать и относительно ихъ спазматической дѣятельности. Допустимъ, что трещина, чрезъ которую обнажается источникъ, на своемъ пути встрѣчаетъ пещеру. Содержащіяся въ водѣ пары и газы могутъ наполнять пещеру, и она станетъ играть роль регулятора: при значительномъ скопленіи паровъ и газовъ въ пещерѣ, запасъ воды въ трещинѣ можетъ быть выдавливаемъ спазматически; затѣмъ, за ней выйдутъ пары и газы и наступитъ болѣе спокойная дѣятельность источника; новое накопленіе паровъ и газовъ въ пещерѣ дастъ новое энергичное выдѣленіе струи воды и т. д. Такая послѣдовательность прекрасно видна въ дѣятельности знаменитаго карлсбадскаго источника. Къ разсмотрѣнію ювенильнаго происхожденія воды, паровъ, газовъ и минеральныхъ веществъ мы возвратимся еще при разсмотрѣніи причинности вулканическихъ явленій.

Измѣняемость концентраціи и состава минеральныхъ ключей.—Большинство ученыхъ смотритъ на минеральные ключи, какъ на нѣчто постоянное и не представляющее никакихъ колебаній, хотя, съ другой стороны, признается до извѣстной степени и измѣненіе концентраціи минеральнаго ключа съ теченіемъ времени, т.-е. съ годами. Но надо замѣтить, что есть примѣры, гдѣ съ годами измѣнялась не только концентрація, но и составъ, и это измѣненіе вполне доступно наблюденію. Весьма типичный примѣръ такихъ измѣненій представляютъ Друсеникскія минеральныя воды (Гродненской губерніи). Прилагаемая таблица, составленная по годамъ, наглядно убѣждаетъ въ существованіи такихъ измѣненій:

Составныя части.	1835 г.	1867 г.	1871 г.	1881 г.
Хлоръ	62,66%	53,59%	51,89%	59,51%
Натрій	28,50	23,73	19,42	18,00
Кальцій	8,37	10,21	11,75	14,01
Магній	1,99	2,68	3,96	7,16
Сѣрный ангидридъ	0,54	0,27	0,48	0,98
Углекислота	0,88	2,91	1,14	1,14

Изъ этой таблицы легко усмотрѣть, что въ Друсенинскихъ источникахъ съ теченіемъ времени, т.-е. въ періодъ 46 лѣтъ, произошли крупныя измѣненія, выразившіяся замѣщеніемъ натрія кальціемъ и магниемъ. Кромѣ того, въ этихъ минеральныхъ водахъ произошло измѣненіе и въ смыслѣ концентраціи. Такъ, въ 1835 г. на литръ воды найдено было всего 5,3 части твердаго остатка, тогда какъ въ 1881 г. уже 9,9 частей этого послѣдняго на то же количество воды. Слѣдовательно, концентрація здѣсь за 46 лѣтъ значительно усилилась. Периодически повторенные анализы надъ источниками Старой Руссы также указываютъ на измѣненіе концентраціи; такъ въ Муравьевскомъ источникѣ въ 1859 г. было на литръ воды 16,17 грм., а въ 1891—19,59; въ Директорскомъ источникѣ на то же количество воды наблюдалось слѣдующее измѣненіе количества твердаго остатка: въ 1839—19,49, въ 1875—21,86 и въ 1897—18,79 грм.

Уже теоретически можно прійти къ заключенію, что взглядъ на измѣняемость состава и концентраціи минеральнаго источника совершенно несправедливъ. Несправедливъ онъ потому, что изъ вышеприведенныхъ способовъ происхожденія ключей вообще легко усмотрѣть, что всѣ они находятся въ прямой зависимости отъ количества атмосферныхъ осадковъ, а такъ какъ это количество измѣняется въ различныя времена года, то понятно, что это измѣненіе должно отражаться и на концентраціи минеральнаго ключа. Кромѣ того, и непосредственныя наблюденія надъ ежедневнымъ колебаніемъ состава нѣкоторыхъ водъ вполне подтверждаютъ высказанное предположеніе. Хотя уже давно было показано измѣненіе состава одного и того же минеральнаго ключа въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ, но только въ Россіи было впервые обращено вниманіе на ежедневныя измѣненія состава. Такія измѣненія наблюдались какъ надъ Друсенинскими минеральными водами, такъ и надъ водою артезианскаго колодца въ Петербургѣ, а въ послѣднее время и надъ Цѣхочинскими и нѣкоторыми Кавказскими минеральными водами. Въ первой изъ упомянутыхъ мѣстностей производились наблюденія въ теченіе нѣсколькихъ лѣтнихъ сезоновъ и показали, что одинъ и тотъ же минеральный ключъ можетъ измѣняться въ своемъ удѣльномъ вѣсѣ отъ 1,0104 до 1,0070 при 4° Ц. Кромѣ того, и содержаніе галоидовъ, образующихъ одну изъ

главныхъ составныхъ частей ключа, колеблется въ предѣлахъ отъ 4,28 до 6,07 граммовъ на литръ воды. Точно также и колебаніе въ томъ же ключѣ извести (въ предѣлахъ отъ 1,1362 до 1,5691 граммовъ на литръ воды) способно убѣдить, что составъ ключей не постояненъ, и что онъ можетъ измѣняться. Сопоставляя вышеприведенныя наблюденія съ количествомъ выпавшаго атмосфернаго осадка и измѣненіемъ температуры той же мѣстности, можно было легко убѣдиться, что измѣненіе состава находится въ прямой зависимости отъ вышеуказанныхъ факторовъ, хотя, конечно, могутъ вліять и нѣкоторыя другія, еще не уловенныя причины.

Другой примѣръ подобнаго же рода наблюденій представляетъ артезианскій колодець С.-Петербурга. Здѣсь, какъ видѣли выше, вода поднимается почти съ глубины 200 метровъ, а слѣдовательно, можно было думать, что и составъ ея болѣе постояненъ, чѣмъ въ естественныхъ ключахъ. Ежедневныя наблюденія въ теченіе цѣлаго года надъ главною составною частью (хлоромъ), а равно и надъ удѣльнымъ вѣсомъ, обнаружили и здѣсь уклоненія, для хлора колеблющіяся въ предѣлахъ отъ 21,6⁰/₀ до 24,75⁰/₀, для удѣльнаго вѣса отъ 1,0022 до 1,0050. Слѣдовательно и на такія глубоко лежащія воды атмосферныя осадки обнаруживаютъ вліяніе. Наконецъ, третій примѣръ можно привести изъ ежедневныхъ наблюденій надъ Цѣхоцинскими минеральными водами, которыя значительно крѣпче предыдущихъ. Здѣсь на литръ воды содержаніе хлористаго натрія колебалось отъ 29 до 52 граммовъ, несмотря на то, что артезианскій колодець опущенъ на глубину до 427 метровъ.

Быварка соли изъ соляныхъ ключей точно такъ же можетъ представить подобнаго рода доказательства, въ виду того, что ежедневно получается не одно и то же количество соли. Всѣ эти данныя указываютъ, что минеральный ключъ не есть ничто постоянное, и что для подробнаго изученія его жизни необходимы постоянныя и продолжительныя наблюденія, а одиночный химическій анализъ даетъ еще крайне мало для уразумѣнія истиннаго характера минеральнаго ключа и его жизни. Только послѣ подробнаго и тщательнаго изученія измѣненій концентраціи и состава минеральнаго ключа является возможность цѣлесообразно пользоваться имъ для извѣстныхъ цѣлей.

ПРЯМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДѢЯТЕЛЬНОСТИ ИСТОЧНИКОВЪ.

Наглядно дѣятельность источниковъ обнаруживается на поверхности земли особаго рода явленіями: оползнями, обвалами, образованіемъ пещеръ и провалами.

Оползни могутъ происходить въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ на глинистый слой налегаетъ слой какихъ-нибудь другихъ горныхъ породъ. Если на поверхности глинистыхъ слоевъ по наклону ихъ стекаютъ въ долину источники, глина настолько размягчается, что вышележащія пласты (если только паденіе ихъ направлено въ долину) теряютъ опору и сползаютъ внизъ. Геймъ различаетъ среди оползней двѣ категоріи: оползни скалъ

и осыпей (первую изъ этихъ категорій удобнѣе было бы назвать оползнемъ коренной породы).

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ произошелъ значительный оползень на правомъ берегу Дона близъ Цыплянской станицы, причемъ сильно были повреждены находящіяся тамъ виноградники. Въ 1837 г. часть горы Періеръ (близъ Исаака) вмѣстѣ съ находившеюся на ней деревнею сползла внизъ и увлекла за собой жилища и деревья. Сползаніе совершилось довольно спокойно, но на другой день обрушилась базальтовая скала въ 30 метровъ высоты, которая паденіемъ своимъ произвела большое опустошеніе.



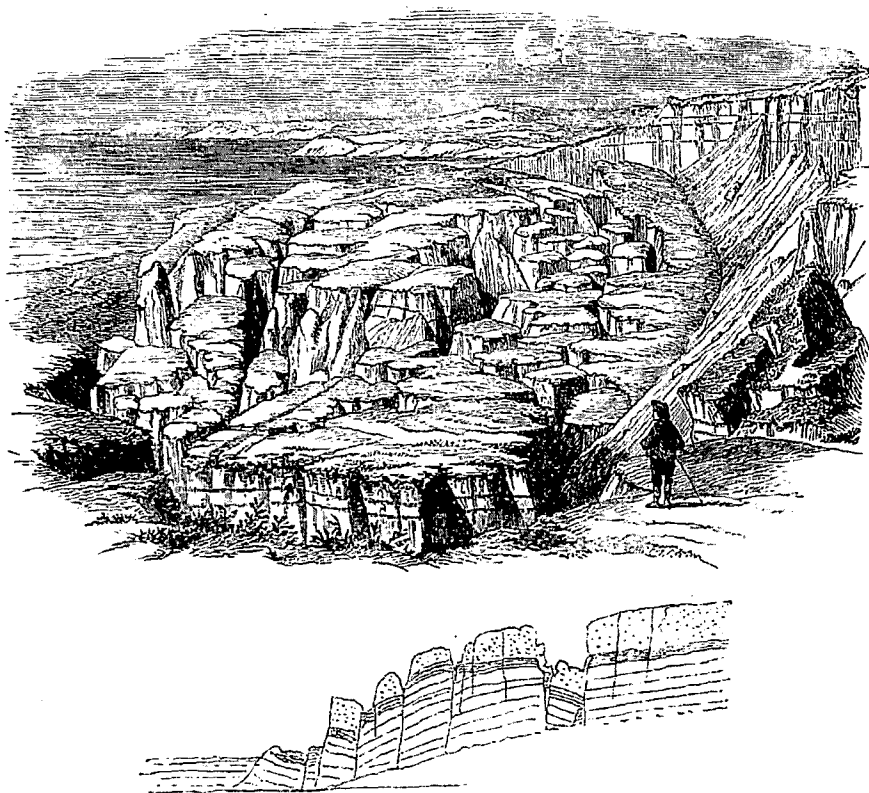
Фиг. 28. Оползень въ г. Одессѣ въ 1897 г.

Оползни можно наблюдать также по берегамъ многихъ русскихъ рѣкъ, гдѣ въ берегахъ обнажаются глинистыя породы: при этомъ обыкновенно сползаетъ растительный слой, увлекая иногда цѣлыя деревья. Для примѣра можно указать на берега р. Невы. Въ другихъ мѣстахъ такіе оползни причиняютъ значительные расходы при желѣзнодорожныхъ сооруженіяхъ. Такъ, на желѣзной дорогѣ между Ростовомъ и Таганрогомъ, значительные участки желѣзнодорожного полотна сползаютъ въ силу подмыванія ихъ ключами, выбѣгающими изъ-подъ сосѣдней болѣе высокой террасы и размягчающими нижележащую глинѣ.

Въ царствованіе Феодора Іоанновича, близъ Нижняго-Новгорода, на берегу р. Волги, произошелъ грандіозный оползень, увлекшій за собою монастырь Благовѣщенія. Такія же явленія можно наблюдать и въ другихъ мѣстахъ побережья вышеупомянутой рѣки, какъ, напр., близъ г. Вольска. Въ 1865 г. оползень произвелъ значительныя опустошенія въ берегахъ Волги у Симбирска: то же наблюдалось въ 1884 г. у г. Саратова, гдѣ оползень увлекъ часть Соколовой горы. Теофилактовъ указываетъ много-

численные оползни, происходящіе на берегу Днѣпра у Кіева. Они извѣстны также по сѣверному побережью Чернаго моря и особенно у г. Одессы, гдѣ сползаніе толщ известняка иногда обуславливаетъ постановку слоевъ его подъ крутымъ угломъ относительно горизонта (фиг. 28). Отъ оползней нерѣдко страдаютъ населенные пункты (г. Одесса), а потому необходима борьба съ этимъ явленіемъ. Послѣдняя возможна и должна быть направлена на устройство дренажа, который собралъ бы на глубинѣ, съ поверхности водоупорнаго слоя, воду, далъ бы ей свободный выходъ, а этимъ бы лишилъ водоупорный слой того смачиванія, которое вызываетъ сползаніе вышележащихъ слоевъ.

Обвалы также могутъ быть вызваны оползнями, но для этого требуются нѣсколько иные условія. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ склоны горъ



Фиг. 29. Оползень береговыхъ утесовъ, близъ Ляймъ-Реджиса, на южномъ берегу Англии, происшедшій 25 декабря 1839 года.

круты и обрывисты, и гдѣ изъ этихъ обрывовъ обнажаются ключи, ими можетъ быть обусловлено подмываніе нижележащихъ слоевъ, а въ силу этого верхніе слои, сползая, будутъ нависать надъ обрывомъ и, не находя опоры, произведутъ обвалъ. Среди обваловъ Геймъ различаетъ четыре категоріи (обвалы осыпей, скалъ, смѣшанные и особенные; подъ третьей категоріей онъ понимаетъ одновременное паденіе и осыпей, и скалъ, а подъ послѣдней—подмываніе берега рѣкою или береговою волною). Во всякомъ случаѣ, обвалившіяся массы обозначаютъ своимъ паденіемъ извѣстный путь обвала и занимаютъ извѣстную площадь.

Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ обвалы представляютъ явленіе почти постоянное. Примѣромъ такихъ обваловъ могутъ служить берега Па-де-Кале, которые состоятъ изъ илловыхъ толщъ, лежащихъ на слояхъ песка и глины. Источники, обнажаясь изъ слоевъ песка у самаго моря, мало-по-малу размываютъ песчаные слои, и вышележащія илловыя толщи, не находя точки опоры, обваливаются въ море.

Южный берегъ Крыма представляетъ также хорошей примѣръ обваловъ. Здѣсь между деревнями Ласпи и Форось обрушившіяся и скатившіяся до самаго моря скалы дѣлаютъ мѣстность трудно проходимою. По описанію Палласа, известковая скала, возвышавшаяся надъ деревней Кучукъ-Кой, была подмыта водой и обрушилась къ морю, увлекши за собою сады и дома. Въ 1806 г. въ Швейцарскихъ Альпахъ, послѣ сильныхъ дождей, продолжавшихся нѣсколько дней, масса земли, въ 305 метровъ ширины, 30 метровъ толщины и около километра длины, отдѣлилась отъ горы Россбергъ и съ страшнымъ шумомъ увала въ долину. Четыре деревни со всѣми лугами были засыпаны, и озеро Ловерцъ до того взволновалось, что вышло изъ береговъ и угрожало разрушеніемъ прибрежнымъ селеніямъ. Водой вымытъ былъ песокъ, залегающій между глиной и вышележащей горной породой, отчего послѣдняя, не имѣя опоры, обвалилась. Но мѣтѣ значительный обвалъ произошелъ въ одной изъ долинъ Швейцаріи въ 1881 г.; на склонахъ горы Чигель масса горной породы до 1000000 куб. метровъ скатилась въ долину по склону въ 70°; паденіе совершилось съ такою быстротою и силою, что обломки взлетѣли на противоположный склонъ.

Пещеры.—При разсмотрѣніи происхожденія минеральныхъ источниковъ было показано растворяющее дѣйствіе воды, циркулирующей чрезъ горныя породы; кромѣ того, извѣстно, что текуція внутри земли воды обладаютъ извѣстною механическою силою, а потому понятно, что прямымъ результатомъ этихъ явленій должно наблюдаться внутри горныхъ породъ образованіе полостей или пустотъ, называемыхъ пещерами. Точно также понятно, что наибольшее ихъ распространеніе должно совпадать съ областями развитія такихъ горныхъ породъ, которыя налегче растворяются въ водѣ. Области развитія каменной соли, гипсовъ и известняковъ представляютъ наибольшее распространеніе пещеръ, достигающихъ крайне разнообразныхъ размѣровъ. Такъ, въ гипсовыхъ залежахъ наблюдаются обширныя пещеры, часто соединенныя между собою отдѣльными ходами. Въ Саксоніи пещера Вимальбургъ сообщается съ пещерою Кресфельдскою, удаленною отъ первой болѣе, чѣмъ на десять километровъ. Въ Нижегородской губерніи въ гипсовыхъ и ангидритовыхъ залежахъ есть нѣсколько пещеръ, изъ которыхъ пещера Барнуковская можетъ служить весьма поучительнымъ примѣромъ по своимъ размѣрамъ. Въ известковыхъ отложеніяхъ также встрѣчаются многочисленныя пещеры; такъ, въ Зап. Европѣ, напр., въ Германіи извѣстны пещеры: Адельсбергская, простирающаяся болѣе, чѣмъ на восемь километровъ, Бауманская, Гайленрейтерская и др.; многочисленны пещеры на Карстѣ въ Далмаціи; во Франціи извѣстны пещеры близъ Монпелье, а въ Англій— знаменитая Киригдальская пещера. Въ Россіи также есть во многихъ мѣстахъ пещеры въ той же горной породѣ, напр., близъ Ямбурга, по р. Лугѣ, близъ Каменецъ-Подольска, близъ Сызрани на р. Волгѣ; извѣстны пещеры въ Крыму: Кизилкоба и „тысячеглавая“ пещера Чатырдага; въ Алтайскихъ горахъ по рр. Чарышу и Инѣ, на Кавказѣ, въ верховьяхъ р. Куры и, наконецъ, на Уралѣ.

Пещеры то сохраняются свободными и иногда вмѣщаютъ въ себѣ водные потоки, то являются или отчасти, или сплошь выполненными новыми отложеніями, въ ряду которыхъ принимаютъ участіе то только сталактитовыя и сталагмитовыя образованія, то отложенія чисто механическія, то, наконецъ, смѣсь тѣхъ и другихъ.

Провалы.—Разростаніе пещеры можетъ идти только до извѣстнаго предѣла; такъ какъ стѣны пещеръ все болѣе и болѣе растворяются, а отчасти и размываются водою, то черезъ нѣкоторое время своды пещеры не будутъ въ состояніи выдержать тяжести вышележащихъ породъ, а въ силу этого произойдетъ провалъ или земляная воронка. Такихъ проваловъ много, напр., въ Греціи (катавотры), въ Венгріи (долнины), во Франціи (embues), на плоскогорьи Крымскихъ горъ и во многихъ горныхъ кряжахъ, въ которыхъ известнякъ играетъ значительную роль. На поверхности земли провалы обнаруживаются довольно правильнымъ воронкообразнымъ углубленіемъ, которое иногда въ центрѣ содержитъ каналъ, ведущій въ нижележащую полость,—это, конечно, въ томъ случаѣ, когда надъ пещерою было недостаточно матеріала для сплошнаго ея засыпанія. Весьма часто такія воронкообразныя углубленія заняты водою, въ нихъ образуются озера. Наибольшій изъ такихъ проваловъ въ Карстѣ имѣетъ до 700 метровъ въ діаметрѣ.

Въ областяхъ нефтяныхъ ключей, въ особенности если они являются въ формѣ фонтанѣ, провалы представляютъ явленіе довольно обыкновенное и обуславливаются выносомъ водою песковъ, взамѣнъ которыхъ образуются полости, а чрезъ разростаніе ихъ — провалы. Изъ нѣкоторыхъ нефтяныхъ фонтановъ въ годъ выносятся до 30,000 куб. метровъ песку.

Мѣстность, окружающая знаменитыя копи Велички, покрыта воронкообразными провалами. Такіе же точно провалы наблюдаются и въ пограничныхъ мѣстностяхъ Европ. Россіи. Изученіе ихъ дало возможность опредѣлить извѣстную правильность въ залеганіи неправильныхъ массъ такихъ горныхъ породъ, какъ каменная соль и гипсъ. Именно, оказалось, что эти скопленія часто залегаютъ на протяженіи параллельныхъ линій, чаще же всего лежатъ на одной прямой. Такая правильность наблюдается въ Пермской губерніи, гдѣ провалы, происшедшіе, повидимому, вслѣдствіе размыванія гипса, тянутся по прямымъ перпендикулярнымъ Уральскому хребту. Въ Туркестанѣ также извѣстны весьма правильные провалы въ области распространенія гипса.

Образованіе проваловъ, напр., въ нашихъ силурийскихъ отложеніяхъ, происходитъ еще иначе. Подстилающая известняки синяя глина отъ дѣйствія воды размягчается, разбухаетъ и, увеличиваясь въ объемъ, приподнимаетъ вышележащія породы; въ такомъ видѣ она легко можетъ быть вымыта изъ своего мѣста, а съ уменьшеніемъ массы, очевидно, легко можетъ образоваться въ вышележащихъ породахъ провалъ. Форма проваловъ въ этихъ образованіяхъ крайне своеобразна: иногда можно наблюдать форму конусообразныхъ холмовъ, съ происшедшими отъ провала правильными воронкообразными углубленіями на вершинѣ. Лучшій въ

этомъ отношеніи примѣръ представляетъ провалъ на островѣ Эзелѣ, углубленіе котораго настолько правильно и велико, что Вангенгеймъ-фонъ-Кваленъ описалъ его, какъ кратеръ стараго вулкана.

Движеніе воды по земной поверхности.

РАЗМЫВАНІЕ.

Дождь. — Водяные пары, сгущаясь въ форму капель, въ силу тяжести этихъ послѣднихъ выпадаютъ на земную поверхность. Самое паденіе капель воды оказываетъ уже размывающее дѣйствіе на земную поверхность. Достаточно наблюдать пространство земли, покрытое рыхлыми породами, чтобы удостовѣриться въ размывающемъ дѣйствіи дожде-

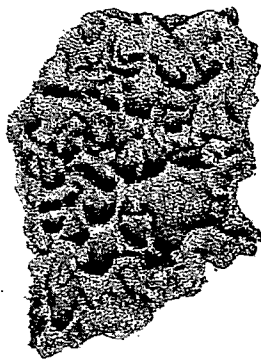


Фиг. 30. Карры или шратты изъ области развитія известняковъ въ Альпахъ (Геймъ).
Верхній рисунокъ — общій видъ ихъ; нижній — они же въ разрѣзѣ.

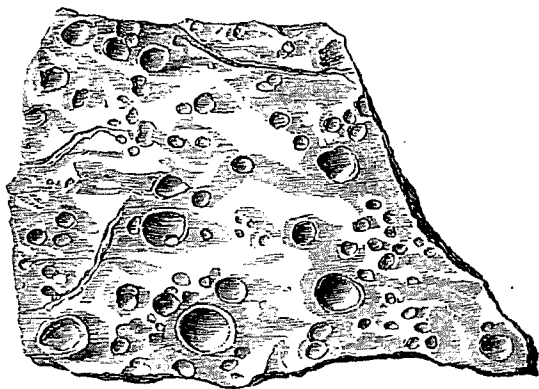
выхъ капель. На сырыхъ побережьяхъ водныхъ бассейновъ, въ особенности во время отлива, выпадающія капли дождя оставляютъ вполне ясные слѣды, по которымъ иногда можно даже съ достаточною отчетливостью дѣлать заключенія, былъ ли дождь прямой или косой, — судя по характеру оставленныхъ имъ углубленій. Даже изъ древнихъ геологическихъ образований (фиг. 32) имѣются примѣры ясно сохранныхъ отпечатковъ дождя, указывающіе и на самый характеръ отложенія такихъ осадковъ въ побережьяхъ водныхъ бассейновъ.

Непосредственное растворяющее вліяніе выпадающаго дождя, а параллельно съ этимъ и размываніе горной породы, особенно хорошо наблюдаются на породахъ, относительно легко растворимыхъ въ водѣ: на

известнякахъ и гипсахъ. Геймъ описываетъ въ Альпахъ области развитія известковыхъ породъ, которыхъ поверхности покрыты рядомъ углубленій и возвышеній, причеиъ послѣднія узки и остры, иногда же напоминаютъ острие ножа. Углубленія достигаютъ отъ 1 до 10 метровъ и то являются глубокими рывинами, то въ формѣ неправильныхъ ямъ. Въ Альпахъ такой разѣденной поверхности скаль дають наименованіе карровъ или шраттовъ (фиг. 30), и Геймъ различаетъ въ нихъ два главныхъ типа въ зависимости отъ того—является ли поверхность скаль сильно наклонною или горизонтальною. Въ первомъ случаѣ наблюдается господство многочисленныхъ, длинныхъ, параллельныхъ склоиу, рывинъ, въ послѣднемъ—вполнѣ неправильно расположенныя глубокія ямы и короткія борозды. Подобное же разѣданіе дождевою водою горной породы, хотя и не въ такихъ крупныхъ размѣрахъ, можно наблюдать и въ Крымскихъ горахъ, въ особенности тамъ, гдѣ развиты толщи мѣла (фиг. 31). Ко-



Фиг. 31. Разѣденная дождями поверхность мѣла изъ Крыма.

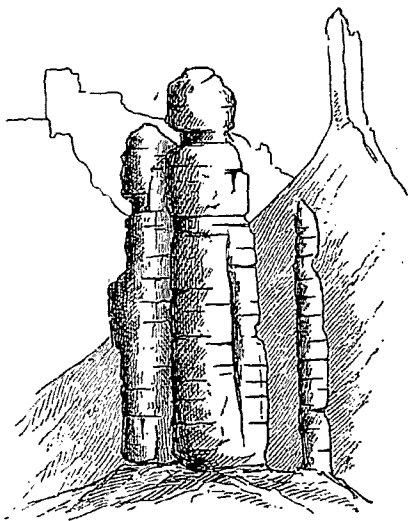


Фиг. 32. Отпечатки дождевыхъ капель каменноугольнаго періода.

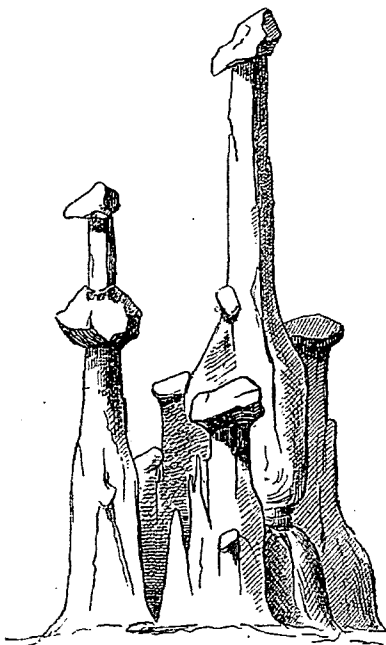
нечно, въ меньшей степени это разѣданіе должно отразиться на горахъ, образованныхъ твердыми, трудно-растворимыми горными породами, хотя и здѣсь нужно признать это одновременное растворяющее и размывающее вліяніе дождевой воды. Надо вообще замѣтить, что ожидать встрѣчи наиболѣе сильнаго разѣданія поверхности скаль возможно тамъ, гдѣ наблюдается значительное обиліе воды, вотъ почему шратты или карры Альпъ встрѣчаются въ наибольшомъ количествѣ и находятся въ различныхъ фазахъ образованія близъ снѣговой линіи.

На породы рыхлыя, легко размываемыя, дождь, безспорно, долженъ обнаруживать значительное разрушающее вліяніе. Капли дождя вымываютъ мелкій рыхлый матеріалъ, который сносится въ низменныя мѣста, а уцѣлѣвшія неразмытыя части могутъ представить крайне разнообразныя формы въ полной зависимости отъ характера горной породы. Крайне поучительно наблюдать размываніе земной поверхности каплями дождя въ томъ случаѣ, когда рыхлыя горныя породы представляютъ различіе въ величинѣ образующихъ ихъ обломковъ горныхъ

породъ; точно также различно размываніе и въ томъ случаѣ, когда различна степень цементировки горной породы (фиг. 33). Здѣсь нельзя не имѣть въ виду, что значительное разнообразіе получающихся этимъ путемъ формъ сохранившихся остатковъ горныхъ породъ отчасти обязано своимъ происхожденіемъ и движенію атмосферы, которая можетъ выдувать изъ горныхъ породъ болѣе мелкія части; въ особенности если порода предварительно подготовлена къ этому процессомъ вывѣтриванія, или представляетъ собою рыхлую массу, лишенную цементировки. Мы имѣемъ рыхлую мелкозернистую породу, въ которой заключены крупныя обломки горныхъ породъ. Выпадающія на такую поверхность капли



Фиг. 33. Столбы песчаника на Бѣлой рѣкѣ (Гайдень).



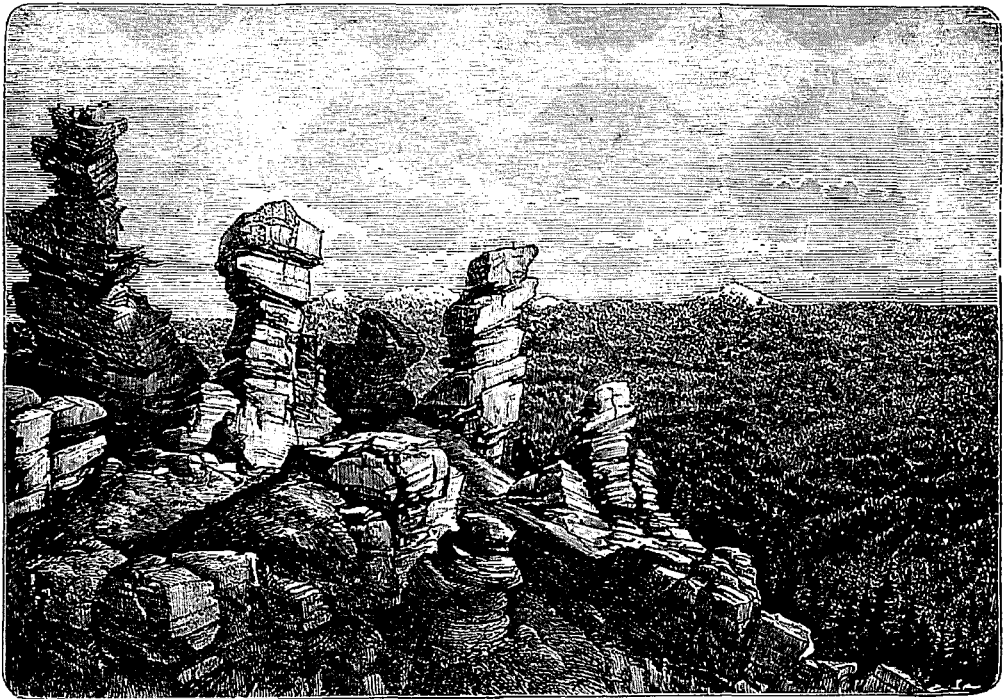
Фиг. 34. Пирамиды и отдѣльно сидящія валуны на Рио-Гранде (Гайдень).

дождя вымываютъ мелкозернистый матеріалъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ онъ не прикрытъ болѣе крупными обломками (фиг. 34), а потому, чрезъ извѣстный промежутокъ времени, защищенныя такими обломками мѣста сохранять лежащій подъ ними матеріалъ отъ размыванія и въ концѣ концовъ могутъ явиться въ формѣ изолированныхъ другъ отъ друга пирамидъ, вѣчающихся на вершинѣ крупными обломками горныхъ породъ.

Размываніе идетъ сильнѣе тамъ, гдѣ отдѣльныя капли соединяются въ струи воды и гдѣ этимъ послѣднимъ является возможность стекать изъ мѣстъ возвышенныхъ въ мѣста низменныя. Уже было показано раньше, что не вся вода стекаетъ по поверхности земли, а что часть ея просачивается въ эту послѣднюю. Опытномъ дознано, что количество просачивающейся въ землю воды находится въ прямой зависимости какъ

отъ характера почвы, такъ и отъ крутизны склона, по которому стекаетъ вода. Размывающее дѣйствіе текущей по поверхности воды можетъ быть изучаемо въ дѣятельности ручьевъ и рѣкъ, а также и въ движеніи воды болѣе крупныхъ водоемовъ.

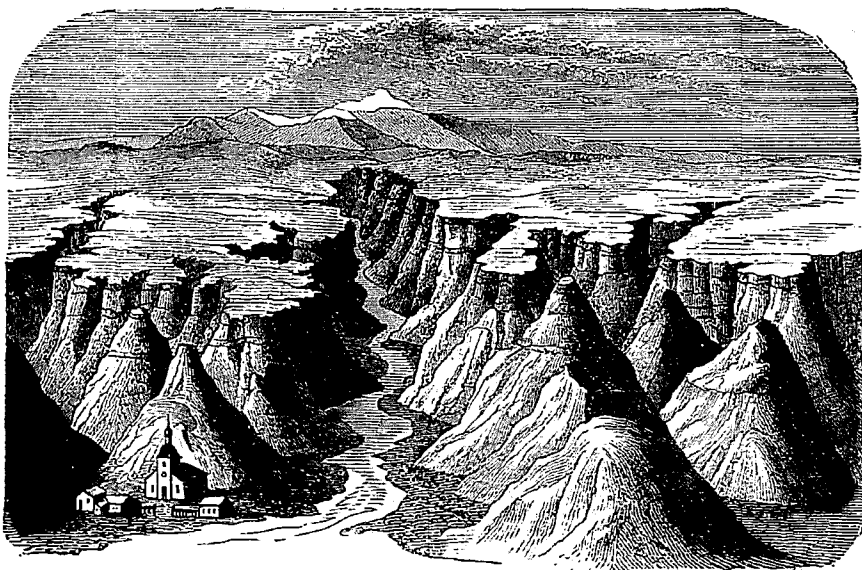
Овраги, балки и каньоны.—Одну изъ первыхъ фазъ размыванія земной поверхности текущею водою представляетъ образованіе овраговъ. Подъ именемъ послѣднихъ понимаютъ различной глубины канавообразныя промоины, обыкновенно идущія отъ водораздѣловъ въ мѣста болѣе низменныхъ и имѣющія круглыя и нерѣдко отвѣсныя стѣны. На югѣ Россіи отъ оврага отличаютъ балку, понимая подъ этимъ такія же



Фиг. 35. Гора Качканаръ на Уралѣ.

промоины, но съ пологими склонами, что, конечно, обусловлено позднѣйшимъ размываніемъ крутыхъ стѣнокъ овраговъ. Въ общемъ, система овраговъ и балокъ представляетъ своимъ расположеніемъ полное подобіе рѣчной системы; здѣсь также въ главные овраги впадаютъ побочные или притоки и т. д. Въ этомъ отношеніи Россія даетъ богатый матеріалъ для изученія этого явленія. Еще въ сороковыхъ годахъ нынѣшняго столѣтія Мурчисонъ во время своей поѣздки по Европ. Россіи, обратилъ вниманіе на то, что нигдѣ овраговъ не образуется такъ много, нигдѣ они не образуются такъ быстро, какъ въ Россіи. Дѣйствительно, почти вся южная Россія отъ береговъ р. Оки вплоть до побережья Чернаго моря имѣетъ всѣ благоприятныя условія для образованія овраговъ. Она является слабо спускающеюся къ Черному морю и перерыта массою овраговъ, изъ которыхъ нѣкоторые достигаютъ до 60 и болѣе метровъ

глубины. Почва здѣсь большею частью состоитъ изъ чернозема, налегающаго на песчанистую глину или глинистый песокъ съ примѣсью углекислой извести, называемой въ Россіи бѣлоглазкой, а на западѣ лёссомъ; такой мелкозернистый матеріалъ легко размывается водою. Весною, когда начинаютъ быстро таять огромныя массы снѣга, маленькіе ручейки превращаются въ бурные потоки; образующаяся вода стремится въ низменности и, встрѣчая образовавшіяся лѣтомъ въ черноземѣ трещины или иногда, на склонѣ, дорожную колею, направляется по нимъ и размываетъ рыхлую землю, образуя такимъ способомъ овраги. Въ черноземной полосѣ Россіи дороги приходится переносить ежегодно вслѣдствіе подобныхъ размываній и отодвиганія овраговъ вершиной въ



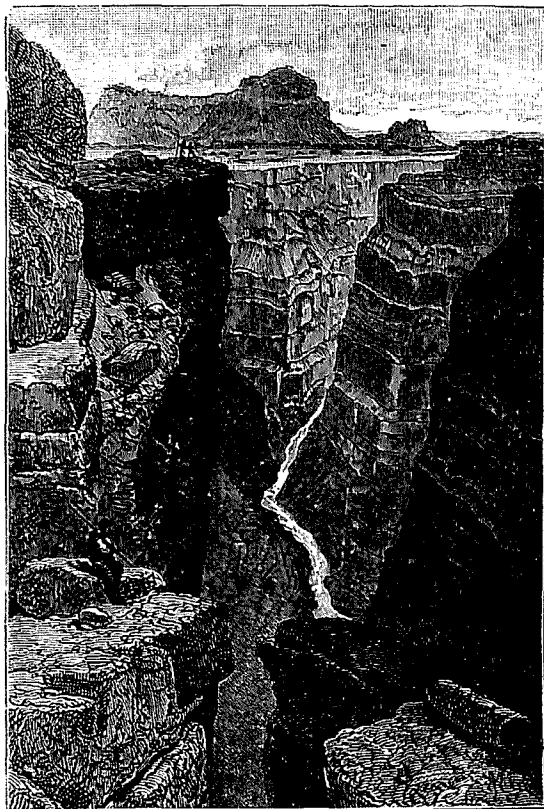
Фиг. 36. Овраги близъ Поруллены (въ Испаніи).

глубь водораздѣла. По наблюденіямъ Ляйэлла, одна изъ промоинъ въ 16 метровъ глубины образовалась въ теченіе 20 лѣтъ. Въ южной Россіи есть овраги (напр., въ Донецкой возвышенности) до 100 метровъ глубиной; промоитъ здѣсь не только лёссъ, но и коренныя породы. Интересный примѣръ размыванія и образованія овраговъ представляетъ одна изъ мѣстностей Испаніи близъ Поруллены, лежащей къ сѣверо-западу отъ Сьерры-Невада (фиг. 36).

Поразительное по своей грандіозности размываніе земной поверхности представляютъ на западѣ С.-Америки, въ штатахъ Аризонѣ, Утахѣ и Колорадо, такъ называемые каньоны. Подъ этимъ именемъ понимаютъ глубочайшіе овраги, изъ которыхъ нѣкоторые имѣютъ до 2,000 метровъ глубины, при 2000 англ. миляхъ длины и отъ 5—12 англ. миль ширины. Каньонъ ограничивается отвѣсными (фиг. 37), часто съ уступами, стѣнами, которыя отъ верховья все дальше и дальше отходятъ другъ отъ друга, постепенно образуя широкую долину, принимающую въ себя болѣе

мелкіе каньоны. Почти всегда на днѣ каньона бѣжитъ бурный потокъ, иногда даже цѣлая рѣка, какъ, напр., р. Колорадо, ушедшая при помощи глубокаго каньона глубоко отъ дневной поверхности. Въ средней Азіи подобнымъ образованіямъ даютъ названіе боми или буамами; въ Ферганской области есть каньоны до 1,000 метровъ глубины.

Овраги, балки и каньоны, измѣняя поверхность земли, имѣютъ вліяніе и на климатъ. Въ послѣдніе годы большой интересъ возбудило замѣтное осушеніе климата Европы. Вѣкъ доказалъ это рядомъ изслѣ-



Фиг. 37. Большой каньонъ долины Тороуипа.

дованій уровней рѣкъ и предложилъ нѣсколько средствъ для борьбы съ этимъ явленіемъ. Его изслѣдованія вызвали цѣлую литературу, но во всѣхъ изслѣдованіяхъ было упущено очень важное вліяніе образованія овраговъ и каньоновъ на климатическія условія. Если же припомнить значеніе канавъ, приводимыхъ для осушенія какой-либо мѣстности, то вліяніе овраговъ будетъ очевидно.

Представимъ плоскую страну опредѣленной величины, съ небольшимъ скатомъ въ одну сторону, и опредѣлимъ количество выпадающихъ на нее атмосферныхъ осадковъ и количество влаги, отдающейся испареніемъ. Представимъ далѣе, что при сохраненіи тѣхъ же самыхъ климатическихъ условій, поверхность этой страны раздѣляется оврагами. Это раздѣленіе увеличиваетъ поверхность испаренія, тогда какъ вся площадь

получаетъ атмосферныхъ осадковъ то же самое количество. Все это должно сильно вліять на климатъ, а слѣдовательно и на растительность, и тамъ, гдѣ прежде могли произрастать лѣса, теперь при измѣнившихся условіяхъ видна голая степь, а лѣса сосредоточились по окраинамъ овраговъ и въ нихъ самихъ (южн. Россіи), какъ бы стянулись туда за водою. Кромѣ этого, вода, приготовляя овраги, не только увеличиваетъ поверхность испаренія, но вліяетъ еще и инымъ способомъ. Тамъ, гдѣ склонъ небольшой, вода стекаетъ медленно и большая часть ея проникаетъ въ почву, которую и увлажняетъ. Не то при образованіи овраговъ: въ нихъ вода бѣжитъ быстро и не успѣваетъ проникнуть въ почву, а потому новые крутые склоны, образующагося оврага, должны стягивать воду со всей окрестности и способствовать болѣе быстрому ея стеканію, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда овраговъ здѣсь не было.

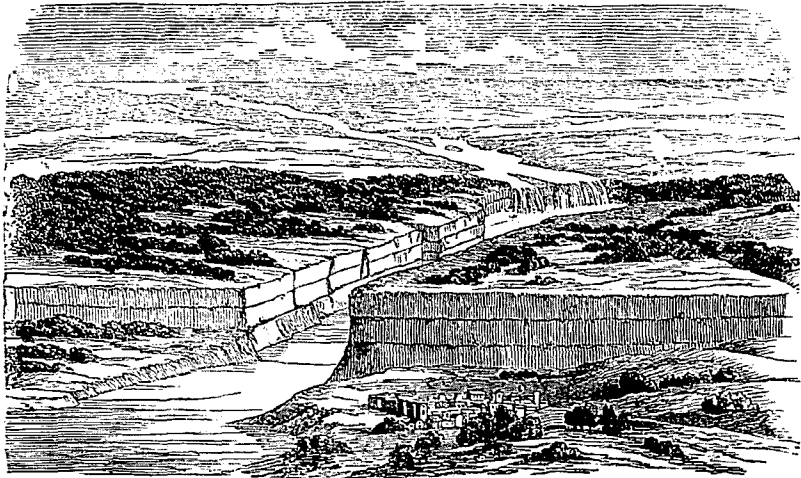
Источники, въ особенности бьющіе или восходящіе, сплошь и рядомъ, приближаясь къ дневной поверхности и встрѣчая близъ этой послѣдней породы рыхлыя, разбиваются на многочисленныя мелкія струи, которыя въ такой степени увлажняютъ почву, что здѣсь могутъ произрастать папоротники и другія любящія влагу растенія, тогда какъ въ ближайшихъ окрестностяхъ видна только степная растительность. Какъ извѣстно изъ практики, такія влажныя мѣста обыкновенно избираются для устройства колодцевъ. Наблюденія показали, что въ этихъ мѣстахъ можно добыть иногда нѣсколько десятковъ тысячъ ведеръ воды въ сутки, тогда какъ безъ колодца вся вода отчасти поглощалась растительностью, отчасти испарялась, отчасти, наконецъ, терялась въ почвѣ. Овраги, углубляясь въ почву, способствуютъ обнаженію на дневную поверхность водъ источниковъ, и открываютъ имъ болѣе легкую возможность стекать по крутому склону оврага, тогда какъ до ихъ образованія источники увлажняли почву снизу.

Рѣки.—Если овраги даютъ первый примѣръ размывающаго дѣйствія воды, то можно привести многочисленныя примѣры образованія глубокихъ промоинъ какъ въ рыхлыхъ, такъ и въ твердыхъ горныхъ породахъ, дѣйствіемъ текущей воды рѣкъ. Примѣръ сильнаго разрушающаго дѣйствія рѣчной воды можно привести слѣдующій. У западнаго подножья Этны протекаетъ р. Симето. Въ 1603 г., при изверженіи Этны, рѣка эта была запружена лавою; запруда вызвала сильнѣйшій разливъ въ верховья и когда уровень воды достигъ высоты запруды, вода стала переливаться и мало-по-малу размывать лаву; спустя около трехъ столѣтій, р. Симето проложила себѣ русло въ нѣсколько метровъ ширины и въ нѣкоторыхъ мѣстахъ до 16 метровъ глубины.

Такъ какъ размывающее дѣйствіе воды обусловлено извѣстною скоростью ея теченія по поверхности земли, то понятно, что чѣмъ больше скорость теченія, тѣмъ размывающее дѣйствіе выражается сильнѣе. Наибольшей скорости теченіе рѣкъ достигаетъ въ водопадахъ, гдѣ вода падаетъ съ отвѣсныхъ уступовъ.

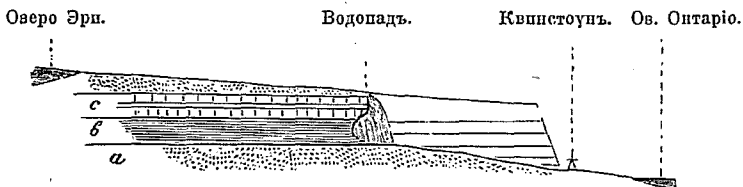
Классическій примѣръ въ этомъ отношеніи представляетъ Ніагарскій водопадъ (фиг. 38). Онъ находится на р. Ніагарѣ, между озерами

Эри и Онтарио, изъ которыхъ первое лежитъ выше второго на 100 метровъ, при разстояніи между озерами въ 32 англ. мили. Дно Ніагары до водопада имѣетъ небольшой склонъ и рѣка течетъ довольно спокойно; но въ послѣдствіи характеръ ея теченія измѣняется: она начинаетъ прыгать по скалистому и неровному дну и, наконецъ, падаетъ съ высоты 50 метровъ двумя рукавами, образуя одинъ изъ громаднѣйшихъ въ мірѣ



Фиг. 38. Общій видъ Ніагарскаго водопада.

водопадовъ. Низвергшись съ обрыва, Ніагара стремится съ большою скоростью по наклонному дну узкаго ущелья на пространство 7 миль. Глубина ущелья до 90 метровъ. Близъ города Квинстоуна скалы внезапно обрываются. Уже давно возникло предположеніе, что Ніагарскій водопадъ находился вначалѣ у того мѣста, гдѣ теперь стоитъ городъ Квинстоунъ, а слѣдовательно, отодвинулся на 7 миль къ озеру Эри,



Фиг. 39. Разрѣзъ Ніагарскаго водопада.
а—песчаникъ, б—рухлякъ и с—известнякъ.

причемъ и высота его значительно уменьшилась. Предположеніе это получило теперь характеръ несомнѣнной истины, на основаніи слѣдующихъ данныхъ. Ложе рѣки выше водопада образовано плотными известняками (фиг. 39), ниже которыхъ развитъ довольно рыхлый рухлякъ и песчаникъ. Низвергаясь съ толщъ известняка, вертикально падающія струи воды встрѣчаютъ мягкія породы, разбиваютъ и вымываютъ ихъ; известнякъ, не находя себѣ опоры, мало-по-малу обваливается. Въ прошломъ столѣтіи, именно въ 1818 и 1828 годахъ, Ніагарскій водопадъ произвелъ два страшныхъ обвала, которые поколебали окрестность на подобіе землетрясенія; но кромѣ этихъ особенно сильныхъ обваловъ, разрушеніе идетъ, конечно, и

постоянно. На рисункѣ, приложенномъ къ описанію водопада, сдѣланному въ 1628 г., значатся три русла водопада, тогда какъ въ настоящее время ихъ только два. Наконецъ, геологическія данныя несомнѣнно убѣждаютъ, что воды Ніагары текли хѣкогда въ мѣстности, которая была на 100 метровъ выше нынѣшняго русла. Между Эри и Квинстоуномъ въ наносѣ, расположенномъ полосами, параллельными берегу, встрѣчаются рѣчныя раковины, принадлежащія тѣмъ самымъ видамъ, которые и теперь еще живутъ въ водахъ р. Ніагары. Старались опредѣлить и скорость отступанія водопада къ верховью Ніагары, Бакуэль принимаетъ, что водопадъ ежегодно отступаетъ почти на пѣльй аршинъ, но Ляйэлль считаетъ болѣе вѣроятнымъ принимать за нормальную мѣру ежегоднаго отступанія одинъ футъ. Сообразно съ этимъ оказывается, что нужно было 35,000 лѣтъ для того, чтобы Ніагарскій водопадъ могъ отодвинуться отъ Квинстоуна до настоящаго своего положенія. Такой расчетъ можетъ считаться развѣ только приблизительно вѣрнымъ, потому что обвалы происходятъ не постоянно на одинаковое количество футовъ; слѣдовательно, здѣсь нѣтъ достаточно прочнаго масштаба для измѣренія. Приводимая Ляйэллемъ цифра, хотя и не точна, но во всякомъ случаѣ показываетъ громадность періода времени, потребнаго для отступанія водопада на семь миль къ верховью р. Ніагары.



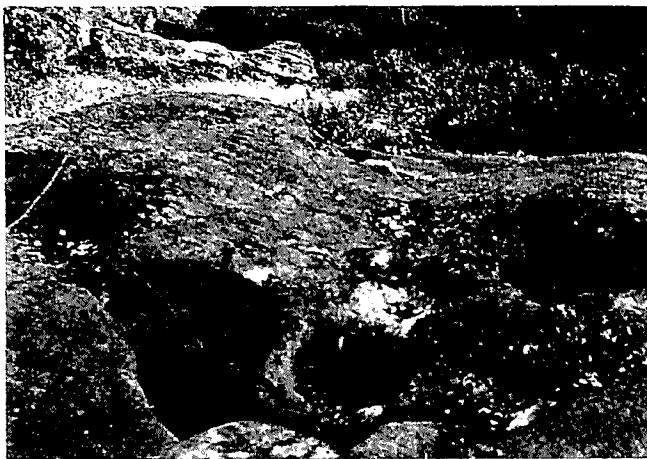
Фиг. 40. Водопадъ на известковыхъ породахъ.

Подобный же примѣръ представляетъ Нарвскій водопадъ. Конечно, высота его опредѣляемая всего въ 7 метровъ, много уступаетъ знаменитому Ніагарскому водопаду. Этотъ водопадъ лежитъ на р. Нарвѣ, въ разстояніи 12 километровъ отъ Финскаго залива, и также образуетъ два рукава, изъ которыхъ одинъ, восточный—болѣе широкій; берега и ложе рѣки образованы довольно твердыми известняками. По приблизительному расчету, сила Нарвскаго водопада опредѣляется въ 100.000 лошадиныхъ силъ. Ударяя въ ложе рѣки, вода образовала подъ водопадомъ ямы, глубиною отъ одного до полутора метровъ. Въ настоящее время вода Нарвскаго водопада эксплуатируется построенными около него фабриками, но отступаніе его, хотя и медленное, несомнѣнно продолжается.

Разрушительное дѣйствіе водопадовъ на дно рѣкъ обусловливается

какъ высокою паденіемъ водопада, такъ и самымъ характеромъ горныхъ породъ, образующихъ ложе рѣки. Если въ ложѣ — породы рыхлыя, легко размываемыя (Ниагара, Нарова), то дѣйствіе водопада обнаруживается скоро и легко. Но не однѣ только рыхлыя и мягкія породы подвергаются разрушительному дѣйствію водопадовъ. Эти послѣдніе вліяютъ даже на такія плотныя и компактныя образованія, какъ граниты и гнейсы. Для изученія этого явленія весьма подходящимъ матеріаломъ представляются водопады сѣверо-западной части Россіи.

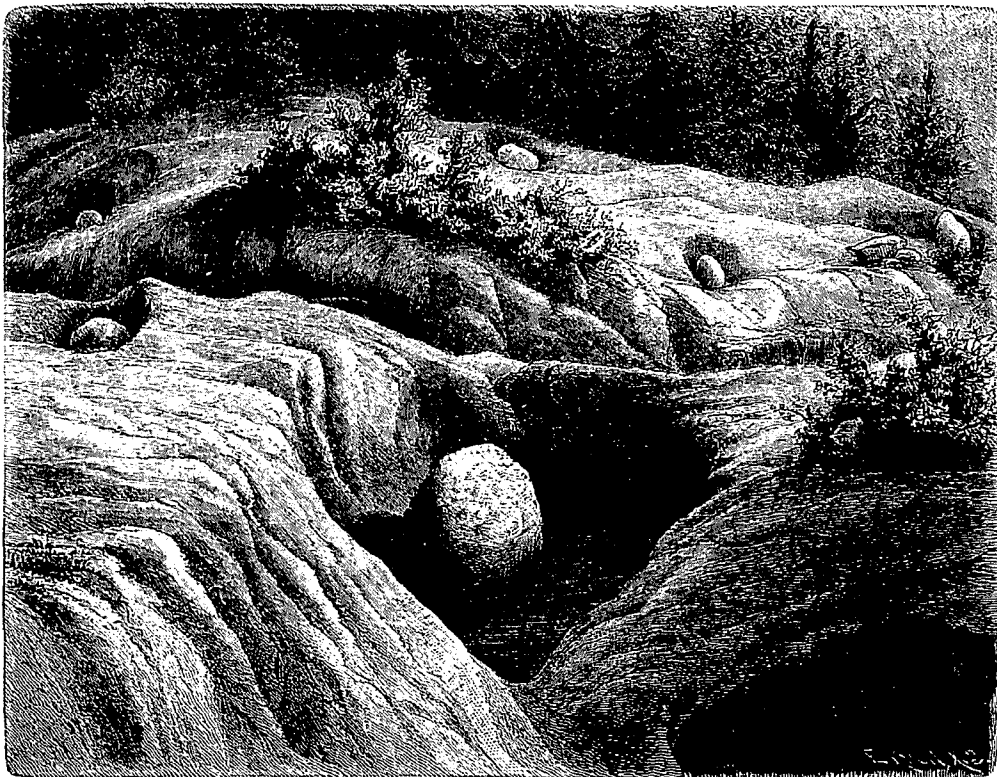
Недалеко отъ Петербурга находится водопадъ-порогъ Иматра, образуемый р. Вуоксою. Вуокса до своего впаденія въ Ладожское озеро протекаетъ рядъ озеръ. По выходѣ изъ озера Сайма, она начинается



Фиг. 41. Котлы въ старомъ руслѣ лѣваго берега Иматры.

падать по уступамъ на протяженіи 300 метровъ; высота паденія въ этомъ мѣстѣ достигаетъ 15 метровъ. Это и есть извѣстный водопадъ. Ложе рѣки образовано твердыми породами—гнейсами, не уступающими по твердости граниту. Ширина Вуоксы въ настоящее время около 20 метровъ и русло ея ограничено отвѣсными берегами, состоящими тоже изъ гнейсовъ. Есть указанія, что ложе Вуоксы было прежде значительно шире. На лѣвомъ, болѣе низменномъ, берегу рѣки скалы являются округленными, сглаженными. Долина ограничена обрывомъ, состоящимъ изъ породъ рыхлыхъ—сѣрыхъ глинъ. У подножія скалъ находятся такъ называемые котлы, представляющіе (фиг. 41) довольно правильныя или болѣе или менѣе расширяющіяся или суживающіяся книзу цилиндрическія углубленія въ днѣ рѣки. Правильность или неправильность формы обуславливается способомъ ихъ образованія. Вода, при вертикальномъ паденіи, встрѣчая на днѣ рѣки обломки скалъ, куски разрушенной горной породы, подвергаетъ ихъ вращательному движенію; такимъ образомъ сверлится дно рѣки и, смотря по продолжительности сверленія, глубина котловъ бываетъ различна. Иные встрѣчаются только въ зачаточномъ состояніи, другіе же достигаютъ болѣе метра глубины. Если въ сверленіи принимаетъ участіе одинъ камень,—углубленіе бываетъ пра-

вильное, цилиндрическое или коническое, а если нѣсколько, то книзу оно обыкновенно расширяется. Помимо сверленія дна отдѣльными камнями надо допустить, что ту же работу можетъ произвести низвергающаяся въ водопадѣ вода, несущая большой запасъ песку. При этомъ обыкновенно форма котла не будетъ представлять такой правильности какъ при обработкѣ дна камнями. Всѣ эти формы котловъ встрѣчаются и въ древнемъ ложѣ Вуоксы. Нахожденіе обточенныхъ водою скалъ и присутствіе котловъ доказываетъ, что здѣсь нѣкогда протекала рѣка, и



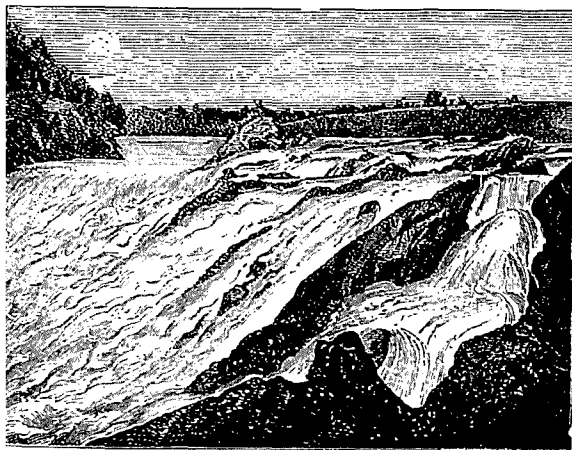
Фиг. 42. Исполинскіе котлы въ «Ледниковомъ саду», близъ Люцерна (въ Швейцаріи).

вмѣстѣ съ тѣмъ дѣлаетъ очевиднымъ могущественное дѣйствіе водопада на горныя породы. Благодаря его вліянію, Вуокса пробила себѣ дорогу въ гнейсовыхъ породахъ и вошла въ настоящее ложе.

У подножія многихъ сильныхъ водопадовъ обнаружены такіе, иногда исполинскихъ размѣровъ, котлы, достигающіе до 12 метровъ глубины. Такъ въ сухое лѣто 1857 г. уровень р. Рейна у Шаффгаузена стоялъ такъ низко, что обнаружилъ у подножія водопада множество исполинскихъ котловъ. Такіе котлы, какъ свидѣтели нѣкогда бывшихъ водопадовъ уже несуществующихъ рѣкъ, въ большомъ количествѣ извѣстны въ Швеціи, Норвегіи, у Рюдерсдорфа близъ Берлина. Особенно поражаетъ искусственная расчистка одного мѣста близъ Люцерна, въ Швейцаріи, получившаго названіе „Ледниковаго сада“ (фиг. 42), гдѣ не-

ровная поверхность покрыта множествомъ исполинскихъ котловъ съ сохранившимися внутри ихъ обатанными камнями.

Другой примѣръ дѣйствія водопадовъ въ сѣверо-западной Россіи можно видѣть на рѣкѣ Сѣверномъ Выгѣ, который беретъ начало въ Олонецкой губерніи, протекаетъ Архангельскую и впадаетъ въ Бѣлое море. Эта рѣка на пути своего теченія пробѣгаетъ довольно большое Выгъ озеро. Выходя изъ этого послѣдняго, она образуетъ три прекрасныхъ



Фиг. 43. Водопадъ Кивачъ на рѣкѣ Сунѣ, въ Олонецкой губерніи.

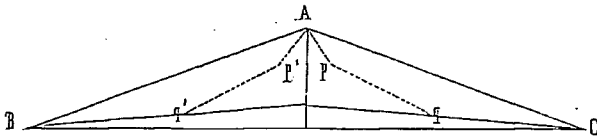
водопада. Кромѣ того водопады и пороги встрѣчаются и во многихъ другихъ мѣстахъ рѣки. Какъ и на Вуоксѣ, здѣсь можно наблюдать влѣво отъ нынѣшняго ложа рѣки старое ложе, характеризующееся тѣми же признаками: та же округленность скалъ, такіе же котлы наблюдаются и здѣсь. Дойдя до моря, С.-Выгъ низвергается въ него съ обрывистыхъ крутыхъ скалъ тремя рукавами, изъ которыхъ во время засухи одинъ пересыхаетъ; на днѣ его можно замѣтить тѣ же характерные признаки разрушительнаго дѣйствія водопада.

Въ Олонецкой же губерніи по теченію р. Суны есть нѣсколько водопадовъ извѣстныхъ подъ именемъ Гирвасъ, Поръ-порога и Кивача (фиг. 43). Образование всѣхъ этихъ водопадовъ обусловлено встрѣчею рѣкою Суною мощныхъ скалъ діорита, размывая которыя, водопады встрѣчаютъ крайне значительное сопротивленіе. Въ малую воду и здѣсь можно наблюдать обточенность скалъ и котлы.

Происхожденіе поперечныхъ долинъ въ горахъ. Происхожденіе овраговъ и дѣятельность водопадовъ интересны, между прочимъ, еще въ томъ отношеніи, что ими легко объяснить происхожденіе глубокихъ поперечныхъ долинъ, пересѣкающихъ такіе твердые края, каковы, напр., Альпы и другія горы.

Представимъ два склона крутой возвышенности (фиг. 44), по которымъ стекаетъ вода. Размывающее дѣйствіе ея скажется прежде всего тамъ, гдѣ вода будетъ собираться болѣе значительными ручьями, т.-е. въ нижней части склона, такъ что на поперечномъ разрѣзѣ края вмѣсто *АВ*—прямой линіи склона, мы получимъ линію кривую. При дальнѣйшемъ размывающемъ дѣйствіи воды будетъ происходить то же, что и въ оврагахъ, и въ извѣстный моментъ склонъ взятой возвышенности выразится

уже не линією AB , а совершенно другою $Ap'q'B$. Представимъ далѣе, что воды стекаютъ въ обѣ стороны; размывающее ихъ дѣйствіе обнаружится и тамъ, и здѣсь: въ результатѣ получается кряжъ $Bq'p'ApqC$ съ острою вершиною и меньшей высотой. Въ подобныхъ кряжахъ различаютъ обыкновенно три части: первая, наивысшая—часть водопадовъ Ap и Ap' , вторая—часть быстрого теченія pq и $p'q'$ и третья—спокойнаго теченія рѣки qC и $q'B$. Дальнѣйшее отступаніе области водопада можетъ идти въ томъ случаѣ, когда вершина кряжа не достигаетъ свѣговой линіи; въ этомъ случаѣ съ теченіемъ времени можетъ образоваться невысокій водораздѣлъ между долиной одного и долиной другого склона, который въ одно и то же время можетъ питать и рѣки двухъ противоположныхъ склоновъ. Пониженіемъ горныхъ кряжей, всецѣло зависящимъ отъ размывающаго дѣйствія стекающихъ водъ, можно объяснить происхожденіе поперечныхъ долинъ. Такихъ долинъ не мало въ Альпахъ. Тамъ находятъ мѣстности, питающія рѣки сѣвернаго и южнаго склоновъ. Хорошимъ примѣромъ въ данномъ случаѣ могутъ служить рр. Драва и Ренца, имѣющія крайне ничтожный водораздѣлъ—Тоблахъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ такія явленія имѣютъ важное значеніе: является возможность соединенія двухъ рѣчныхъ бассейновъ, принадлежащихъ къ совершенно различнымъ зоологическимъ областямъ: является, вмѣстѣ съ тѣмъ, возможность смѣшенія водныхъ фаунъ въ верхнихъ частяхъ рѣкъ, между тѣмъ, какъ въ низовьяхъ тѣхъ же самыхъ рѣкъ фауны еще различны. Явленія, близко подхо-



Фиг. 44. Схема образования поперечныхъ долинъ въ горахъ.

дѣнія къ описаннымъ, не чужды и странамъ равниннымъ, какова, напр., Россія. Въ южной Россіи нерѣдко встрѣчаются овраги, вдающіеся въ водораздѣлы. Если представить себѣ, что выше оврага лежитъ озеро, то оврагъ, постепенно увеличиваясь, можетъ съ теченіемъ времени подойти подъ него и спустить воду въ мѣста нижележація. Факты, подобныя этому, имѣютъ тотъ особенный интересъ, что указываютъ, какія иногда сложныя явленія могутъ быть вызваны крайне медленными и простыми процессами.

Законъ Бэра. Давно уже было замѣчено, что въ рѣкахъ, текущихъ по меридіану, правый и лѣвый берега различны. Палласъ, путешествуя по Европ. и Азіат. Россіи, впервые обратилъ на это обстоятельство должное вниманіе, онъ нашель, что у Волги, Оби, Енисея, Лены, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ рѣки эти текутъ по меридіональному направленію, правый берегъ—крутой, нагорный, лѣвый—пологий, луговой. Онъ объяснилъ это тѣмъ, что рѣка размываетъ правые берега, но отвѣтить на вопросъ, почему именно идетъ подмываніе только праваго берега, а не обоихъ одновременно, онъ не могъ. За разъясненіе этого вопроса взялся Бэръ. Онъ прослѣдилъ теченіе Волги и наблюденіями своими подтвердилъ показанія Палласа. Фактовъ, говорящихъ въ пользу подмыванія праваго берега и отступанія рѣки отъ лѣваго берега, много. Такъ, къ югу отъ Нижняго Новгорода, лежащаго, какъ извѣстно, на правомъ берегу Волги, находится монастырь на самомъ берегу рѣки. Этотъ берегъ былъ до того подмытъ, что его бросили обитатели, и дѣйствительно постройки обрушились въ воду. На мѣстѣ болѣе безопасномъ выстроили новый, но и этому угрожаетъ та же участь. Далѣе, городъ

Черный Яръ въ 1625 году былъ перенесенъ дальше отъ берега въ болѣе безопасное мѣсто, но со времени постройки обрушилась часть вала и цѣлый рядъ домовъ, обращенныхъ къ рѣкѣ. Въ настоящее время онъ находится на самомъ берегу рѣки и нѣкоторые дома уже обрушились въ воду. Лебяжинская станица, находящаяся также на правомъ берегу Волги, не мало потерпѣла отъ постояннаго размыванія берега: дома переносились или же обваливались.

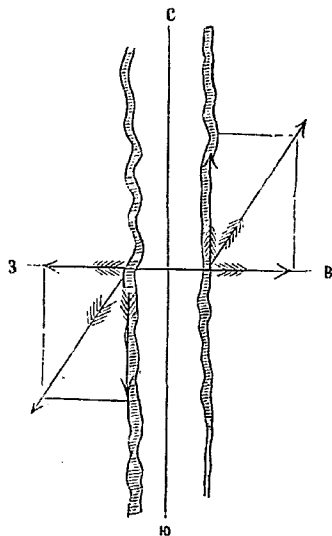
Относительно лѣваго берега существуютъ факты, доказывающіе съ несомнѣнною очевидностью отступаніе отъ него рѣки. Казань отстоитъ на три версты отъ Волги, между тѣмъ какъ въ самомъ городѣ наблюдается старый берегъ, бывшій прежде настоящимъ берегомъ Волги. Древніе Болгары, по показаніямъ путешественника Ибнъ Фослана, въ X столѣтіи, находились на самомъ берегу Волги и пользовались ея водою; въ настоящее время Болгары отодвинуты на восемь верстъ отъ рѣки, а все пространство, отдѣляющее ихъ отъ берега, занято густымъ лѣсомъ. Не менѣе интересенъ тотъ фактъ, что въ XVI столѣтіи Дженкинсонъ говоритъ какъ о судоходномъ рукавѣ Волги, самомъ восточномъ, а именно о Болдѣ. Олеарій, въ XVII столѣтіи, указываетъ на Иванчугъ, какъ судоходный въ его время. Въ царствованіе Петра Великаго является судоходнымъ уже Ярковское устье, а въ настоящее время Бахтемиръ. Переходя отъ рукава Болды къ Бахтемиру, можно послѣдовательно перейти отъ восточныхъ рукавовъ къ западнымъ, что указываетъ на постепенное уклоненіе и здѣсь Волги въ правую сторону. Всѣ эти примѣры показываютъ, что рѣка, подмывая правый берегъ, отступаетъ отъ лѣваго. На подробныхъ географическихъ картахъ Волги, во всѣхъ мѣстахъ, гдѣ теченіе ея совпадаетъ съ меридіаномъ, правый берегъ отгнѣненъ несравненно сильнѣе лѣваго, что означаетъ, что правый берегъ нагорный, крутой, лѣвый же, напротивъ, пологій, низменный. Про Уралъ, Донъ, Днѣпръ и Днѣстръ должно сказать то же самое: у всѣхъ поименованныхъ рѣкъ правый берегъ (западный) нагорный, лѣвый (восточный)—луговой. Аналогичное этому подмываніе праваго берега замѣчается и въ тѣхъ рѣкахъ, которыя текутъ по обратному направленію—отъ экватора къ полюсу, равно какъ и въ рѣкахъ южнаго полушарія, — гдѣ всегда подмывается лѣвый берегъ. У Сѣв. Двины, напр., правый берегъ (восточный) гористый, лѣвый (западный)—низменный, луговой. Правый берегъ р. Онеги—обрывистъ, лѣвый—отлогъ. Географическія карты показываютъ, что большинство селеній, цѣлыя массы деревень приходятся на долю праваго берега, между тѣмъ какъ на лѣвомъ ихъ почти совсѣмъ нѣтъ. Это легко объяснить тѣмъ, что жители строятъ дома на правомъ берегу въ защиту отъ наводненій, какимъ подвергается въ половодье лѣвый пологій берегъ. Подобное отступаніе въ сторону праваго берега замѣчено и на рѣкахъ, текущихъ по плотнымъ компактнымъ горнымъ породамъ, напр., въ Финляндіи, въ сѣв. части Олонецкой губ. и др. Оказывается, что влѣво отъ рѣки, какъ то видѣли раньше, весьма часто можно встрѣтить древнее русло съ округленными, обточенными водой скалами и котлами. Рѣки Онега, Печора, сѣверныя азіатскія рѣки

съ правымъ нагорнымъ берегомъ, лѣвымъ—луговымъ представляютъ не мало фактовъ, говорящихъ за отступаніе рѣкъ вправо.

Палласъ указываетъ на Якутскъ, находившійся прежде непосредственно на лѣвомъ берегу Лены, а нынѣ отстоящій на нѣсколько верстъ отъ него. Многія зданія Тобольска, расположеннаго на правомъ берегу Иртыша, находятся въ опасности быть подмытыми. Такимъ образомъ, фактъ подмыванія праваго берега и отступанія рѣкъ отъ лѣваго въ сѣверномъ полушаріи не подлежитъ сомнѣнію. Какая же причина этого явленія? Причина эта, какъ было уже замѣчено, выяснена Бэромъ. Подмываніе береговъ въ рѣкахъ, текущихъ по меридіану, онъ приписываетъ совокупному дѣйствию движенія земли вокругъ оси и движенію воды въ самой рѣкѣ. Скорость вращенія земли уменьшается по мѣрѣ удаленія отъ экватора; на полюсахъ она равна 0. Подъ экваторомъ скорость равна 5400 геогр. миль въ сутки, подъ 60° широты—вдвое меньше. Частицы воды въ рѣкахъ сѣвернаго полушарія, направляющихся по меридіану отъ полюса къ экватору, напр., въ Волгѣ, переходятъ изъ широтъ съ меньшею скоростью въ широты съ большею скоростью и вслѣдствіе того онѣ, удерживая нѣкоторое время скорость сообщеннаго движенія, будутъ отставать отъ движенія земли въ данной широтѣ; двигаясь по наклонной плоскости въ силу паденія воды и обладая извѣстною силою теченія, частицы воды направятся по равнодѣйствующимъ двухъ силъ—результатомъ чего будетъ подмываніе праваго берега, въ данномъ случаѣ западнаго (фиг. 45, лѣв. стор.).

Частицы воды въ рѣкѣ сѣвернаго полушарія, текущей по меридіану въ направленіи отъ экватора къ полюсу, переходя изъ широтъ съ большею скоростью въ широты съ меньшею скоростью, будутъ опережать движеніе земли и, подчиняясь равнодѣйствующей, ударятъ опять-таки въ правый берегъ—восточный (фиг. 45, прав. стор.).

Въ рѣкахъ южнаго полушарія, текутъ ли онѣ по меридіану отъ полюса къ экватору, или въ обратномъ направленіи, размывается лѣвый берегъ. Законъ отклоненія движенія въ сѣверномъ полушаріи въ правую сторону, въ южномъ—въ лѣвую, получилъ названіе закона Бэра. Въ рѣкахъ другихъ странъ законъ Бэра проявляется въ большей или меньшей силѣ; Нилъ (по Минутולי), Индъ (по Риттеру), Рейнъ, между Базелемъ и Гермесхеймомъ, Гангъ, Евфратъ, Ориноко, Миссисипи подмываютъ правые берега; система Ла-Платы подмываетъ лѣвый берегъ и служитъ въ этомъ отношеніи прекраснымъ примѣромъ для рѣкъ южнаго полушарія.



Фиг. 45. Схема закона Бэра для рѣкъ сѣв. полушарія въ случаѣ, когда сила движенія воды въ рѣкѣ больше силы вращенія земли.

Законъ Бэра примѣнимъ также къ морскимъ проливамъ и теченіямъ. Въ Татарскомъ проливѣ, между островомъ Сахалиномъ и восточнымъ берегомъ Азіи, теченіе идетъ съ сѣвера на югъ. Уже заранѣе, зная эффектъ, производимый въ рѣкахъ этимъ явленіемъ, можно заключить, что правый берегъ (материка) гористъ, лѣвый (острова Сахалина)—отлогій. Такъ оно и есть на самомъ дѣлѣ. Въ проливахъ, соединяющихъ Черное море съ Мраморнымъ и послѣднее съ Средиземнымъ, теченіе идетъ съ сѣвера на югъ и, въ силу того же обстоятельства, европейскій берегъ крутъ, азіатскій пологъ.

Изъ морскихъ теченій прекраснымъ примѣромъ можетъ служить Гольфштремъ. Выходя изъ Мексиканскаго залива и подчиняясь законамъ теплыхъ морскихъ теченій, большая часть Гольфштрема направляется прямо къ сѣверу и, не встрѣчая препятствій и повинаясь закону Бэра, отклоняется въ правую сторону, достигаетъ западныхъ предѣловъ Европы и значительно повышаешь температуру омываемыхъ имъ частей материка.

Подтвержденіе справедливости закона Бэра можно видѣть также на рельсахъ желѣзныхъ дорогъ, имѣющихъ меридіональное направленіе и два пути. Правый рельсъ (въ сѣв. полш.) стирается, портится быстрѣе лѣваго. Объяснить это очень легко тѣмъ, что поѣздъ при движеніи отклоняется вправо и вслѣдствіе этого съ большею силою давитъ на правый рельсъ. По той же причинѣ чаще наблюдается и сходъ желѣзнодорожныхъ поѣздовъ въ опредѣленную, т.-е. правую, сторону.

Бабинэ, разбиравшій этотъ вопросъ, показалъ, что въ силу вращенія земли вокругъ оси отклоненіе всякаго тѣла, удерживающаго хотя нѣкоторое время скорость сообщеннаго ему движенія, должно наблюдаться на земной поверхности. Имъ вычислено, что во Франціи, если тѣло будетъ удерживать въ теченіе восьми часовъ скорость сообщеннаго ему движенія, то въ это время, въ силу указанной причины, оно отклонится отъ первоначальнаго своего направленія на 90° . Бабинэ далъ формулы для вычисленія линейнаго и углового уклоненія. Обозначая чрезъ a скорость вращенія земли, чрезъ b — скорость сообщеннаго движенія, чрезъ w географическую широту, получимъ $ab \sin. w$ — величину линейнаго уклоненія, и $a \sin. w$ — углового.

Законъ Бэра очень важенъ. Благодаря ему, можно объяснить происхожденіе крайне широкихъ долинъ; здѣсь размываніе идетъ медленно, но постоянно. Вода, отступая вправо въ сѣверномъ полушаріи, влево — въ южномъ, образуетъ обширныя заливныя долины шириною въ нѣсколько десятковъ верстъ. До открытія закона Бэра образованіе такихъ долинъ часто приписывали морскимъ теченіямъ. Предполагали, что здѣсь нѣкогда было море и что морскія теченія будто бы и разрушали горныя породы, образуя широкія долины.

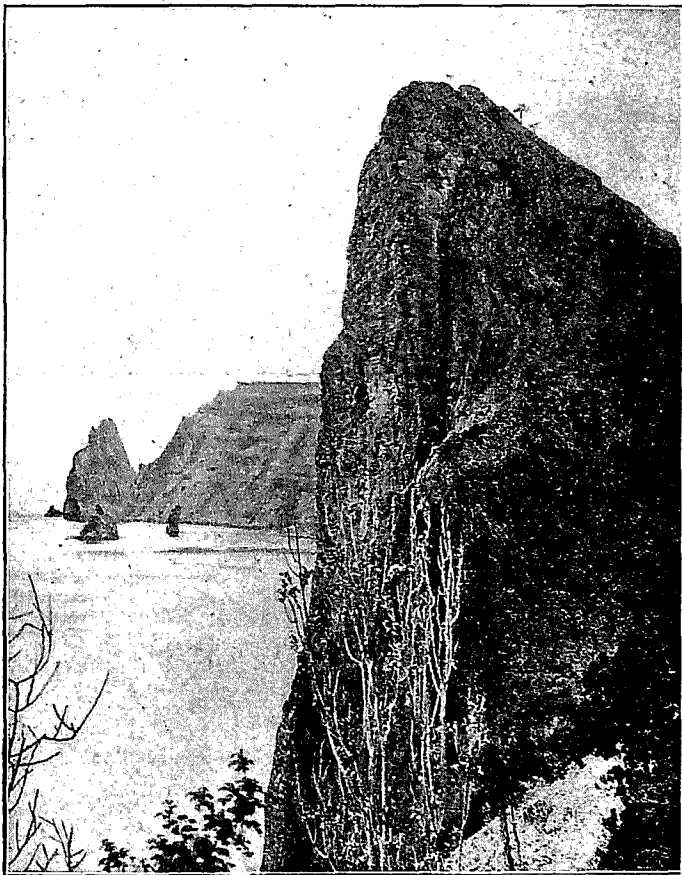
Размывающая сила воды проявляется не только въ побережья рѣкъ, но и въ побережья болѣе крупныхъ бассейновъ, каковы озера, моря и океаны. Подобныя размыванія могутъ быть вызваны: дѣйствіемъ вѣтра на поверхность воднаго бассейна, а также приливо-отливомъ и морскими теченіями.

Береговая волна.—Вѣтеръ, ударяясь о легко подвижную поверхность воднаго бассейна, производитъ на ней, какъ извѣстно, волны. Волны, направляясь къ берегу и ударяясь объ этотъ послѣдній, должны обнаружить на немъ результаты своего дѣйствія въ видѣ размыванія. Конечно, наиболѣе сильному размыванію благопріятствуютъ особыя геологическія условія, т. е. для этого необходимо (фиг. 46), чтобы въ области удара волны лежали горныя породы рыхлыя, легко размываемыя. Примѣровъ подобнаго рода размываній находятъ множество. Въ побережьи Эстляндіи можно наблюдать во многихъ мѣстахъ такое размываніе въ заплескахъ. Напр., гора Вайвара, лежащая близъ м. Мерекюля, на



Фиг. 46. Размываніе береговою волною слоистыхъ горныхъ породъ.

а—породы твердыя, b—рыхлыя, с—обломки верхнихъ породъ и d—береговая волна.



Фиг. 47. Размываніе изверженной породы береговою волною. Мысъ Оіолентъ у Георгіевскаго монастыря въ Крыму.

южномъ берегу Финскаго залива, слагается вверху изъ твердыхъ известняковъ, внизу, въ области удара волны, изъ песчаниковъ и глинъ, т. е.

изъ породъ, легко размываемыхъ. Ударяясь объ эти послѣднія, волны вымываютъ песокъ и глину, а вышележащія известняки, не находя себѣ опоры, обваливаются. Южное крутое побережье Финскаго залива сильно страдаетъ отъ такого подмыванія, и малку Балтійскаго порта грозитъ значительная опасность быть низвергнутымъ въ море.

Подобное же подмываніе замѣчается и въ другихъ мѣстахъ. Собраны данныя, съ наглядностью свидѣтельствующія о значительныхъ захватахъ, производимыхъ морями у материковъ. Достоверно извѣстно, что Йоркширскій берегъ Англій потерялъ полосу земли въ одну милю шириной и въ 12 метровъ высоты со времени норманскаго нашествія и двѣ мили въ ширину—со времени занятія Йорка римлянами. То же самое произошло и съ берегами Норфолка и Суффолка, гдѣ волна отнимаетъ отъ берега полосу шириною около одного метра въ годъ. Въ этой мѣстности



Фиг. 48. Состояніе острова Гельголандъ въ 9, 14 17 столѣтіяхъ.

берегъ представляетъ внизу глины и пески, выше которыхъ лежитъ толща обыкновеннаго пишущаго мѣла; отъ размыванія нижняго слоя происходятъ обвалы. По берегамъ Ламанша ежегодную потерю отъ подмыванія опредѣляютъ до 2 метровъ. Восточный берегъ Америки теряетъ ежегодно полосу земли равную 2,7 метра шириной.

Особенно поучительный историческій примѣръ представляетъ островъ Гельголандъ (фиг. 48). Сохранились карты этого острова, относящіяся къ IX, XIV и XVII столѣтіямъ. Въ IX столѣтіи онъ представлялъ большую площадь, въ юго-западной части которой находилась довольно возвышенная мѣстность. Островъ былъ заселенъ; тамъ было построено Римлянами нѣсколько крѣпостей. Къ XIV столѣтію островъ уменьшился почти вчетверо: сохранилась только возвышенная юго-западная часть. Въ XVII столѣтіи возвышались только два скалистыхъ острова, между

которыми вода образовала проливъ. Въ настоящее время островъ состоитъ изъ тѣхъ же двухъ утесовъ съ болѣе широкимъ проливомъ между ними. Такимъ образомъ, въ теченіе короткаго сравнительно промежутка времени островъ потерялъ, въ силу размыванія, значительный участокъ суши. Размываніе здѣсь обусловливается исключительно прибоемъ волнъ.

Приливы и отливы.—Совершенно параллельно размыванію берега волною въ заплескахъ, размываніе можетъ идти и въ зависимости отъ приливовъ и отливовъ. Въ океанахъ приливы и отливы бываютъ сильнѣе, чѣмъ въ средиземныхъ моряхъ; напр., Средиземное море имѣетъ сравнительно ничтожный приливъ отъ одного до пяти футовъ, Бѣлое море—отъ трехъ до пяти. При приливахъ волна наступаетъ отъ моря на берегъ и затѣмъ отходитъ въ море. Этимъ явленіемъ должно вызываться разрушеніе берега. Впечатлѣніе будетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ болѣе удобныя для разрушенія геологическія образованія слагаютъ берега. Если въ основаніи лежатъ горныя породы, легко разрушаемыя, и прибой будетъ ихъ размывать, то вышележація горныя породы должны обваливаться. Если берегъ скалистъ, то прибойная волна будетъ сглаживать и округлять неровности. Въ побережьяхъ сѣверной Норвегіи и на Кольскомъ полуостровѣ можно наблюдать это послѣднее явленіе, потому что здѣсь побережье образовано твердыми горными породами. Сглаженность и округленность замѣчается до высшей линіи прибоа. Далѣе, за линіей прибоа, скалы носятъ на себѣ другой характеръ,—онѣ угловаты, и такое ихъ состояніе обусловлено атмосфернымъ вліяніемъ. Въ то время, какъ въ рѣкахъ замѣчается постоянное подтачивающее дѣйствіе на породы, здѣсь оно—периодическое: извѣстный промежутокъ времени берегъ бываетъ свободенъ отъ прибоа. Подобныя явленія особенно выступаютъ рельефно тамъ, гдѣ приливы сильнѣе. Самые сильныя, какъ выше было сказано, бываютъ въ океанахъ, въ средиземныхъ же моряхъ они гораздо меньше. Для примѣра можно взять Бѣлое море и Ледовитый океанъ. Въ первомъ—приливъ отъ 0,9 до 1,5 метр., ближе къ Ледовитому океану онъ увеличивается; у „Трехъ острововъ“ высота его уже 6,7 метр., у Мезени, еще восточнѣе, замѣчается грандіозный приливъ: волна, высотой въ 7,6 метра, идетъ на берегъ и разбивается у него. Жители этой мѣстности пользуются приливомъ и переѣзжаютъ во время его чрезъ устье рѣки. У устья Темзы приливъ достигаетъ 5,4 метра. Въ Атлантическомъ океанѣ обыкновенный приливъ не превышаетъ 3—3,6 метра; близъ Ливерпуля высота его доходитъ до 9,9 метра у Кингъ-Рода—12,8 м. п, наконецъ, у Чипсто—до высоты 15,2 и даже 21,9 метровъ.

Морскія теченія.—Казалось бы страннымъ, какъ можетъ размывать твердую поверхность земли морское теченіе? Оно свободно течетъ въ предѣлахъ океана и ограничивается съ обѣихъ сторонъ водою. Но такъ происходитъ на поверхности. Не слѣдуетъ забывать, что, кромѣ теченій на поверхности, есть теченія внизу; кромѣ теплыхъ верхнихъ, есть холодныя нижнія, которыя размываютъ осадки, находящіяся внизу, на днѣ морскомъ. Нѣкоторыя изъ теплыхъ теченій, какъ извѣстно, имѣютъ

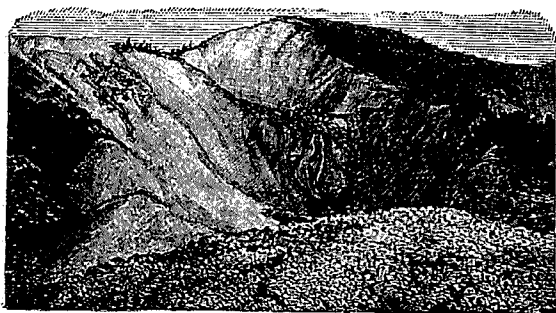
внизу обратное теченіе съ сѣвера на югъ. Морскія теченія имѣютъ крайне различную длину и ширину, причемъ послѣдняя достигаетъ иногда до 1,500 километровъ. Скорость теченій равняется обыкновенно 4—8 километрамъ въ часъ; если теченіе входитъ въ проливъ, то скорость его замѣтно увеличивается. Эти цифры могутъ показать, какой значительной размывающей и переносною силою обладаютъ морскія теченія. Если принять во вниманіе ширину подводныхъ теченій, то безспорно, дѣйствіе ихъ на осадокъ, образующійся на днѣ моря, должно быть значительно. Такимъ способомъ можно объяснить происхождение наиболѣе значительныхъ по ширинѣ долинъ, къ которымъ законъ Бэра не приложимъ.

ОБРАЗОВАНИЕ ОСАДКОВЪ.

Переносная сила воды.—Еще болѣе рельефно обнаруживается разрушающая сила текущей воды при взглядѣ на осадки, какъ продукты размыванія. Нужна, сравнительно, небольшая скорость теченія, чтобы вода могла переносить механически-взвѣшенный матеріалъ. Такъ, уже при скорости теченія равной 0,07 метра въ секунду, вода переноситъ мелкую муть. Понятно, что скорость въ рѣкѣ обуславливается величиною ея паденія, то-есть, чѣмъ круче уголъ паденія рѣки, тѣмъ большею силою она обладаетъ и тѣмъ больше можетъ переносить механически-взвѣшеннаго матеріала; это видно изъ слѣдующаго: мелкій песокъ переносится при скорости теченія, равной 0,152 метра въ секунду, крупный песокъ—0,203 метра, округленная галька—0,609 метра въ секунду и, наконецъ, обломки горной породы, величиною съ куриное яйцо, катятся по дну рѣки при скорости теченія равной 0,914 метра въ секунду.

Въ горныхъ странахъ, гдѣ скорость теченія ручьевъ и рѣкъ весьма велика, передвиженіе твердаго матеріала поразительно. Руслу потоковъ бывають завалены округленными обломками горныхъ породъ величиною съ человѣческую голову и болѣе. Въ Альпахъ наблюдались случаи, когда, при внезапномъ разливѣ горныхъ ручьевъ, передвигались внизъ по теченію, правда, на небольшія разстоянія, цѣлыя скалы въ нѣсколько тысячъ кубическихъ футовъ, какъ напримѣръ, было въ 1828 г. въ долинѣ Банъ. Такимъ же примѣромъ могутъ служить и внезапные потоки въ горахъ, вызванные или быстрымъ таяніемъ снѣговъ, подъ вліяніемъ продолжительныхъ теплыхъ вѣтровъ, или сильными ливнями. Нахожденіе на склонахъ горъ рыхлыхъ породъ, не прикрытыхъ лѣсомъ, но по своей крупнозернистости недоступныхъ для смыванія обыкновенными дождевыми потоками, доставляетъ обильный матеріалъ для размыванія такими внезапными скопленіями запасовъ воды, причемъ образуются грозные, кашеобразные, глинисто-каменные потоки, спускающіеся въ мѣста болѣе низменныя и способные затопить собою мѣстность на большія разстоянія. Руффъ, изучившій эти явленія въ Швейцаріи, назвалъ такіе внезапные потоки камней и грязи мурами (Muren и Murgrüche); для русской терминологіи ихъ можно было бы назвать оплывинами.

При образованіи муръ различаютъ три ея части: область питанія муръ или воронку (фиг. 49), представляющую собою котлообразное углубленіе, прорѣзанное многими бороздами, сходящимися ко дву ея и сливающимися въ общій потокъ, такъ называемую шею или выводной каналъ муръ. Шея муръ обыкновенно представляетъ узкое и часто глубокое ущелье и тамъ, гдѣ оно расширяется, происходитъ отложеніе рыхлыхъ массъ, образующихъ третью часть муръ—коническій наносъ, иначе щебневой или илистый конусъ (фиг. 50). При неожиданномъ появленіи запасовъ воды въ области питанія муръ, рыхлый матеріалъ быстро пропитывается водою, становится тяжелымъ и начинаетъ скользить внизъ. Густая масса, состоящая приблизительно изъ двухъ третей грязи, щебня и каменныхъ глыбъ и одной части воды, спускаясь ко дну воронки, выходитъ оттуда въ шейку или отводной каналъ муръ, нерѣдко въ нѣсколько приемовъ и, подмывая стѣны, вызываетъ часто въ нихъ обвалы и оползны. За остановкою муръ, нерѣдко, продолжающіе выпадать дожди вызываютъ новый прорывъ ея, сопровождающійся грохотомъ и трескомъ и, наконецъ, масса находить выходъ въ долину, гдѣ обыкновенно разливается и отлагается вѣерообразно, погребая на своемъ пути все, что встрѣтитъ потокъ. Такія явленія довольно обыкновенны среди горъ и въ особенности въ этомъ направленіи извѣстно много фактовъ изъ Альпійской цѣпи. Такимъ явленіемъ была вызвана страшная катастрофа, охватившая въ 1882 году южный Тироль, Каринтію и Венеціанскія Альпы, причемъ въ бассейнахъ рр. Дравы, Гайля, Ріенца, Эча и др. произошли страшныя опустошенія. Въ 1891 г. въ долину Гандербаха, въ южномъ Тиролѣ, грозная муръ въ нѣсколько минутъ разрушила часть деревни и погубила нѣсколько жителей,



Фиг. 49. Область питанія муръ, происшедшей по р. Алматинкѣ во время землетрясенія въ г. Вѣрномъ.



Фиг. 50. Коническій наносъ, обусловленный муромъ.

Не менѣе поразительный примѣръ передвиженія крупныхъ обломковъ горныхъ породъ и обусловленнаго имъ округленія этихъ обломковъ, представляетъ дѣйствіе морского прибоя, что можно наблюдать на примѣръ, на южномъ берегу Крыма, близъ горы Кастель. Кастель состоитъ изъ плотной вулканической породы, которая отъ вывѣтриванія разрушается, и куски ея, отваливаясь, падаютъ къ подножію горы; во время прибоя волны съ такою силою захватываютъ и вращаютъ эти обломки, что на далекомъ разстояніи можно слышать шумъ и грохотъ отъ ихъ вращенія. На значительномъ протяженіи побережья здѣсь можно видѣть округленные обломки горныхъ породъ, имѣющіе до 0,3 метра въ діаметрѣ.

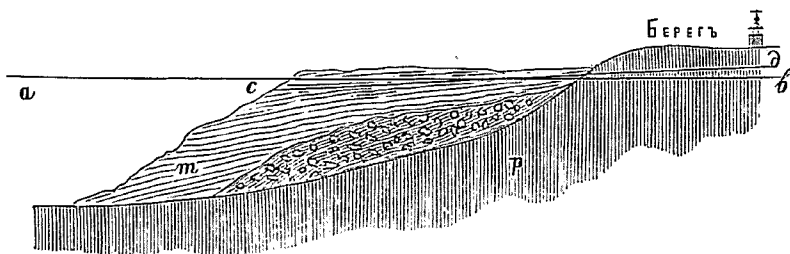
Механически-взвѣшенный матеріалъ несется водою, пока сила ея теченія не будетъ парализована; въ этомъ случаѣ переносная сила воды уничтожается и происходитъ отложеніе осадка.

Осадки въ рѣкахъ.—Такъ какъ скорость теченія воды въ рѣкѣ неравнобѣрна, то и рѣки въ различныхъ частяхъ своего русла несутъ неодинаковое количество механически-взвѣшеннаго матеріала. На скорость теченія вліяетъ не только ложе рѣки, но, какъ дозано въ новѣйшее время, и воздухъ. Опредѣленіе наибольшей скорости теченія воды въ р. Миссисипи показало, что наибольшая скорость, какъ о томъ предполагали раньше, находится не на самой поверхности въ срединѣ рѣки, а приблизительно въ разстояніи $\frac{3}{10}$ глубины отъ поверхности. Опредѣленіе всего количества механически-взвѣшеннаго матеріала, несомато рѣкою, представляетъ крайне значительныя затрудненія. Для такого опредѣленія надо знать полный разрѣзъ ея ложа, количество воды, проходящей въ извѣстный промежутокъ времени въ извѣстномъ мѣстѣ этого разрѣза, и количество твердаго матеріала въ опредѣленномъ объемѣ воды. Изъ такихъ наблюденій обнаружались слѣдующія количества матеріала, выносимаго нѣкоторыми рѣками:

Рейвъ	выносить	ежегодно	около	2	млн.	куб.	метровъ	осадка.
Ниль	»	»	»	106	»	»	»	»
Миссисипи	»	»	»	129	»	»	»	»
Аму-Дарья	»	»	»	448	»	»	»	»
Гангъ	»	»	»	490	»	»	»	»
Желтая рѣка	»	»	»	494	»	»	»	»

Вычислено, что изъ всего количества твердаго матеріала, выносимаго ежегодно Рейномъ, въ теченіе 5,000 лѣтъ можно было бы сложить кубическую милю осадка; изъ осадковъ же, выносимыхъ нашими тремя громаднми сибирскими рѣками Обью, Енисеемъ и Леною, черезъ 500 лѣтъ можно было бы сложить кубъ, стороны котораго запли бы 7,4 мили. Всѣ эти цифры свидѣтельствуютъ, что размываніе, производимое, рѣками, громадно. Осадокъ, несомый водою, будетъ передвигаться цѣликомъ до тѣхъ поръ, пока вода сохраняетъ первоначальную скорость движенія. Меньше всего осадка образуется въ рѣкахъ съ одинаковою скоростью теченія. Больше же всего должно образоваться осадка, разумѣется, у устья рѣки, такъ какъ тамъ теченіе сразу прекращается. Туда сносятся, по преимуществу, мелкія частицы, а болѣе крупныя отлагаются въ рѣкахъ. Вотъ почему гравій (окатанный крупный песокъ) представляетъ типичную горную породу, выстилающую рѣчныя долины. Осадокъ, отлагаемый на берегахъ рѣкъ, называется побочнымъ, а среди рѣки—осередкомъ. Подробно изучено правильное образованіе мелей чрезъ осажденіе уносимаго теченіемъ матеріала въ Рейнѣ; въ немъ наибольшая скорость идетъ по извѣстной кривой; во всѣхъ мѣстахъ внѣ этой кривой, имѣющихъ болѣе слабое теченіе, образуются, вслѣдствіе осажденія переносимаго матеріала, мели и острова; мели отъ измѣненія направленія линіи наискорѣйшаго теченія могутъ быть снова смыты и образованы въ другомъ мѣстѣ рѣки. Этимъ послѣднимъ обстоятельствомъ объясняется и образованіе на Волгѣ такъ называемыхъ перекатовъ,—мелей, исчезающихъ и опять появляющихся въ различныхъ мѣстахъ рѣки.

Дельты.—Наибольшее количество осадковъ отлагается въ мѣстахъ, гдѣ скорость теченія приближается къ нулю; этимъ обусловлено образованіе при устьяхъ рѣкъ такъ называемыхъ дельтъ. Если представить себѣ разрѣзъ устья рѣки (фиг. 51), впадающей въ болѣе значительный водный бассейнъ, то понятно, что скорость теченія воды здѣсь уменьшится сразу до нуля. Результатомъ явится у самаго устья отложеніе осадка, который будетъ выполнять глубину озера или моря въ томъ мѣстѣ, гдѣ впадаетъ рѣка. Чѣмъ больше выноситъ рѣка механически-взвѣшеннаго матеріала, тѣмъ больше будетъ отлагаться осадка и тѣмъ скорѣе будетъ выполнена глубина. Отсюда слѣдуетъ, что дельтовые образованія должны представлять низменные, болотистыя, а иногда значительную часть года залитыя водою мѣстности. Только тамъ, гдѣ дельтовый осадокъ образовался давно и гдѣ рукава рѣки успѣли углубить себѣ русло, дельта обнажена и непосредственно доступна изученію. Изъ вышесказаннаго можно видѣть, что дельты могутъ быть двухъ родовъ: надводныя и подводныя, т.-е. не выступившія изъ-подъ моря. Причины, обусловливающія



Фиг. 51. Схема образованія дельты.

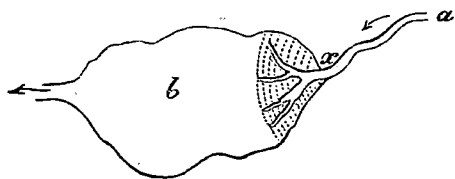
ab—уровень моря, cd—ложе рѣки, m—осадокъ дельты, р—коренныя породы.

выступаніе дельтового осадка надъ прилегающей поверхностью воды, могутъ быть двухъ родовъ. Во первыхъ, въ половодье, когда рѣки приносятъ наибольшее количество осадка, уровень воды въ рѣкѣ сильно поднимается, а съ паденіемъ уровня вода отложенный осадокъ обнажается и среди него рѣка пролагаетъ себѣ путь, обыкновенно нѣсколькими рукавами, къ сосѣдному крупному водоему. Во вторыхъ, обнаженіе осадка дельты можетъ быть обусловлено явленіемъ поднятій, о которыхъ далѣе будетъ сказано подробнѣе. По самому ходу образованія дельты можно придти къ заключенію, что въ планѣ она должна представляться въ формѣ треугольника, напоминающаго греческую букву дельту (Δ), отъ которой и заимствовано самое названіе.

Въ дельтахъ различаютъ по мѣсту ихъ образованія три категоріи: прѣсноводныя—при устьяхъ рѣкъ, впадающихъ въ озера; морскія—при устьяхъ рѣкъ, впадающихъ въ замкнутыя моря, и океаническія—при устьяхъ рѣкъ, впадающихъ въ океаны. Различіе между ними обнаруживается при изученіи погребенныхъ въ нихъ организмовъ. Въ прѣсноводныхъ дельтахъ находятъ остатки наземной фауны, флоры и организмовъ прѣсноводныхъ; въ морскихъ—наземной и прѣсноводной фауны и флоры въ смѣси съ морскими организмами и, наконецъ, въ океаническихъ—

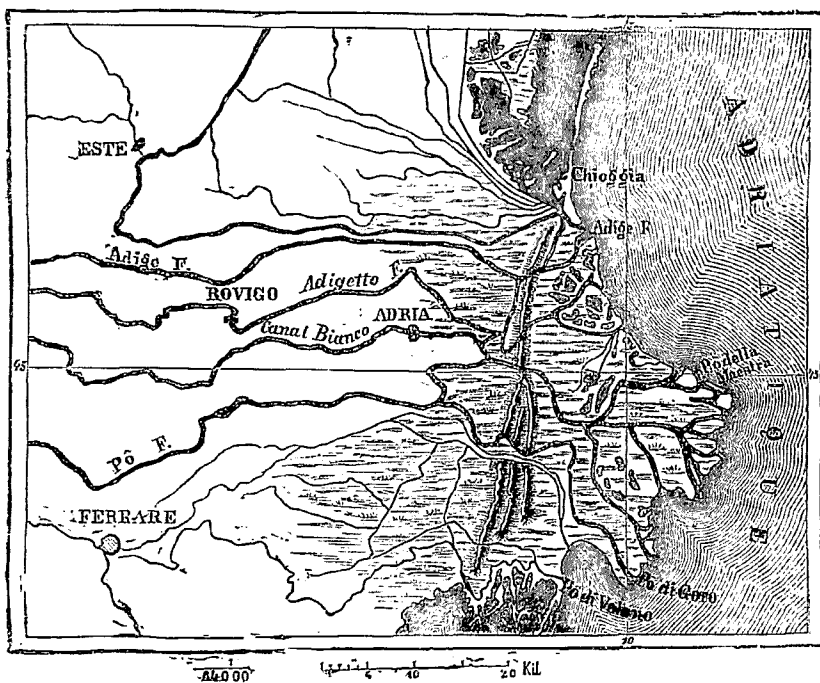
вмѣстѣ съ представителями наземной и прѣсноводной фауны и флоры встрѣчаются типичныя морскія.

Примѣръ образованія прѣсноводныхъ дельтъ представляетъ р. Рона; она вытекаетъ изъ Ронскаго ледника и, при впаденіи въ Женевское озеро, имѣетъ видъ грязнаго, бурнаго потока, содержащаго много механически-взвѣшеннаго матеріала; при выходѣ же изъ озера, вода ея весьма чиста, а при впаденіи въ нее р. Арвы, дѣлается



Фиг. 52. Схематическое изображеніе дельты р. верхней Роны.

опять мутною; сравненіе мутной воды, втекающей въ Женевское озеро, съ чистой, вытекающей изъ него, указываетъ, что Женевское озеро служитъ очистительнымъ резервуаромъ. Дѣйствительно, при впаденіи верхней Роны въ Женевское озеро, находятся мели (фиг. 52), выступающія надъ поверхностью воды и тянущіяся въ озерѣ на большое разстояніе отъ впаденія Роны; при самомъ впаденіи р. верхней Роны въ озеро основано нѣсколько селеній, которыя теперь отстаютъ на нѣсколько миль отъ озера; это указываетъ на то, что со временемъ все Женевское озеро можетъ быть занесено осадками, и черезъ него лишь будетъ пролагать себѣ путь верхняя Рона, слившаяся въ одно съ нижнею. Такой случай можетъ служить примѣромъ образованія рѣки изъ ряда слившихся между собою озеръ.



Фиг. 53. Дельта рр. По и Адидже.

Изъ средиземно-морскихъ дельтъ особенно поразительное образованіе дельты представляютъ рѣки По и Эчъ, или Адидже (фиг. 53); эти рѣки, начинаясь съ южнаго склона Альпъ, лѣтомъ, въ особенности при быстромъ повышеніи температуры, обуславливающей сильное таяніе снѣга, превращаются часто въ мутныя, бурныя потоки, которые еще издавна причиняли бѣдствія своими разливами, причемъ на берегахъ рѣкъ отлагались осадки въ видѣ валовъ, идущихъ по обѣимъ сторонамъ рѣки параллельно

берегу. Это и подало поводъ къ искусственной охранѣ полей посредствомъ плотинъ, въ которыхъ оставлялись отверстія для орошенія полей; со времени устройства плотинъ замѣтили еще болѣе сильное наростаніе общей дельты этихъ рѣкъ; съ 1200 г. наростаніе дельты было равно 25 метрамъ ежегодно, съ 1600 по 1804 годъ, когда всюду стали устраиваться плотины, наростаніе было 70 метровъ ежегодно; съ 1804 до 1842 года наростаніе дошло до 210 метровъ ежегодно, слѣдовательно, шло пропорціонально количеству возводимыхъ плотинъ, которыя уменьшали разливы. Вслѣдствіе этого, какъ въ полѹю воду, такъ и въ малую, опредѣленное количество воды должно было вмѣщаться въ одномъ и томъ же ложѣ; прекратились разливы, а въ половодье увеличилась скорость теченія; чрезъ это увеличилось и количество механически-взвѣшеннаго матеріала, выносимаго въ море. Городъ Адриа, основанный при Августѣ и давшій имя самому морю, благодаря подобному наростанію вышеописанной дельты, теперь отстоитъ отъ моря на 35 километровъ. То же можно сказать и о городѣ Равеннѣ, который пѣкогда былъ приморскимъ, а теперь отстоитъ отъ моря на 6 километровъ. Р. Эчь течетъ выше окрестной мѣстности, причѣмъ было замѣчено, что отъ осадковъ, образующихся въ самой рѣкѣ, дно ея за послѣдніи 50 лѣтъ повысилось на 1,36 метра, и русло у г. Воцена еще въ 1779 г. лежало выше города отъ 4,2 до 6,4 метровъ. Искусственное укрѣпленіе береговъ рр. По и Эчь, предохраняющее отъ разливовъ, до послѣдняго времени было вполне цѣлесообразно. Но дождливый сентябрь мѣсяць 1882 г. и значительный запасъ выпавшаго атмосфернаго осадка въ Альпахъ способствовалъ сильному напору воды въ указанныхъ рѣкахъ; ложе ихъ не вмѣстило всю воду, которая выступила изъ береговъ и наводнила нижележащія плодородныя мѣстности и города, причинивъ миллионныя убытки мѣстному населенію.

Изъ другихъ средиземно-морскихъ дельтъ можно упомянуть о дельтахъ рр. Нила, Волги, Урала, Дона, Терека, Дуная и Невы. Рѣка Нилъ образуетъ свою дельту чрезвычайно медленно, что зависитъ отъ ежегодныхъ плодородныхъ разливовъ этой рѣки, оставляющихъ большую часть осадка на берегахъ. Впрочемъ, замѣчено, что часть осадка отлагается и на двѣ р. Нила. Такъ, близъ Элефантинъ, въ теченіе 1700 лѣтъ отложился слой въ 9 футовъ толщины, у Оивъ — въ тотъ же періодъ 7 футовъ, а у Каира—5 футовъ 10 дюймовъ. Волга въ теченіе 70 лѣтъ увеличила свою дельту на 13 километровъ. Уралъ и Донъ образуютъ дельты крайне медленно. Такъ островъ Черепихи, лежащій въ пѣкоторомъ разстояніи отъ устья р. Дона, сохранился въ неизмѣнномъ положеніи со временъ Страбона. Значительно быстрѣе образуетъ дельту рѣка Терекъ. Селеніе Черный рынокъ еще въ 1833 г. находилось на островѣ, лежащемъ въ устьѣ Терека, а въ настоящее время оно лежитъ около пятнадцати верствъ отъ берега моря. Дельта Дуная представляетъ ежегодный приростъ въ 72 метра.

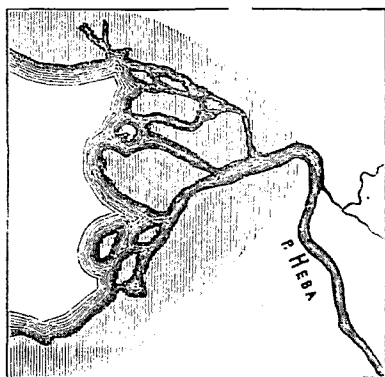
Единственнымъ рукавомъ для выхода всей воды, скопляющейся на громадной площади нашихъ большихъ водоемовъ какъ Ладожскаго, такъ и Онежскаго озера, служатъ р. Невы. Ладожское озеро служитъ для нея такимъ же очистительнымъ резервуаромъ, каковымъ для пижней Роны является Женевское озеро, потому что при выходѣ изъ Ладожскаго озера вода р. Невы является чистою и прозрачною. Но, кромѣ механическаго очищенія, должно видѣть въ Ладожскомъ озерѣ, по всей вѣроятности, еще и химическаго очистителя воды р. Невы. Большая часть рѣкъ, впадающихъ въ Ладожское озеро, каковы рѣки Волховъ, Свирь, Сясь, Вуокса и другія болѣе мелкія, питаются многочисленными болотами, а потому несутъ воды, богатые битуминозными, органическими веществами. На обширной поверхности Ладожскаго озера, при едва замѣтномъ теченіи, происходитъ въ значительной степени окисленіе этихъ органическихъ веществъ, а этотъ процессъ, очевидно, долженъ вызвать и очищеніе до извѣстной степени воды р. Невы.

Рѣка Нева, на протяженіи 69 километровъ до впаденія въ Финскій заливъ, падаетъ съ высоты 5 метровъ. Значительная скорость теченія обуславливаетъ размываніе береговъ и выносъ механически-взвѣшеннаго матеріала, а равно и отложеніе его въ видѣ дельты; группа острововъ и примыкающая къ ней береговая полоса, на которой построенъ Петербургъ, представляетъ отложеніе этой дельты (фиг. 54). Съемки, произведенныя въ 1718, 1777 и 1864 гг., показали величину прироста острововъ дельты р. Невы въ промежутокъ времени между этими годами:

Съ 1718 по 1777 г. Съ 1777 по 1864 г.

Прирость Петербургскаго	0—ва . . .	0,020	0,038
» Каменнаго	» . . .	0,113	0,125
» Елагина	» . . .	0,148	0,188
» Васильевскаго	» . . .	0,125	0,148
» Гутуевскаго	» . . .	0,469	0,499

Приведенныя цифры указываютъ болѣе сильное увеличеніе прироста острововъ во второй періодъ. Изъ сравненія этого увеличенія видно, что ростъ обусловливается ихъ положеніемъ: болѣе и быстрѣе растутъ острова, обращенные къ морю, и притомъ острова съ меньшею площадью. Вычисленіе прироста дельты рѣки Невы важно для сужденія о ея древности. Если площадь всѣхъ острововъ дельты р. Невы равна была въ 1718 г. 33,645,200 кв. м., а въ 1864 г. = 39,898,900 кв. м., то, вычтя изъ второго числа первое, получимъ—6,253,600 кв. м. прирость въ 146 лѣтъ; слѣдовательно, въ одинъ годъ прирость равенъ 42,832 кв. метрамъ. Если допустить, что рѣка Нева постоянно выполняла равномѣрно площадь своей дельты, то можно вычислить время, потребное для образованія всѣхъ острововъ, — оно равно 932 годамъ. Для контроля надъ этимъ числомъ можно взять опредѣленіе прироста острововъ въ другой промежутокъ времени. Такъ, въ 1828 г. площадь всѣхъ острововъ была = 38,494.300 кв. метр., а въ 1864 г., какъ сказано, 39,898.800 кв. метр.; вычитая изъ второго числа первое получимъ, что въ 36 лѣтъ прирость равенъ 1,404.500 кв. м., слѣдовательно, въ одинъ годъ приростаеъ—39.013 кв. м.; по послѣднему вычисленію для образованія всѣхъ острововъ потребно—909 лѣтъ; это близко подходитъ къ выше выведенному (932). При изученіи осадковъ, выносимыхъ р. Невою, оказывается, что масса ихъ отлагается не только на островахъ, но также на сѣверномъ и южномъ побережьяхъ Финскаго залива; въ теченіе 30 лѣтъ Лахтинскій (сѣверный) берегъ Финскаго залива увеличился на 1,127.100 кв. метр., а южный—на 527.000 кв. метр., въ суммѣ, значить, тотъ и другой берегъ увеличились на 1,654.100 кв. метр., въ одинъ годъ увеличеніе обоихъ береговъ равно 55.103 кв. м; если къ этому прибавить ежегод-

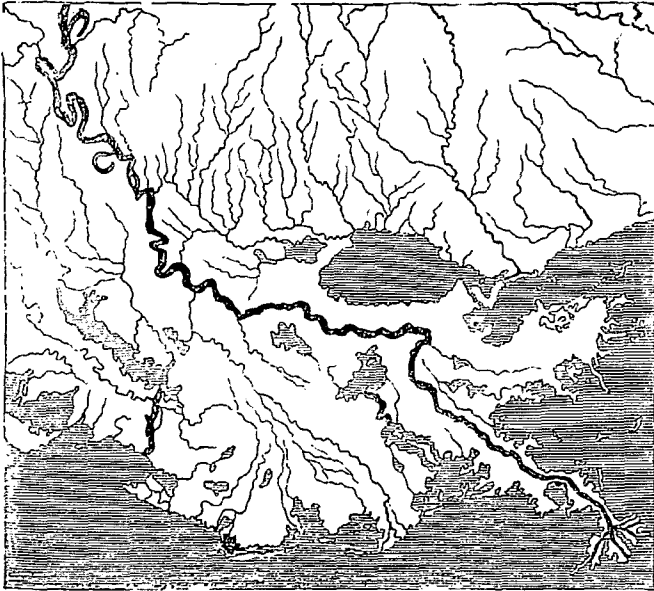


Фиг. 54. Дельта р. Невы.

ный прирость острововъ (39,013 кв. м.), то получимъ 94.116 кв. метр.; это и будетъ весь осадокъ, отлагаемый ежегодно р. Невою. Этотъ выводъ важенъ еще въ томъ отношеніи, что даетъ возможность приблизительно опредѣлить время, въ которое будетъ занесена Маркизова лужа (такъ называютъ часть Финскаго залива отъ Кронштадта до устья Невы), и Нева будетъ вытекать въ море около Кронштадта; оказывается, что для этого необходимо—3320 лѣтъ, и въ это время должно отложиться около 351,100 куб. метровъ осадка.

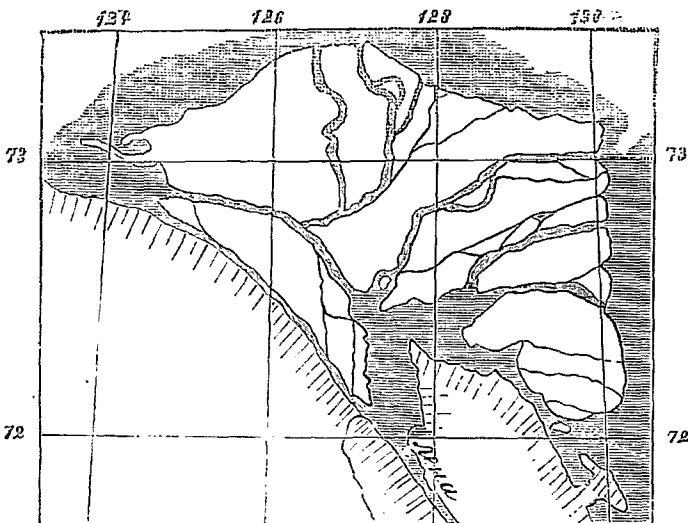
Дельты рѣкъ, впадающихъ въ открытыя моря, образуются гораздо медленнѣе и причину этой сравнительно большей медленности должно искать въ приливахъ и отливахъ. Тотъ наносъ, который рѣка отлагаетъ у береговъ океана, дѣйствіемъ приливовъ уносится въ море и распредѣляется у береговъ его равномѣрнымъ слоемъ. Впрочемъ, есть рѣки, впадающія въ открытое море, дельты у которыхъ, тѣмъ не менѣе, занимаютъ громадныя пространства. Такова, напр., дельта Миссисипи (фиг. 54). Эта дельта, начинаясь отъ устья р. Ачафалайя, занимаетъ собою около 3.200 кв. километровъ. Вся эта мѣстность—низменная и большую часть времени, около девяти мѣсяцевъ въ году, затоплена водою, среди которой кое-гдѣ обнажаются невысокіе и небольшіе участки суши. Вдаваясь глубоко въ Мексиканскій заливъ, р. Миссисипи впадаетъ въ него пятью рукавами. Главный осадокъ дельты, доставляемый ежегодно въ количествѣ 28 миллион. кубич. метровъ, образованъ иломъ и пескомъ, а буровыя скважины опре-

дѣляютъ общую толщину его въ 183 метра. О размѣрахъ увеличенія дельты мало извѣстно достовернаго. По Томаси она ежегодно выдвигается въ море на 95 метр., по мнѣнію Аббота и Гомфриза на 74 м. Клёденъ вычисляетъ, что для образованія всей дельты



Фиг. 55. Дельта р. Миссисипи.

необходимо было по крайней мѣрѣ 33.500 лѣтъ, по Ляйэллю—67.000, а по Фохту—126.000 лѣтъ. Дельта Миссисипи замѣчательна еще потому, что можетъ служить при-



Фиг. 56. Дельта р. Лены.

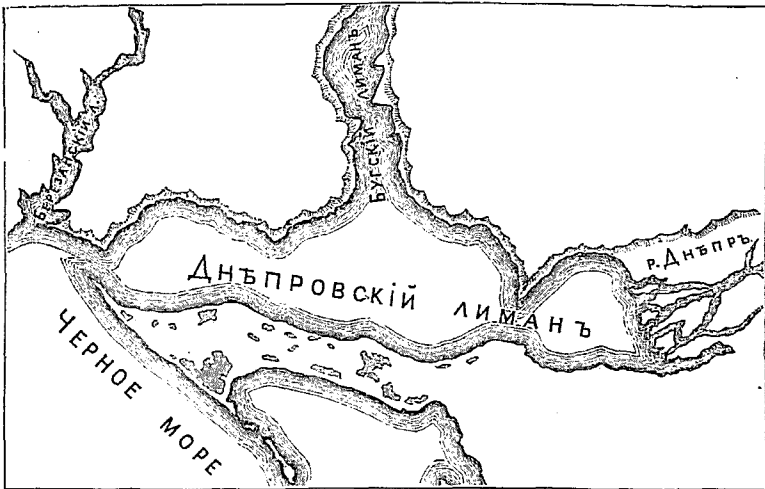
мѣромъ удлиненія рѣки въ силу все большаго и большаго выдвиганія устья въ море. Примеръ океаническихъ дельтъ также представляютъ дельты Ганга и Брампутры, которые текутъ по Индостану и выносятъ громадные количества матеріала. Дельта Ганга имѣетъ 44 геогр. мили длины и состоитъ изъ суглинки и торфа мощностью въ 25 метровъ.

Изъ русскихъ рѣкъ, впадающихъ въ открытый океанъ, поразительный примѣръ выдающейся дельты представляетъ р. Лена (фиг. 56). Ея дельта впадаетъ въ море въ формѣ неправильнаго треугольника и изрѣзана многочисленными рукавами, среди которыхъ насчитываютъ до семи главныхъ. Со стороны материка дельта ограничивается довольно крутыми утесистыми берегами, тогда какъ громадные острова дельты низменны и песчансты. Главные рукава имѣютъ отъ 53 до 106 километровъ длины, а при устьяхъ достигаютъ до 10,5 километровъ ширины, представляя глубину отъ 6,5 до 13 метровъ. Между многочисленными островами наиболѣе крупными по величинѣ являются Борхая и Хангалатскій, первый изъ нихъ достигаетъ 100 километровъ въ длину, имѣя въ ширину до 58 километровъ. Грандіозность размѣровъ этой дельты поразительна и измѣряется нѣсколькими градусами. Достаточно сказать, что съ одной только сѣверной стороны она омывается океаномъ на протяженіи 425 километровъ.

Лиманы.—Дельтами не исчерпывается форма осадковъ, которая обусловлена впаденіемъ въ море рѣки. Если эта послѣдняя при впаденіи въ море обладаетъ еще значительною скоростью теченія, то, понятно, она будетъ выносить далеко въ море механически-взвѣшенный матеріалъ. Если вода рѣки встрѣчаетъ въ морѣ боковое теченіе, то въ мѣстѣ встрѣчи двухъ силъ: силы, несущей механически-взвѣшенный матеріалъ, и силы теченія воднаго бассейна, должно произойти отложеніе осадка. Осадокъ отложится въ формѣ длинной косы, заворачивающейся въ сторону теченія воднаго бассейна, и такимъ способомъ устье рѣки представится со временемъ отдѣленнымъ на значительномъ протяженіи отъ сосѣдняго водоема. Такимъ, отдѣленнымъ отъ моря, устьямъ рѣкъ обыкновенно даютъ наименованіе лимановъ. Наиболѣе поучительные примѣры такихъ образованій можно видѣть у устьевъ южныхъ русскихъ рѣкъ. Одни изъ этихъ лимановъ, напр., Днѣпровскій, Бугскій, Березанскій, Днѣстровскій, Міусскій сообщаются съ моремъ, являясь, такимъ образомъ, глубоко вдающимися въ материкъ морскими заливами. Другіе же лиманы, напр., Хаджибейскій, Куяльницкій, Тилигульскій, Молочный, отдѣлены отъ моря низменными полосами намытаго моремъ песка и ракушника, извѣстныхъ подъ именемъ пересыпей, и представляютъ соленыя озера. Здѣсь большинство рѣкъ, при своемъ впаденіи въ море, имѣютъ почти прямое направленіе съ сѣвера на югъ, тогда какъ въ сѣверной части Чернаго моря наблюдается почти постоянное теченіе, идущее съ востока на западъ. Результатомъ встрѣчи силы, направляющейся съ сѣвера на югъ, съ силою, идущею съ востока на западъ, должна явиться равнодѣйствующая, направляющаяся на юго-западъ и уклоняющаяся или больше къ западу, или больше къ югу, смотря по тому, въ какомъ направленіи идетъ преобладающая сила. На приложенной фиг. 57, представляющей Днѣпровскій лиманъ, направленіе отдѣляющей его косы идетъ съ востока-юго-востока на западъ-сѣверо-западъ.

Очертаніе лимановъ, въ связи съ топографіей прилегающей мѣстности, наводитъ на мысль, что лиманы представляютъ низовья рѣкъ, залитыя водою моря, вслѣдствіе болѣе или менѣе значительнаго повышенія уровня этого послѣдняго, но отдѣленные отъ моря или отчасти, или совершенно пересыпью.

Геологическія изслѣдованія Н. Соколова вполне подтверждаютъ это предположеніе. Они показали, что берега лимановъ не только топографически, но и въ геологическомъ отношеніи, представляютъ непосредственное продолженіе окраинъ долинъ рѣкъ, низовья которыхъ занимаютъ лиманы. Распределеніе глубинъ, особенно въ Бугскомъ лиманѣ, наиболѣе хорошо изученномъ въ этомъ отношеніи, вполне соответствуетъ положенію рѣки, протекавшей по долинѣ, впоследствии затопленной моремъ. Но въ особенности убѣдительныя данныя получены при проведеніи буровыхъ скважинъ на двѣ Бугскаго лимана у г. Николаева. Верхній слой, иловато-песчанистый, содержитъ раковины пыли живущихъ въ лиманѣ *Adacna*, *Dreissensia*, *Melanopsis*, *Neritina*. Толщина этого слоя, довольно значительная у береговъ, уменьшается къ срединѣ лимана, гдѣ и сходитъ на пѣтъ. Подъ этими песчано-глинистыми лиманными отложеніями залегаетъ жидкій зелеповатосѣрый, дурно пахнущій, илъ, мощность котораго, ничтожная у береговъ, быстро



Фиг. 57. Днѣпровскій лиманъ.

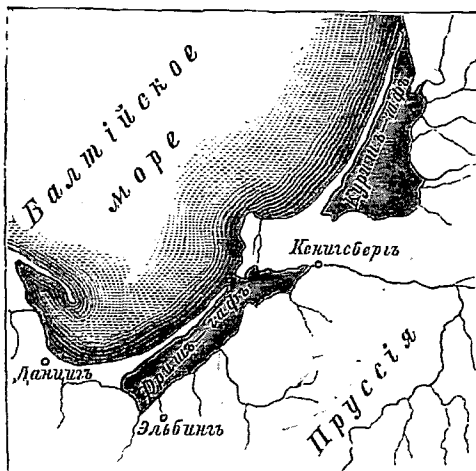
увеличивается въ срединѣ лимана, гдѣ достигаетъ болѣе 30 метровъ. Этотъ илъ образованіе чисто морское и содержитъ въ изобиліи раковины *Cardium edule*, *Mytilus edulis*, *Venus gallina*, нынѣ живущихъ въ Черномъ морѣ. Наконецъ, подъ этимъ морскимъ иломъ былъ встрѣченъ иловатый песокъ, въ которомъ преобладаютъ моллюски солоноватыхъ и даже рѣчныхъ водъ: *Dreissensia polymorpha* и *Neritina fluviatilis*. Основываясь на всѣхъ этихъ данныхъ, Соколовъ приходитъ къ заключенію, что въ концѣ третичнаго періода или въ началѣ четвертичнаго уровень бассейна, занимавшаго мѣсто нынѣшняго Чернаго моря, былъ по меньшей мѣрѣ на 40 метровъ ниже уровня этого послѣдняго. Въ то время Днѣпръ, Бугъ, Днѣстръ, Тилгуль, Куальникъ и другія рѣки и балки сѣвернаго побережья Чернаго моря впадали въ море значительно южнѣе и тамъ, гдѣ нынѣ находятся лиманы, продолжались еще ихъ долины. Когда же образовалось нынѣшнее Черное море и уровень его поднялся по крайней мѣрѣ на 40 метровъ, воды этого моря затопили низовья рѣчныхъ долинъ проникнувъ болѣе или менѣе далеко внутрь материка. Вслѣдъ за тѣмъ, дѣятельностью морскихъ волнъ, у входа въ лиманы образовались изъ песка и ракушки косы, у нѣкоторыхъ лимановъ сомкнувшіяся въ пересыпь, совершенно уже отдѣлившую лиманъ отъ моря. Тѣ лиманы, въ которые впадаютъ многоводныя рѣки, какъ, напр., днѣпровскій и днѣстровскій, сильно или даже совсѣмъ опреснились и морская фауна въ нихъ смѣнилась прѣсноводною. Въ тѣхъ лиманахъ, которые совершенно обособились пересыпями отъ моря, чрезвычайныя колебанія концентраціи солей въ водѣ подъ вліяніемъ весенняго половодья и сильнаго испаренія въ теченіе знойнаго лѣта, къ концу котораго

въ нѣкоторыхъ лиманахъ выдѣляется самосадочная соль, погубили всѣхъ прежнихъ обитателей и лиманы превратились въ соляныя озера съ свойственной этимъ послѣднимъ крайне бѣдной, однообразной фауной.

Отложеніе механически-взвѣшеннаго матеріала идетъ не только при устьяхъ рѣкъ, но происходитъ и въ крупныхъ бассейнахъ, каковы: озера, моря и океаны.

Мели или банки.—Береговая волна, разрушая берегъ, уноситъ назадъ въ море часть смытаго ею матеріала въ механически-взвѣшенномъ состояніи; разстояніе, на которое будетъ уноситься этотъ матеріалъ, весьма различно. Разстояніе это зависитъ какъ отъ встрѣчи отступающей волны съ наступающей, такъ и отъ встрѣчи отступающей волны съ мѣстнымъ теченіемъ, могущимъ быть въ данномъ водномъ бассейнѣ. Встрѣча отступающей волны съ наступающею или вообще съ какимъ-либо препятствіемъ можетъ вызвать парализацію той силы, которая обуславливаетъ переносъ механически-взвѣшеннаго матеріала, результатомъ чего явится отложеніе осадка въ видѣ мели или банки. Въ особенности быстро такія образованія происходятъ на берегахъ песчаныхъ, и иногда случайныя обстоятельства могутъ вызвать образованіе мели. Такъ, напр., корабль, сѣвшій на мель въ песчаномъ побережьѣ, можетъ послужить ядромъ для образованія иногда громадной банки. Волна, несущая осадокъ или отъ берега, или къ берегу, встрѣчая препятствіе, будетъ парализоваться въ своей переносной силѣ, и механически-взвѣшенный матеріалъ будетъ отлагаться около препятствія, такъ что въ сравнительно короткое время корабль можетъ быть совершенно занесенъ пескомъ, образовавъ собою ядро банки или мели. Такіе случаи многочисленны и извѣстны весьма давно.

Лагуны или гафы.—Не менѣе энергично идетъ отложеніе осадка въ томъ случаѣ, когда отступающая волна встрѣчаетъ боковое морское теченіе. Въ силу тѣхъ условій, на

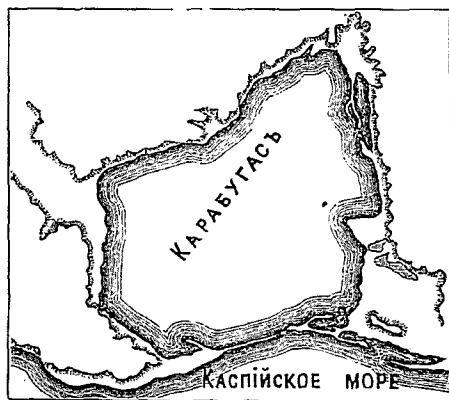


Фиг. 58. Фришъ- и Куришъ-гафы.

которые было указано выше, въ мѣстѣ ихъ встрѣчи произойдетъ отложеніе осадка, накопляющагося мало-по-малу въ форму косы, отдѣляющей отчасти или совершенно прилегающей участокъ моря. Отгороженному участку моря часто даютъ наименованіе лагуны, а въ Балтійскомъ побережьѣ ихъ называютъ гафами (Haffe). Довольно типичный примѣръ такихъ лагунъ представляютъ Фришъ-гафъ и Куришъ-гафъ Балтійскаго моря (фиг. 58), сообщеніе которыхъ съ моремъ поддерживается только чрезъ небольшіе проливы. Въ Адриатическомъ морѣ извѣстны знаменитыя лагуны Венеціи, въ Мексиканскомъ заливѣ—лагуны Флориды.

Въ Адриатическомъ морѣ извѣстны знаменитыя лагуны Венеціи, въ Мексиканскомъ заливѣ—лагуны Флориды.

Образованіе соляныхъ озеръ у береговъ моря.—Изъ русскихъ лагунъ можно привести, какъ примѣръ, лагуны побережья Каспійскаго моря, гдѣ косамъ, отдѣляющимъ отъ моря участки соленой воды, даютъ наименованіе бересовъ. Здѣсь, равно и въ побережьяхъ Азовскаго и Чернаго морей, образованіе бересовъ и ихъ разрастаніе часто ведетъ къ тому, что участки соленой воды могутъ со временемъ явиться совершенно отдѣленными отъ моря, т.-е. обратиться въ соляныя озера. Въ сгущеніи составныхъ частей морской воды можно наблюдать нѣкоторое разнообразіе въ зависимости отъ того, идетъ ли такая концентрація въ моряхъ богатыхъ сѣрносольями и въ заливахъ, или въ совершенно отгороженныхъ участкахъ моря. Новѣйшія наблюденія надъ распредѣленіемъ солей и отложеніемъ осадка на днѣ въ одномъ изъ заливовъ Каспійскаго моря — Карабугазъ — представили совершенно новую и крайне интересную картину. Интересъ этотъ особенно значителенъ потому, что долгое время на Карабугазскій заливъ смотрѣли какъ на одинъ изъ весьма поучительныхъ примѣровъ отложенія поваренной соли въ громадныхъ массахъ.



Фиг. 59. Заливъ Каспійскаго моря—
Кара-Бугазъ.

Карабугазскій заливъ представляетъ громадный бассейнъ, не уступающій по размѣрамъ Ладожскому озеру. Длину его съ сѣвера на югъ опредѣляютъ въ 160 километровъ, съ востока на западъ отъ 100—130 километровъ. Этотъ бассейнъ соединенъ узкимъ (всего въ 186 метровъ) проливомъ съ Каспійскимъ моремъ, изъ котораго наблюдается постоянное теченіе въ заливъ. Черезъ этотъ проливъ въ сутки проходитъ до 57 милліоновъ кубич. метровъ воды, которые должны были бы повысить уровень Карабугазъ на одинъ метръ, но такого повышенія не наблюдается, такъ какъ этотъ заливъ лежитъ въ области, гдѣ испареніе идетъ въ большемъ количествѣ, чѣмъ выпадаетъ воды изъ атмосферы, а если къ этому прибавить господство здѣсь сухихъ восточныхъ вѣтровъ, то этимъ легко объяснить постоянство уровня Карабугазскаго залива и сгущенія въ немъ Каспійской воды. По химическому сравнительному изслѣдованію воды Каспійскаго моря и Карабугазскаго залива оказалось, что воды послѣдняго представляютъ въ двадцать разъ болѣе сгущенную воду Каспійскаго моря. Эта концентрація его вполне недостаточна, чтобы вызвать садку поваренной соли. Изученіе же распредѣленія солей въ Карабугазскомъ заливѣ показало, что по мѣрѣ уменьшенія хлора съ глубиною крайне энергично наблюдается нарастаніе сульфатовъ (уменьшеніе на днѣ хлора составляетъ 32% его количества на поверхности, увеличеніе же сѣрнаго ангидрида болѣе 100%). На глубинахъ этого залива отъ 8—10 метровъ наблюдается нѣкоторое нарастаніе поваренной соли и сѣрнокислой

магnezіи, хлористый же магній совершенно исчезаетъ, но зато въ растворъ переходитъ до 57 частей глауберовой соли (мирабилита). Здѣсь по выдѣленіи гипса и обратной реакціи между поваренною и сѣрномagneіевою солью въ холодное время наступаетъ и выпаденіе мирабилита.

Изученіе осадковъ, образующихся на днѣ Карабугазскаго залива, показало, что въ прибрежной полосѣ его наблюдается отложеніе только гипса съ иломъ, но по мѣрѣ удаленія къ центру залива, поверхность гипса наблюдается отложеніе чистой глауберовой соли, которая занимаетъ собою и всю центральную часть залива, отлагаясь примѣрно слоемъ въ одинъ сантиметръ въ годъ, что въ общей массѣ должно составить до 62 милліоновъ кубическихъ метровъ мирабилита. Причемъ, изъ геологическихъ условій происхожденія этого залива можно прійти къ заключенію, что мощность слоя мирабилита на днѣ залива не менѣе двухъ метровъ.

Между образованіемъ намывныхъ косъ или бересовъ въ сѣверныхъ и южныхъ странахъ, а равно и въ результатѣ этихъ явленій, должно наблюдаться крупное различіе. Въ сѣверныхъ странахъ выпадаетъ значительное количество атмосфернаго осадка, а испареніе сравнительно незначительно, тогда какъ въ южныхъ странахъ атмосферныхъ осадковъ мало, испареніе идетъ сильное, и поэтому понятно, что одно и то же явленіе можетъ вызвать крупное различіе въ своихъ послѣдствіяхъ въ странахъ южныхъ и сѣверныхъ. Въ тропическомъ поясѣ Атлантическаго океана изъ наблюденій надъ количествомъ выпадающаго атмосфернаго осадка и количествомъ воды, отдаваемой въ атмосферу испареніемъ, определено, что ежегодная потеря воды испареніемъ измѣряется водянымъ кубомъ, каждая сторона котораго равна 50 километрамъ. Тригонометрическая нивелировка уровня Атлантическаго океана и Средиземнаго моря показала, что послѣднее лежитъ ниже перваго на 0,7 метра. Такое различіе уровней обусловлено тѣмъ, что съ поверхности Средиземнаго моря испаряется значительная масса воды, превосходящая въ $1\frac{1}{2}$ раза количество воды, доставляемое атмосферными осадками. При громадной массѣ прѣсной воды, принимаемой Средиземнымъ моремъ, только сильнымъ испареніемъ и можно объяснить это различіе въ уровняхъ.

Въ Прикаспійскихъ мѣстностяхъ должно происходить большее испареніе и сгущеніе морской воды въ отдѣленныхъ отъ моря участкахъ. Это сгущеніе идетъ очень быстро, потому что количество выпадающей здѣсь дождевой воды равно 0,685 метра, тогда какъ испареніе 0,926 метра, слѣдовательно, убыль воды равняется 0,241 метра. Въ концѣ лѣта, въ августѣ, уже замѣчается отложеніе большого количества поваренной соли. Подобное явленіе съ геологической стороны любопытно въ томъ отношеніи, что при помощи его можно объяснить происхожденіе большихъ залежей каменной соли въ той или другой мѣстности. Изученіе бересовъ имѣетъ еще и другой геологическій интересъ, такъ какъ оно объясняетъ фактъ, остававшійся долгое время непонятнымъ: а именно, почему соль, получаемая изъ такихъ озеръ, отдѣленныхъ бересами отъ моря, чище, т.-е. содержитъ меньше постороннихъ примѣсей, чѣмъ соль, получаемая прямо изъ морской воды? Озеро, лежащее близъ моря, пи-

тается его же водою, которая, чтобы пройти въ озеро, должна просачиваться, въ большинствѣ случаевъ, чрезъ песчаную косу, отдѣляющую море отъ озера. Здѣсь встрѣчаемъ то же явленіе, на которое впервые обратилъ вниманіе Либихъ. При просачиваніи морской воды нѣкоторыя соли изъ раствора энергично задерживаются почвою, другія же въ меньшей степени. Такъ почвой легко задерживаются хлористые калий, кальцій и магній, и только небольшое количество хлористаго натрія. Что и здѣсь различныя соли поглощаются почвою въ различной степени, было доказано колодцами, заложеными въ различныхъ частяхъ береса: ближе къ морю и ближе къ озеру. Въ первомъ случаѣ оказалось, что вода колодца содержала составныя части, ближе подходящія къ составу морской воды, во второмъ случаѣ—ближе къ составу воды озера. Помимо вышеуказаннаго и въ самомъ озерѣ совершается процессъ, измѣняющій составъ озерной воды. Этотъ процессъ, обусловленный, по всей вѣроятности, дѣятельностью низшихъ водорослей, превращаетъ растворимыя сѣрнокислыя соли въ нерастворимыя сѣрнистыя соединенія, которыя представляютъ характерную составную часть озернаго ила, скопляющагося въ большихъ массахъ на днѣ соляныхъ озеръ.

Различіе въ количествѣ воды, выпадающей изъ атмосферы, и воды, теряющейся съ поверхности испареніемъ, отражается не только въ образованіи соляныхъ озеръ, но и въ постепенномъ усыханіи вообще морей и озеръ Арало-Каспійской низменности, что давно замѣчено относительно морей Каспійскаго и Аральскаго. Особенно интересно сопоставленіе картъ нѣкоторыхъ озеръ Западной Сибири, главнымъ образомъ, озера Чаны и смежныхъ съ нимъ, за 100 лѣтъ, сдѣланное Ядринцевымъ. Изъ этого сопоставленія легко усмотрѣть, какимъ сильнымъ измѣненіемъ подверглась конфигурація различныхъ озеръ, отъ которыхъ мѣстами остались только небольшія лужи. Такъ, напр., въ прошломъ столѣтіи озеро Молокъ имѣло съ запада на востокъ протяженіе въ 30 километровъ, а нынѣ всего 5 килом. и т. д. Вообще наибольшему усыханію подверглись озера западной части сибирской низменности, непосредственно примыкающія къ южнымъ степямъ. Въ одномъ только Ишимскомъ округѣ Тобольской губерніи къ 1860 г. исчезло до 300 озеръ. Такое же уменьшеніе водъ доказано и для группы Троицко-Челябинскихъ озеръ, и для Балхаша, а Венюковымъ и для другихъ мѣстъ.

Прорывы озеръ.— Совершенно другія явленія происходятъ въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ количество атмосферныхъ осадковъ большое, или гдѣ рѣка втекаетъ въ озеро, лежащее близко къ другому крупному водоему; въ томъ и другомъ случаѣ можетъ произойти прорывъ. Подобное явленіе наблюдалось въ Зюдерзее. До 1280 г. оно было озеромъ, а въ этомъ году произошло отъ напора воды два прорыва, и такимъ образомъ явился обширный заливъ. Нѣчто подобное было также и у насъ. Озеро Сувандо сначала было отдѣлено отъ Ладожскаго, но мало-по-малу уровень воды въ немъ повысился вслѣдствіе большого количества атмосферныхъ осадковъ, и разъ весною вода, выйдя изъ береговъ, направилась къ Ладожскому озеру; такимъ способомъ образовался ручей Тайпала,

впадающій нынѣ въ вышеупомянутое озеро. Въ 1818 г. было замѣчено, что отъ заносовъ, которые образовала р. Вуокса у устья, произошло въ ней большое повышеніе воды. На это обстоятельство было обращено вниманіе Финляндскаго правительства. Между другими проектами, предложено было спустить воду въ озеро Сувандо, уровень котораго былъ ниже уровня воды въ рѣкѣ Вуоксѣ. Въ 1857 г. начаты были работы по прорытію канала, но Вуокса не дождалась окончанія работъ, сама прорыла дальнѣйшій путь и направилась черезъ Сувандо; она отчасти размыла песчаную косу, отдѣлявшую это озеро отъ Ладожскаго, и стала изливаться въ это послѣднее, покинувъ старое устье.

Отложеніе осадка въ моряхъ и океанахъ.—Кромѣ береговыхъ мѣстностей, и въ открытыя моря и океаны въ свою очередь приносится достаточное количество механически-взвѣшеннаго матеріала. Кромѣ участія организмовъ, о которыхъ будетъ сказано далѣе, отложеніе осадковъ также можетъ быть обусловлено чисто механическими процессами. Амазонская рѣка выноситъ осадки въ море на разстояніе около 350 географическихъ миль отъ берега: воды этой рѣки узнаются въ морѣ по массѣ мути. Кромѣ того, измѣренія глубины морей и океановъ и одновременныя съ ними опредѣленія минеральнаго характера осадка показали, что осадокъ способенъ образоваться на большей части дна этихъ послѣднихъ и что образованіе его подчинено нѣкоторой законности. Такъ изслѣдованіе глубинъ между сѣверными берегами Ирландіи и Полярнымъ моремъ обнаружило измѣненіе въ величинѣ зерна осадка по мѣрѣ удаленія отъ берега въ открытое море, что и должно было предполагать, потому что при большей переносной силѣ, которою обладаетъ вода въ береговой полосѣ, и осадокъ тамъ долженъ быть болѣе крупно-зернистымъ. Извѣстный французскій геологъ Делессъ воспользовался многочисленными измѣреніями глубины и опредѣленіемъ минеральнаго характера осадковъ дна и составилъ нѣсколько литологическихъ картъ дна современныхъ морей и океановъ. Какъ на картѣ морей, окружающихъ Европу, такъ и на картѣ морей, окружающихъ Америку, правильность въ распредѣленіи осадковъ морскаго дна выступаетъ крайне рельефно.

Богатые результаты, какъ по изслѣдованію осадковъ дна океана, такъ и органической его жизни, дали многочисленныя экспедиціи новѣйшаго времени, а въ особенности экспедиція Челленджера въ Атлантическомъ океанѣ, между Тенерифомъ и островомъ св. Томы въ Вестъ-Индіи. Изслѣдованіями экспедиціи обнаружено, что скопленія бѣлаго ила, обусловленныя жизнедѣятельностью глобигеринъ (корненожекъ), наблюдаются только до глубины 4,000 метровъ, тогда какъ ниже до глубины 5,600, а позднѣйшими изслѣдованіями и до 9,000 метровъ, была найдена сѣрая и красная глина. На рубежѣ этихъ глинъ и бѣлаго ила встрѣчается переходная зона образованій, состоящая одновременно изъ глобигериноваго ила и глины. Красная глина обязана своимъ цвѣтомъ окисламъ желѣза и марганца и содержитъ въ себѣ зубы акулъ, кости различныхъ водныхъ животныхъ и стяженія окисловъ марганца (браунитъ). Не лишено интереса, что среди зубовъ акулъ, найденныхъ въ красной

глинѣ, встрѣчены виды уже нынѣ несуществующіе, а жившіе въ предшествующую геологическую эпоху (пліоценъ), откуда можно вывести заключеніе какъ о чрезвычайной медленности отложенія красной глины, такъ и о томъ, что сопоставлять ее по мощности съ другими морскими отложеніями крайне трудно. Микроскопическое изслѣдованіе красной глины приводитъ къ заключенію, что она обязана своимъ происхожденіемъ главнымъ образомъ вулканическимъ образованіямъ и есть продуктъ разложенія, въ особенности пемзы, которая представляетъ сильно-пористое вулканическое стекло, могущее долго время плавать на поверхности воды и переноситься на значительныя разстоянія. Извѣстны случаи, когда корабль находилъ плавающую пемзу въ разстояніи 1100 анг. милль отъ мѣста изверженія, причемъ море было покрыто ею на протяженіи 40 милль. Химическое изслѣдованіе красной глины обнаружило въ ней кремнеземъ, глиноземъ, окислы желѣза и марганца; рядомъ съ этими господствующими элементами найдены также кобальтъ, никкель и мѣдь, что заставляетъ допустить, что и метеорная пыль играетъ нѣкоторую роль при образованіи красной глины океана. Были также высказываемы мнѣнія, согласно которымъ красная глина океана есть или продуктъ материковыхъ образованій, занесенныхъ рѣками, или остатокъ отъ полнаго разложенія морскихъ раковинъ, представляющій собою ихъ нерастворимую часть. Последнее мнѣніе имѣетъ, однако, весьма мало оснований и значительно вѣроятнѣе видѣть въ красной глинѣ отчасти разложившіеся вулканическіе продукты, отчасти, быть можетъ, принесенный осадокъ съ материковъ. Тѣмъ не менѣе, экспедиція Челленджера обнаружила интересное участіе вулканической дѣятельности въ образованіи осадковъ, происходящихъ въ глубокихъ мѣстахъ океана.

Въ настоящее время всѣ осадки морей довольно легко подраздѣляются на прибрежныя и пелагическія. Первые обязаны происхожденіемъ горнымъ породамъ береговъ и занимаютъ вокругъ материка полосу отъ 60—300 милль шириною въ зависимости отъ глубины, хотя въ отдѣльныхъ случаяхъ находили ихъ и дальше отъ берега. Прибрежныя осадки, въ свою очередь, подраздѣляются на двѣ зоны: ближайшая отъ берега можетъ быть пазвана песчаною и состоитъ изъ валуновъ, галечника и песка, происшедшихъ на счетъ сосѣдней береговой породы; вторая, болѣе отдаленная—илистая зона, состоитъ изъ тонкаго ила. Этотъ послѣдній, въ свою очередь, подраздѣляется на три группы: собственно континентальный илъ, представляющій разности въ цвѣтѣ (синеватый, зеленоватый и красный), вулканическіе рыхлые продукты, оваймляющіе вулканическіе острова, и коралловый и кораллиновый илъ и песокъ, являющіеся вокругъ коралловыхъ сооруженій. Пелагическіе осадки происходятъ вдали отъ берега и не находятся въ зависимости отъ береговыхъ горныхъ породъ. Ихъ образователемъ является или жизнедѣятельность организмовъ, или продукты вулканической дѣятельности, какъ объ этомъ уже сказано выше. Главныя площади пелагическихъ отложеній въ Атлантическомъ и Тихомъ океанѣ заняты красною глиною. Осадки дна морей и океановъ могутъ быть представлены въ видѣ слѣдующей таблицы:

Прибрежные осадки.			Пелагическіе осадки.		
Осадки среднихъ морей и прибрежій океановъ.	Песчаная зона.	Песокъ, гравій и валуны.	Осадки глубокихъ мѣстъ океановъ.	Красная глина глубокихъ мѣстъ океана.	
	Илестая зона.	Синеватый илъ.			Осадки отъ жизнедѣятельности организмовъ.
Зеленоватый илъ и песокъ.		Глобинериновый илъ.			
Красноватый илъ.		Птеронодовый илъ.			
Осадки прибрежій океаническихъ острововъ.	Зона океаническихъ острововъ.	Коралловый илъ и песокъ.			Диатомовый илъ.
		Кораллиновый илъ и песокъ.			Радиоларіевый илъ.
		Вулканическіе рыхлые продукты.			

Вода въ твердомъ состояніи.

Ледъ рѣкъ, озеръ, морей и океановъ.

Вода проявляетъ разрушительное дѣйствіе не только въ жидкомъ, но и въ твердомъ состояніи. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ температура низка, является возможность образованія льда. Въ рѣкахъ Сибири не рѣдкость образованіе льдинъ толщиною отъ 1—2,4 метровъ. Подъ влияніемъ сильныхъ морозовъ въ полярныхъ моряхъ образуются льдины отъ 2—7 метровъ толщиною. Небольшія рѣчки въ сѣверныхъ широтахъ могутъ промерзнуть до дна, въ ледъ при этомъ будутъ вмержать находящіеся на днѣ камни, песокъ и пр., которые весной, при всплываніи льдины на поверхность воды, будутъ уноситься въ море. По южному побережью Бѣлаго моря явленіе это совершается во всей силѣ: все побережье при устьяхъ даже небольшихъ рѣчекъ и потоковъ на дальнее разстояніе отъ берега завалено камнями въ громадномъ количествѣ и часто, среди совершенно лишенной камней отмели, такія скопленія даютъ возможность во время отлива, находясь далеко отъ берега, узнать, что здѣсь впадаетъ рѣчка или ручей.

Если такое огромное количество валуновъ выносится въ мелкихъ рѣкахъ, то въ крупныхъ переносъ еще грандіознѣе, особенно, если принять во вниманіе совмѣстное дѣйствіе воды и льда. У рѣкъ текущихъ на сѣверъ, часто вскрытіе начинается съ верховьевъ, когда въ низовьяхъ стоитъ еще ледъ; это послѣднее обстоятельство вызываетъ въ верховьяхъ сильное наводненіе: вода, скопившаяся здѣсь и встрѣчающая во лдѣ сильное препятствіе, наконецъ взламываетъ его и съ страшной силой уноситъ въ море вмѣстѣ съ тѣми обломками, которые въ него вмерзли. Сила, съ которой дѣйствуетъ ледъ, бываетъ иногда поразительна. На р. св. Лаврентія зимой ледъ оковалъ каменные быки моста; при вскрытіи верховьевъ, мостъ былъ разрушенъ, и одинъ изъ обломковъ устоя отнесенъ на 7 миль отъ своего прежняго мѣста.

Весьма интересный примѣръ вскрытія рѣки съ образованіемъ такъ называемыхъ ледяныхъ зажоръ, или заторовъ, представила р. Сяси впадающая въ Ладожское озеро. Вслѣдствіе быстро таянія льда, весной 1881 г. масса воды, скопившейся въ верховьяхъ, хлынула книзу и, въ 20-ти километрахъ отъ устья р. Сяси, принесенный ею ледъ, забившись подъ ледъ, еще находившійся на рѣкѣ, образовалъ зажору, или заторъ. Эта естественная ледяная плотина обусловила поднятіе воды выше зажоры до 8 метровъ надъ ординаромъ. Цѣлый день зажора сдерживала воду, но, наконецъ, была прорвана. Масса воды со льдомъ, послѣ прорыва, понеслась по теченію и, не доходя 10-ти километровъ до устья, образовала новую зажору. Эта зажора опять подняла воду, опять образовался прорывъ, и новый запасъ воды и льда понесся по теченію. Но, такъ какъ, побережье Ладожскаго озера было покрыто льдомъ, то нахлынувшая съ рѣки вода встрѣтила въ немъ препятствіе и на рѣчномъ барѣ по всей ширинѣ устья рѣки образовался третій заторъ съ поднятіемъ воды въ рѣкѣ выше 6 метровъ. Каждая изъ вышеописанныхъ зажоръ, обусловившая подъемъ воды, въ то же время причиняла сильные разливы; воды рѣки захватывали цѣлые дома и при прорывѣ несли ихъ въ озеро. Чтобы представить себѣ силу напора воды со льдомъ, достаточно сказать, что находившаяся при устьѣ р. Сяси, на длинномъ мысѣ, толстая чугунная тумба для прикрѣпленія къ ней судовъ, послѣ прорыва послѣдней зажоры, лвилась срѣзанною какъ бы ножомъ. Подобныя зажоры случаются и на другихъ рѣкахъ, вскрывающихся въ верховьяхъ раньше, чѣмъ въ низовьяхъ, и могутъ причинять значительныя опустошенія окрестностей, а потому необходима борьба съ этимъ явленіемъ.

На р. Енисеѣ, въ Сибири, весенній ледъ увлекаетъ собою не только иль, песокъ и гальку, но нерѣдко и большіе камни. Небольшая льдина, проходившая однажды мимо д. Вершиной, несла на себѣ около трехъ кв. метровъ песка и галекъ. Такія льдины оставляютъ на прилегающихъ скалахъ, какъ увидимъ далѣе, опредѣленные слѣды обработки, но особенно интересны производимыя ими образованія, извѣстныя въ Сибири подъ именемъ „кекуръ“. Во время прорывовъ зажоръ, льдины нерѣдко заходятъ на Енисеѣ до 200 метровъ отъ берега и двигаютъ передъ собою значительныя массы галекъ, песку, ила и т. п., собирая

этотъ матеріалъ въ видѣ вала, расположеннаго перпендикулярно къ направлению напора льда. При повторномъ явленіи на томъ же мѣстѣ затора, такіе валы растутъ и образуютъ такъ называемыя кекуры.

Переносъ камней льдомъ наблюдается и въ побережьяхъ морей; по сѣверному побережью Финскаго залива, во время зимы, подъ влияніемъ воды, замерзшей въ трещинахъ горныхъ породъ, на ледъ обваливаются обломки, которые затѣмъ, при вскрытіи льда, на льдинахъ уносятся въ море. Такой переносъ доказывается наблюденіемъ надъ островомъ Лавень-сари. Это—небольшой островъ, лежащій при выходѣ Финскаго залива въ Балтійское море. Въ 1694 г. онъ имѣлъ два каменныхъ рифа, а теперь тапхъ рифовъ вокругъ острова три, т.-е. въ сравнительно небольшой промежутокъ времени образовался новый рифъ.

Извѣстны факты прямого путешествія льдинъ съ обломками скаль съ сѣвернаго побережья Финскаго залива на южное. Побережье Эстляндіи



Фиг. 60. Валунъ, выброшенный вмѣстѣ со льдомъ у Ревеля (Петцольдъ).

покрыто многочисленными валунами, которые произошли отчасти отъ размыванія мѣстныхъ осадковъ, отчасти были принесены льдомъ. Такъ Вангенгеймъ фонъ-Кваленъ сообщаетъ о такомъ перенесеніи — котораго онъ былъ свидѣтелемъ—валуновъ нижнею поверхностью льдинъ. Съ другой стороны Петцольдъ наблюдалъ въ окрестностяхъ Ревеля огромные валуны гранита — рапакви, который встрѣчается только въ Финляндіи, выброшенные вмѣстѣ

со льдомъ послѣ бури на берегъ. Изображенный имъ рисунокъ (фиг. 60), гдѣ валуны лежатъ на обломкахъ льда, не оставляетъ никакого сомнѣнія въ томъ, что валуны принесены льдинами и выброшены вмѣстѣ съ этими послѣдними бурей на берегъ.

По берегамъ Ледовитаго океана образуются огромныя массы льда, которыя промышленниками зовутся торосами. Если торось образуется у утесистаго и крутаго берега, то на него могутъ падать, подъ влияніемъ сильныхъ морозовъ, каменные глыбы, которыя затѣмъ при оттепеляхъ уносятся въ море. При бурѣ эти обломки иногда возвращаются на берегъ. Такъ, Кейзерлингъ, при устьѣ Печоры, наблюдалъ такой случай: льдина съ силой была выброшена на берегъ, прошла по берегу въ лѣсъ, произвела въ немъ опустошеніе и, оттаявъ тамъ, оставила каменную глыбу въ нѣсколько десятковъ пудовъ вѣсомъ.

ЛЕДНИКИ ИЛИ ГЛЕТЧЕРЫ.

Такъ какъ температура понижается по мѣрѣ повышенія мѣстности надъ уровнемъ моря, то надо допустить, что существуетъ высота, на которой температура равна точкѣ замерзанія воды, и что еще выше температура должна быть все ниже и ниже; вода въ этихъ мѣстностяхъ

выпадаетъ исключительно въ видѣ снѣга. Предѣлъ, выше котораго вода выпадаетъ въ твердомъ состояніи, называется плоскостью вѣчнаго снѣга, а пересѣченіе этой плоскости въ данной мѣстности съ вертикальной плоскостью называется снѣговою линіей. Прямые наблюденія показываютъ, что абсолютная высота пикней границы снѣга колеблется въ зависимости отъ мѣсячныхъ колебаній температуры. Такъ, наблюденія на Сентисъ (2,504 метра надъ уровнемъ моря, 47° с. ш., Швейцарскіе Альпы) въ теченіе тридцати лѣтъ дали слѣдующіе результаты:

1 треть марта	690 метр.	3 треть сентября	2030 метр.
2 » »	730 »	1 » октября	1980 »
3 » »	780 »	2 » »	1730 »
1 » апрѣля	810 »	3 » »	1510 »
2 » »	900 »	1 » ноября	1190 »
3 » »	1020 »	2 » »	1000 »
1 » мая	1220 »	3 » »	870 »
2 » »	1250 »	1 » декабря	820 »
3 » »	1470 »	2 » »	740 »
1 » іюня	1750 »	3 » » до 1 трети марта всѣ	
2 » »	1930 »	возвышенныя части (400—600 метр.)	
3 » »	2060 »	Швейцарскихъ Альповъ покрыты снѣгомъ.	
1 » іюля	2340 »		
2 » »	2504 »		

вершина свободна отъ снѣга до сентября.

Относительная высота снѣговой линіи вообще зависитъ отъ географической широты мѣста: по мѣрѣ удаленія отъ полюса къ экватору высота снѣговой линіи увеличивается. Впрочемъ, какъ видно изъ нижеприведенныхъ цифръ, кромѣ широты, на высоту ея оказываютъ вліяніе и другія обстоятельства, къ числу которыхъ должно отнести свойства господствующих вѣтровъ, влажность или сухость климата, близость обширныхъ пространствъ суши, присутствіе по близости моря и т. д. Въ Альпахъ снѣговая линія значительно поднимается къ востоку, хотя западные и восточные Альпы лежатъ приблизительно на одной широтѣ. Объясняютъ это тѣмъ, что восточные Альпы лежатъ дальше отъ моря, которое вообще понижаетъ высоту снѣговой линіи, тогда какъ матеріки ее повышаютъ. Такое же заключеніе можно сдѣлать относительно снѣговой линіи цѣли Кавказскихъ горъ и высоты ея на Араратѣ.

Высота снѣговой линіи и образованіе ледниковъ.

		Высота снѣговой линіи надъ уровнемъ моря.
На Землѣ Франца Іосифа, подѣ	82°	с. ш. — 100—300? метр.
» Шницбергенъ	76°55'—77°	» " — 460 "
Въ зап. Гренландіи	72—74°	» " — 900—1000 "
На Новой Землѣ	73°30'	» " — 600—1000 "
» Янъ-Майенъ.	71°	» " — 800 "
Въ Норвегіи	70°	» " — 884—1020 "
» "	67°	» " — 1010—1330 "

		Высота снѣговой линіи надъ уровнемъ моря.	
Въ Норвегіи	подъ	61°38'	с. ш. —1300—1450 метр.
„ Камчаткѣ	„	56°40'	„ „ — 1600 „
На Алтайѣ сѣв. скл.	„	51°	„ „ — 2200 „
„ „ южн. „	„	49°	„ „ — 2600 „
„ Альпахъ централн.	„	47°	„ „ — 2820 „
„ „ швейцарск.	„	47°	„ „ —2800—2750 „
„ „ Монъ-Бланъ	„	46°45'	„ „ —2860—3100 „
„ Кавказѣ зап. часть.	„	43°	„ „ —2900—3600 „
„ „ сѣвер. скл.	„	43°	„ „ —3300—3900 „
„ „ восточ. часть.	„	41°	„ „ — 4300 „
„ Араратѣ	„	39°42'	„ „ —4250—4300 „
„ Этнѣ	„	37°30'	„ „ — 2900 „
„ Куэнлунѣ	„	36°	„ „ —4800—6000 „
Въ юго-восточ. Тибетѣ.	„	30°	„ „ —5700—6000 „
„ Гималаяхъ сѣв. скл.	„	28°	„ „ — 4800 „
„ „ южн. „	„	27°	„ „ — 4900 „
На Попокатепетлѣ	„	18°	„ „ — 4700 „
„ Сіеррѣ Невада (юж. Ам.).	„	10°57'	„ „ — 4690 „
Въ Колумбіи (юж. Ам.)	„	4°46'	„ „ — 4670 „
„ Квито, восточ. бер.	„	0°	„ „ —4700—4860 „
„ Андахъ, Боливія, в. скл.	„	16°	юж. ш. —4850—5040 „
„ „ „ зап. „	„	16°	„ „ — 5620 „
На континентѣ Викторія (южн. полюсь)	„	70—78°	„ „ — 0 „

Въ Альпахъ снѣгъ, выпавшій до высоты приблизительно 3,840 метровъ (12,600 ф.), остается безъ измѣненія; но ниже этой высоты, вслѣдствіе дневного таянія и ночного смерзанія, онъ переходитъ въ зернистую, болѣе или менѣе слошную массу, которую принято называть фирномъ. Пространства же въ горахъ, покрытыя фирномъ, называютъ снѣжными полями или снѣжными морями. По наблюденіямъ Чуди, въ Альпахъ, выше 3,300 метровъ, выпадаетъ ничтожное количество снѣга, главная же его масса осаждается изъ облаковъ на высотѣ отъ 2,300 до 2,600 метровъ; то же подтверждаетъ и Сѣверцевъ своими наблюденіями въ горахъ центральной Азіи.

Скопленіе воды въ твердомъ видѣ на горахъ съ каждымъ годомъ должно было бы значительно увеличивать высоту горныхъ вершинъ, еслибы природа не практиковала извѣстныхъ способовъ разгрузки этого постоянно накапливающагося матеріала. Такая разгрузка идетъ двумя способами: лавинами и ледниками, или глетчерами.

Подъ именемъ лавинъ понимаютъ обваливающіяся съ крутыхъ склоновъ массы снѣга и льда, причеиъ матеріалъ для нихъ скопляется на горахъ съ значительною и обширною вершиною. Лавины, стремясь внизъ, прорываютъ себѣ обыкновенно рывины и достигаютъ часто весьма низкихъ и заселенныхъ мѣстъ долины, причиняя иногда значительныя

опустошенія. Количество скатывающихся лавинъ съ нѣкоторыхъ горъ громадно. Съ одного Ст. Готарда этимъ путемъ идетъ разгрузка около 325 милліоновъ куб. метровъ снѣга и льда въ годъ. По характеру происхожденія лавинъ ихъ подраздѣляютъ на нѣсколько категорій (зимнія, весеннія, ледниковыя и градовыя лавины). Онѣ составляютъ обыкновенное и нормальное явленіе во всей области Альповъ, Пиренеевъ и другихъ горъ.

Подъ вліяніемъ давленія вновь выпавшаго снѣга и пластичности, присущей водѣ въ твердомъ состояніи, фирнъ переходитъ въ состояніе компактное и тягучее. Этой новой разности даютъ наименованіе глетчернаго льда. Масса глетчернаго льда постоянно сползаетъ по широ-



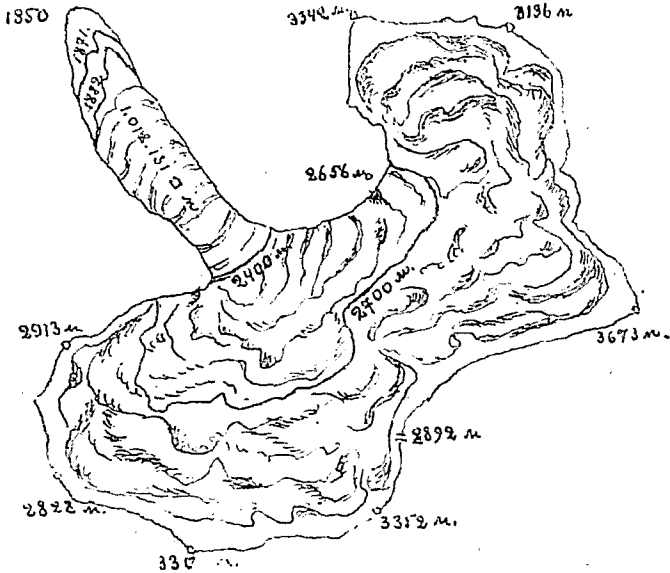
Фиг. 61. Общій видъ альпійскаго ледника.

кимъ и глубокимъ долинамъ въ мѣстности, лежація ниже снѣговой линіи. Она медленно пролагаетъ себѣ путь по долинамъ въ видѣ ледяныхъ рѣкъ, которыя называются ледниками или глетчерами ¹⁾.

Для образованія ледниковъ необходимы извѣстныя орографическія особенности данной горной цѣпи, такъ какъ извѣстно, что съ вершинъ нѣкоторыхъ горъ, высоко поднимающихся надъ снѣговой линіею, все-таки ледники не спускаются. Здѣсь, какъ, напр., на нѣкоторыхъ вершинахъ Алтая и Альповъ, вся дѣятельность исключительно исчерпывается образованіемъ кольца, окружающаго снѣговую линію и состоящаго изъ фирна. Такому кольцу даютъ въ Альпахъ наименованіе фирноваго глетчера. Въ зависимости отъ орографіи страны Геймъ даже подраздѣляетъ ледники на: альпійскіе, скандинавскіе и гренланд-

¹⁾ Для русской терминологіи не лишено интереса мѣстное названіе ледниковъ на Алтаѣ, гдѣ ихъ простой народъ называетъ „ледовками“.

скіе. Альпійскіе ледники выходятъ изъ областей горъ, обильныхъ котловинами и изрѣзанныхъ многочисленными долинами. Скандинавскіе спускаются съ платообразныхъ горъ, среди которыхъ долинъ мало, и, наконецъ, греландскіе выходятъ изъ подъ сплошныхъ и однообразныхъ ледяныхъ покрововъ, заковывающихъ собою полярныя страны. Почти всѣ ледники двигаются въ глубокихъ долинахъ, начинающихся у ледниковъ альпійскаго типа, наверху расширеніемъ или котловиной, лежащей среди горъ и своими запасами снѣга питающей выходящіе изъ нея ледники. Весьма часто такія котловины имѣютъ форму, напоминающую циркъ, съ стѣсными, расположенными уступами стѣнами. Вотъ почему за такими образованіями и сохраняютъ наименованіе цирка (въ Скандинавіи—бот-



Фиг. 62. Фирновое поле и верхне-зульбахскій ледникъ.

неръ, въ Тиролю—карэ). Происхожденіе цирковъ въ сущности мало извѣстно; обыкновенно объясняютъ его разрушающимъ дѣйствіемъ воды и атмосферы; нѣкоторые ученые призываютъ на помощь и дѣятельность льда, допуская, что, во время наибольшаго развитія въ данной странѣ ледниковъ, эти послѣдніе спускались съ окружающихъ циркъ скалъ, обтачивали и обрабатывали эти послѣднія, придавая всей котловинѣ форму цирка. Иногда нѣсколько цирковъ, сливаясь между собою, питаютъ какой-нибудь ледникъ (фиг. 62). Итакъ, со стороны орографіи необходимо для образованія ледниковъ на вершинахъ горъ выше снѣговой линіи болѣе или менѣе значительныхъ котловинъ, или цирковъ, изъ которыхъ выходили бы долины.

Еще Соссюръ отличилъ въ альпійскихъ ледникахъ два порядка. Ледники перваго порядка, или, какъ ихъ называетъ Гошпитеттеръ, ледники долинъ, представляютъ большіе потоки льда, выполняющіе долины, и состоятъ изъ плотнаго льда. Ледники втораго порядка, или глетчеры высочайшихъ мѣстъ, висячіе или фирновые ледники (Jochgletscher—

Гохштеттера), не представляютъ значительныхъ потоковъ и состоятъ изъ рыхлаго льда, а иногда и изъ фирна, рѣдко вступаютъ въ долины, а большею частью висятъ на крутомъ склонѣ горы. Впрочемъ, проводить рѣзкую границу между ледниками этихъ двухъ порядковъ нельзя, такъ какъ существуетъ нѣсколько переходныхъ формъ. Въ альпійской горной цѣпи по настоящее время въ общемъ принимаютъ число ледниковъ до 2000, предполагая нѣсколько еще неизвѣстныхъ изъ II порядка. До сихъ поръ извѣстно слѣдующее количество:

	Глетчеры I порядка.	Глетчеры II порядка.	Сумма.
Франція	25	119	144
Италія	15	63	78
Швейцарія	138	333	471
Австрія	71	391	462
Во всѣхъ Альпахъ	249	906	1155

Въ зависимости отъ размѣровъ скопленій снѣга и фирна въ котловинахъ или циркахъ, должны быть различны и размѣры выходящихъ изъ нихъ ледниковъ. Въ прилагаемой таблицѣ приведены размѣры нѣкоторыхъ альпійскихъ ледниковъ, а также абсолютная высота ихъ нижнихъ концовъ.

Названіе ледниковъ.	Поверхность всего ледника въ кв. клм.	Поверхность ледникового потока въ кв. клм.	Длина совокупнаго ледника въ клм.	Длина ледниковаго потока въ клм.	Ширина ледника въсредній въ метр.	Абсолютн. высота нижняго конца въ метр.
Ледяное море	30,13	11,65	14,5	9,0	1000	1125—1150
Горперскій	49,0	20,0	15,0	8,5	—	1840
Алетчскій	99,54	29,45	24	16,5	1800	1353
Нижній Гриндельвальдскій	28	8,5	9,75	7,5	300—800	1080
Ропскій	18,63	5,07	10,5	5,0	—	1777

Въ странахъ полярныхъ ледники могутъ достигать значительно большихъ размѣровъ; достаточно указать на ледникъ Гумбольдта, имѣющій до 118 километровъ ширины. Насколько измѣнчива длина и ширина ледниковъ, на столько же различна и толщина ихъ. Правда, для измѣренія этой послѣдней имѣется меньше средствъ, чѣмъ для опредѣленія длины и ширины. Тѣмъ не менѣе, въ ледникахъ II порядка часто наблюдаются трещины, достигающія дна, по которымъ возможно опредѣлять ихъ толщину; такія измѣренія для вышеуказанныхъ ледниковъ дали величины отъ 10—50 метровъ. Измѣрить толщину ледниковъ I порядка труднѣе: трещины въ нихъ рѣдко достигаютъ дна. Измѣренія, какъ глубины трещинъ, такъ и непосредственно нижняго конца ледника, даютъ

величины отъ 200—400 метровъ. Понятно, что въ ледникахъ полярныхъ странъ и толщина должна представлять размѣры много большіе, чѣмъ въ ледникахъ альпійскихъ. Измѣрить непосредственно толщину этихъ ледниковъ нельзя, но можно судить о ней, какъ увидимъ далѣе, по нѣкоторымъ косвеннымъ даннымъ. Тѣмъ не менѣе, имѣющіяся данныя о ледникахъ альпійскихъ странъ свидѣтельствуютъ о громадной массѣ льда, находящейся въ ледникѣ. Геймъ для алетчскаго глетчера (Тирольскіе Альпы) вычислялъ количество льда, принимая во вниманіе длину отъ предѣловъ фирна, и нашелъ объемъ его равнымъ 10.800,000,000 куб. метровъ. По вычисленію англійскихъ ученыхъ изъ льда горнерскаго ледника можно было бы построить три такихъ города, какъ Лондонъ.

Уголъ склона, по которому ледникъ сползаетъ внизъ по долинѣ, измѣняется въ широкихъ предѣлахъ въ альпійскихъ ледникахъ. Определить непосредственно этотъ уголъ нельзя, такъ какъ долина выполнена льдомъ; приблизиться къ его опредѣленію можно, измѣряя уголъ склона поверхности ледника. Такія измѣренія на большихъ альпійскихъ ледникахъ обыкновенно даютъ величины отъ 3, 4, 5 и 6°, и не больше 10°; крайне рѣдко въ такихъ ледникахъ опредѣляютъ уголъ въ 20—30°, или, какъ нашелъ въ нѣкоторыхъ ледникахъ области Аара Агассисъ, даже до 49°. Изъ самаго способа происхожденія ледниковъ надо прийти къ заключенію, что уголъ склона въ различныхъ мѣстахъ теченія ледника долженъ измѣняться, что и доказано для альпійскихъ ледниковъ. Конечно, вышеуказанная величина угла склона должна сильно увеличиваться тамъ, гдѣ ледникъ встрѣчаетъ крутые склоны,—тамъ онъ очевидно долженъ явиться въ формѣ какъ бы замершаго водопада. Иногда такія мѣста на ледникѣ служатъ мѣстами образованія лавинъ, т.-е., изломанный ледъ ледника, освобождаясь въ формѣ болѣе или менѣе крупныхъ кусковъ, отрывается и съ значительною быстротою несется внизъ по долинѣ.

Сползая по крутымъ склонамъ и пропастямъ или пролагая себѣ путь сквозь узкія ущелья, ледъ ледниковъ, несмотря на свою пластичность, иногда взламывается, приподнимается и принимаетъ вслѣдствіе этого самыя фантастическія и живописныя формы съ высокими пиками и шпицами, горделиво выступающими надъ общимъ уровнемъ. Эти-то бѣлоснѣжныя, то голубовато-зеленыя массы льда часто представляютъ рѣзкій контрастъ съ темно-зеленымъ фономъ сосѣдней растительности. „Ледяное море“ Монблана не только бываетъ иногда окружено цвѣтущими дикими рододендронами, но сползаетъ еще ниже въ воздѣланныя мѣстности и надвигается на поля, гдѣ рядомъ съ хижиной крестьянина растетъ табакъ. Впрочемъ, такъ низко альпійскіе ледники рѣдко спускаются: обыкновенно ихъ нижній конецъ не опускается ниже 1000 метровъ надъ уровнемъ моря. Такъ, напр., нижній конецъ ниже-гриндельвальдскаго ледника лежитъ на высотѣ 1080 метровъ. Болѣе низкому сползанію альпійскихъ ледниковъ положенъ предѣлъ въ средней температурѣ воздуха, подъ вліяніемъ которой происходитъ окончательное стайваніе ледника, несмотря на то, что сверху постоянно прибываютъ новые

запасы льда. Таяніе вполне уравниваетъ постоянную надбавку, поступающую изъ вышележащаго резервуара.

Движеніе ледниковъ и причины его. — Фактъ движенія ледниковъ былъ извѣстенъ давно, на него указывалъ одинъ изъ первыхъ изслѣдователей ледниковъ, знаменитый Соссюръ, но первыя цифровыя данныя объ этомъ движеніи доставилъ Гюги. Гюги выстроилъ въ 1827 году на Аарскомъ ледникѣ хижину и опредѣлилъ ея положеніе. По наблюденіямъ, произведеннымъ черезъ три года, оказалось, что она передвинулась ввизъ на 100 метровъ. Съ сороковыхъ годовъ прошлаго столѣтія многочисленныя изслѣдованія Агассиса, Джемса Форбса, Эшера фанъ-деръ-Линта, Джона Тиндала, Шарпантье, Шлагинтвейта, Севе, Грода, Дюпре и многихъ другихъ, а впоследствии энергичная дѣятельность по изученію ледниковъ, обнаруженная членами альпійскаго клуба, установили окончательно законы, управляющіе движеніемъ ледниковъ.

Еще Форбсъ сдѣлалъ предположеніе, что законы эти весьма близко подходятъ къ законамъ, управляющимъ теченіемъ рѣкъ; что ледники двигаются быстрѣе въ серединѣ, чѣмъ по бокамъ и гораздо быстрѣе на поверхности, чѣмъ близъ дна. Этотъ фактъ былъ провѣренъ Тиндалемъ посредствомъ тщательной разстановки по льду большого количества вѣхъ, расположенныхъ поперекъ ледника по прямой линіи, которая, по мѣрѣ движенія ледника, постепенно перешла въ красивую кривую, средняя выпуклая часть которой была обращена къ нижней оконечности глетчера и показывала, что скорость въ этомъ мѣстѣ была больше скорости боковыхъ частей. Подобные результаты были получены и прямымъ наблюденіемъ надъ поступательнымъ движеніемъ ледника при помощи камней, первоначально разложенныхъ по направленію прямой линіи и иногда даже окрашиваемыхъ въ различные цвѣта. Сходство движенія льда въ ледникахъ съ теченіемъ воды въ рѣкѣ, по Тиндалю, особенно рѣзко въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ ледяной потокъ дѣлаетъ крутые изгибы; точно такъ же и здѣсь линія наибольшей скорости теченія уклоняется въ сторону изгиба, какъ и въ рѣкахъ. Такія наблюденія показали, что скорость поступательнаго движенія ночью почти такая же, какъ и днемъ, и что зимою ледникъ движется медленнѣе отъ 2 до 5 разъ. Для „Ледяного моря“ среднее ежедневное поступательное движеніе опредѣлено въ декабрѣ въ 0,290 метра, тогда какъ въ іюлѣ—1,323 метра.

Изъ наблюденій можно видѣть, что скорость поступательнаго движенія ледника бываетъ неодинакова въ различныя времена дня. Въ ледникѣ „Ледяное море“ она иногда колебалась въ предѣлахъ отъ 0,217 до 0,687 метровъ ежедневно, въ нижне-аарскомъ—отъ 0,14 до 0,211 ¹⁾. Для показанія различія въ поступательномъ движеніи ледника у береговъ и въ срединѣ приводимъ наблюденія Тиндала надъ скоростью дви-

¹⁾ Въ Швейцаріи есть ледникъ Рофенъ-Вернаггъ, который періодически обнаруживаетъ поразительно быстрое движеніе. Въ іюні 1845 года скорость его движенія была настолько значительна, что ее можно было наблюдать непосредственно.

женія „Ледяного моря“ у Трелапортскаго ущелья (№ 1 — вѣха близъ западнаго берега долины, № 15 — близъ восточнаго):

№№ вѣхъ.														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Скорость въ 24 часа въ метрахъ														
0,286	0,343	0,324	0,381,	0,387	0,406	0,438	0,489	0,502	0,483	0,465	0,445	0,406	0,375	0,254

Большіе гренландскіе ледники представляютъ ежедневную скорость поступательнаго движенія много большую, чѣмъ въ альпійскихъ, норвежскихъ и другихъ ледникахъ. Эта скорость на нѣкоторыхъ ледникахъ колеблется въ предѣлахъ отъ 3 до 20 метровъ въ сутки, что, конечно, значительно превосходитъ скорость болѣе мелкихъ ледниковъ. Во всякомъ случаѣ вышеприведенныя данныя приводятъ къ заключенію, что ледъ ледниковъ представляетъ массу трудно-текущую и уступающую водѣ въ скорости теченія въ 80—100 миллионъ разъ.

Не такъ легко было установить истинную причину движенія ледниковъ. Соссюръ полагалъ, что достаточно одного вѣса льда для того, чтобы ледникъ скользилъ по склону долины, особенно еслибы этому скользющему движенію помогала вода, текущая подо льдомъ. Эту теорію, основанную на тяжести, Шарпантье и за нимъ Агассисъ замѣнили гипотезой расширенія. Они утверждали, что ледникъ, ставая днемъ на своей поверхности, наполняется водою, всасываемою безчисленными трещинами и трубочками, которыми онъ пропитанъ. Эта вода, въ теченіе холодной ночи, замерзая, расширяется, причемъ происходитъ расширеніе и всей ледяной массы, проявляющей при этомъ столь громадную силу, что она, стремясь выдвинуть ледникъ по направленію наименьшаго сопротивленія, обуславливаетъ передвиженіе всего глетчера впередъ, т.-е. внизъ по долину.

Гопкинсъ однако показалъ, что треніе, которое приходится претерпѣвать леднику о ложе долины, такъ значительно, что произошла бы остановка движенія, особенно въ узкихъ ущельяхъ, если бы ледъ двигался только въ силу расширенія, обусловленнаго переходомъ воды изъ жидкаго состоянія въ твердое.

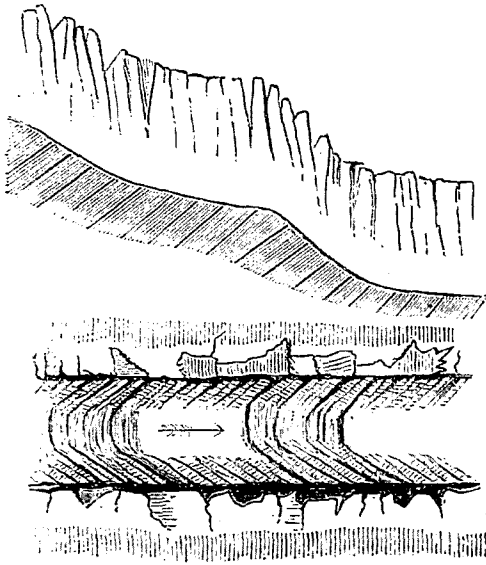
Тиндаль, руководствуясь опытами Кристи, занялся изученіемъ свойствъ льда и особенно его пластичности. Кристи, какъ извѣстно, наливалъ воду въ бомбу и замораживалъ ее. Такъ какъ вода въ твердомъ состояніи занимаетъ большее пространство, чѣмъ въ жидкомъ, то изъ отверстія бомбы, послѣ замораживанія, долженъ выйти избытокъ льда. Вода въ бомбѣ замерзала слоями отъ периферіи къ центру, и еслибы ледъ не обладалъ пластичностью, должно было бы ожидать, что избытокъ льда явится въ видѣ отдѣльныхъ кусковъ, но оказалось, что былъ выдавленъ изъ отверстія бомбы совершенно однородный ледяной цилиндръ, что доказало пластичность льда. Тиндаль вытягивалъ ледъ въ брусъ, въ кольца, завязывалъ въ узлы и доказалъ, что его можно заставить принять какую угодно форму, особенно при температурѣ, близкой къ точкѣ таянія. Это изслѣдованіе служило подтвержденіемъ гипотезы Соссюра и ея добавле-

ніемъ. Поэтому долгое время объясняли движеніе льда въ глетчерахъ какъ, съ одной стороны, силою тяжести скопляющихся выше свѣговыхъ массъ, такъ и пластичностью льда, принимающаго подъ давленіемъ ту форму, въ которую его заключаютъ. Въ настоящее время, благодаря интереснымъ опытамъ Треска и Спринга, долженъ быть введенъ еще одинъ коэффициентъ. Треска рядомъ опытовъ показалъ, что нѣкоторыя однородныя тѣла, подъ вліяніемъ давленія, приобрѣтаютъ способность къ такъ называемому жидкостному истеченію. Такъ, напримѣръ, свинець, цинкъ и друг. подъ высокимъ давленіемъ способны вытекать изъ отверстія, подчиняясь обыкновеннымъ законамъ истеченія жидкостей. Хотя и многія тѣла способны при извѣстныхъ условіяхъ къ жидкостному истеченію, но ледъ обладаетъ этою способностью въ высокой степени.

Когда для объясненія движенія ледниковъ былъ введенъ еще новый коэффициентъ—жидкостное истеченіе, возникла мысль объ устройствѣ искусственнаго ледника, на которомъ можно было бы изучать законы, управляющіе движеніемъ природныхъ ледниковъ. Такимъ матеріаломъ можетъ служить обыкновенный сапожный варъ. Свойствами вара можно воспользоваться, приготовивъ предварительно изъ гипса горку, имѣющую на вершинѣ, одинъ, или нѣсколько цирковъ, и проведя изъ нихъ тщательно проинвентурованныя долины. Наполняя цирки кусочками вара, можно наблюдать, что чрезъ нѣсколько дней варъ слежится въ сплошную массу и масса эта выступитъ въ формѣ потока по долинамъ. Правда, движеніе идетъ при обыкновенной комнатной температурѣ не скоро, но во всякомъ случаѣ легко наблюдать, что и здѣсь средина движется быстрѣ краевъ, какъ и въ настоящемъ ледникѣ. Это видно по формѣ морщинъ или складокъ, образующихся во многихъ мѣстахъ на поверхности вара; складки изгибаются дугообразно и дуги направлены въ сторону движенія ледника; то же явленіе можно наблюдать при помощи прямыхъ линій, проведенныхъ краской поперекъ искусственнаго ледника, которыя чрезъ нѣкоторое время становятся изогнутыми; измѣряя постепенныя ихъ измѣненія, можно вывести заключеніе о характерѣ и скорости движенія ледника. По наблюденіямъ оказалось, что при комнатной температурѣ варъ спускается среднимъ числомъ на 0,4 мм. въ сутки; величина эта непостоянна, что зависитъ отъ двухъ причинъ; отъ крутизны склона, по которому спускается ледникъ, и отъ температуры. Перемена температуры производитъ измѣненіе въ скорости движенія вара. Оно и въ дѣйствительности такъ; въ настоящихъ ледникахъ, какъ видѣли выше, зимою движеніе въ 2—5 разъ медленнѣе, чѣмъ лѣтомъ. Искусственный ледникъ представляетъ также большія удобства для изученія вліянія склона на движеніе, къ чему рѣшительно не представляется возможности въ естественныхъ ледникахъ. При наполненіи долины варомъ, наблюдалось, что при переходѣ съ пологого склона на крутой—ледникъ не сразу измѣняетъ скорость движенія, а движется сначала съ прежней скоростью, которая начинаетъ увеличиваться лишь въ концѣ склона, но зато онъ сохраняетъ эту увеличенную скорость нѣкоторое время и на пологомъ склонѣ, который слѣдовалъ за крутымъ и т. д. Томсонъ изслѣдовалъ способность вара къ жидкостному истеченію и показалъ, что она развита въ немъ въ высшей степени. Онъ клалъ на дно стакана нѣсколько пробокъ, на нихъ лепешку вара, и на лепешку нѣсколько свинцовыхъ пуль, въ стаканъ наливалась вода, и черезъ нѣкоторое время пули оказались на днѣ, пробки на верху, а цѣлая лепешка по срединѣ. Варъ пропустилъ чрезъ себя пули и пробки, а отверстія затѣмъ снова затянулись.

Трещины и полосы грязи на ледникѣ.—Хотя ледъ глетчеровъ и пластиченъ, но только до извѣстнаго предѣла; на болѣе крутыхъ склонахъ въ глетчерѣ образуются многочисленныя трещины, идущія обыкновенно отъ краевъ къ срединѣ ледника и направляющіяся не въ сторону

движенія ледника, а въ противоположномъ направленіи (фиг. 63). Причину такого ихъ расположенія объясняютъ боковымъ давленіемъ, встрѣченнымъ глетчеромъ въ берегахъ долины, по которой онъ двигается. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ глубина такихъ трещинъ поразительна и при путешествіи по ледникамъ трещины представляютъ крайне значительную опасность. Часто снѣгъ, выпадая на поверхность ледника, маскируетъ ихъ, а потому посѣщеніе ледниковъ требуетъ обязательнаго сопровожденія проводника и принятія ряда другихъ предосторожностей.



Фиг. 63. Трещины на ледникѣ.

Верхній рисунокъ представляетъ разрѣзъ ледника, нижній—соотвѣтствующій планъ.

а—порода ложа, б—ледъ ледника.

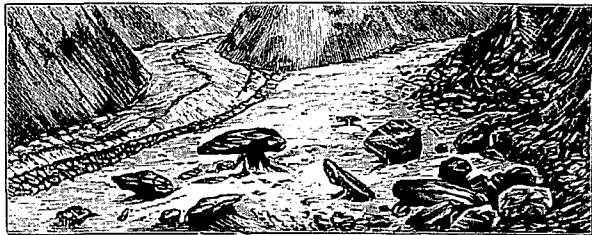
Если сравнить поверхность искусственнаго ледника изъ вара съ таковою же настоящаго ледника, то легко замѣтить, что наиболѣе существенное различіе между ними, т.-е. между льдомъ и варомъ, будетъ заключаться въ меньшей тягучести льда. Дѣйствительно, въ тѣхъ мѣстахъ искусственнаго ледника, гдѣ склоны круты, обыкновенно наблюдается ровная, какъ бы полированная поверхность, тогда какъ въ настоящихъ ледникахъ, какъ видѣли выше, наблюдается наисильнѣйшая трещиноватость. Наоборотъ, тамъ, гдѣ склоны пологи—въ искусственномъ ледникѣ поверхность морщиниста, а въ естественномъ—болѣе гладкая.

Вѣтеръ приноситъ на поверхность ледника пыль; пыль эта располагается болѣе или менѣе равномерно по поверхности ледника, но затѣмъ, въ силу постоянного поступательнаго движенія, поверхность ледника покрывается мелкими грядами льда; къ этимъ грядамъ смывается большое количество грязи, а такъ какъ гряды располагаются дугообразно, то и форма грязевыхъ полосъ должна быть таковою же. Эти грязевыя полосы представляютъ наибольшее сходство съ формами морщинъ, покрывающихъ на пологихъ склонахъ поверхность искусственнаго ледника, и свою изогнутую стороною обращены въ сторону движенія.

Ледниковыя столы, колодцы, ручьи и мельницы.—Вслѣдствіе энергичнаго таянія поверхности ледника, на этой послѣдней наблюдается нѣсколько оригинальныхъ образованій, получившихъ названіе ледниковыхъ столовъ, колодцевъ, ручьевъ и мельницъ. Ледниковыя столы представляютъ значительныя обломки горныхъ породъ, укрѣпленныя на подставкѣ изъ глетчернаго льда (фиг. 64). Происхожденіе ихъ объясняется тѣмъ, что ледъ подъ большимъ кускомъ горной породы стаиваетъ медленно, чѣмъ открыто лежащій; вслѣдствіе этого отдѣльныя большіе камни и являютъ какъ бы на подставкѣ, которая современемъ постепенно подтаиваетъ, становится до того тонкою, что ломается и глыба

падаетъ на ледъ. Ледниковые колодцы образуются тоже въ такихъ мѣстахъ ледниковъ, гдѣ на поверхности его лежить много камней, но болѣе мелкихъ размѣровъ. Мелкіе камни скорѣе прогрѣваются солнцемъ и долѣе сохраняютъ теплоту, а потому подъ ними ледъ будетъ таять скорѣе, чѣмъ тамъ, гдѣ нѣтъ камней; результатомъ этого является цилиндрическое углубленіе или ледниковый колодецъ, на днѣ котораго лежить камень.

Въ силу того же таянія, на поверхности ледника, въ особенности лѣтомъ, бѣгутъ многочисленныя ручьи, которыя въ полярныхъ ледникахъ



Фиг. 64. Ледниковые столы.

принимаютъ размѣры широкихъ рѣкъ и иногда разливаются въ озера. Ледниковый ручей, встрѣчая на пути своего теченія трещину, низвергается въ эту послѣднюю водопадомъ и размываетъ ея вершину, образуя широкое углубленіе, называемое ледниковою мельницею (фиг. 65). Ледникъ, сходя съ крутого уступа, можетъ закрыть трещину, но мельница сохранится на его поверхности. Глубина мельницъ различна и колеблется въ предѣлахъ отъ 50 до 200 метровъ, но бываетъ и до 260 м. (на нижне-аарскомъ ледникѣ). Почти на каждомъ большомъ ледникѣ есть свои мельницы.



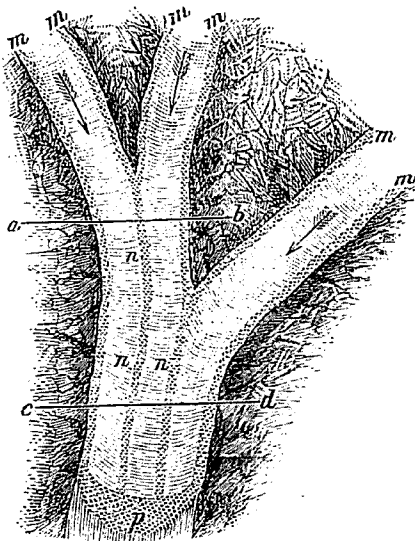
Фиг. 65. Ледниковыя мельницы на баксанскомъ ледникѣ Кавказа (Вишняковъ).

Низвергаясь въ трещины, ледниковыя ручьи не только приготавливаютъ мельницы, но должны произвести еще работу въ томъ случаѣ, если вертикально падающія струи воды будутъ достигать дна ложа ледника и встрѣчать на пути отдѣльные камни. Камни въ такихъ струяхъ должны подвергаться вращательному движенію, а треніе о коренную породу дна вызоветъ образованіе болѣе или менѣе крупныхъ размѣровъ котловъ. Такіе котлы, иногда гигантскихъ размѣровъ, извѣстны во многихъ мѣстахъ, гдѣ прежде были ледники. Въ особенности грандіозны, какъ указано выше, испанскіе котлы въ Люцернѣ, въ Швейцаріи.

Для геолога ледникъ представляетъ громадный интересъ — какъ дѣятель, способный не только переносить обломки горныхъ породъ, но и болѣе сильно запечатлѣвать слѣды своего пребыванія непосредственно на коренныхъ горныхъ породахъ. Дѣятельность его выражается съ одной стороны перенесеніемъ измельченнаго матеріала горныхъ породъ, какъ-то: глина, песка и разнообразной величины камней на большія разстоянія, а съ другой, — въ сглаживаніи, полированіи, борозженіи какъ обломковъ горныхъ породъ, несомыхъ ледниками, такъ и каменныхъ стѣнъ и дна тѣхъ долинъ, по которымъ онъ двигается.

Морены. — При подошвѣ каждаго крутого утеса или обрыва въ высокихъ альпійскихъ странахъ всегда встрѣчаются каменные глыбы и обломки, оторванные попеременнымъ дѣйствіемъ мороза и оттепели. Если такимъ массамъ случится упасть на ледникъ, то онѣ будутъ двигаться вмѣстѣ съ нимъ, и вмѣсто одной груды въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ образуютъ длинныя полосы камней, расположенныя на каждой окраинѣ ледяного потока. Размѣры этихъ камней весьма разнообразны: рядомъ съ мелкимъ иломъ и пескомъ здѣсь встрѣчаются обломки горныхъ породъ отъ одного до двадцати куб. метровъ, а иногда среди нихъ встрѣчали даже глыбы объемомъ отъ 1,000 до 3,000 куб. метровъ. Такой рядъ камней, несомый ледникомъ, называется мореною ледника. Въ ряду моренъ различаютъ слѣдующія: боковыя, срединныя, конечныя, внутреннія и, наконецъ, поддонную или основную морену.

Боковую или береговую морену называютъ таю полосу обломковъ горныхъ породъ, которая располагается по окраинѣ ледника (фиг. 66*m*). Высота боковыхъ моренъ въ Альпахъ бываетъ отъ 10 до 100 метровъ, въ Тянь-Шанѣ — до 150 метровъ. Срединная морена происходитъ отъ слиянія двухъ боковыхъ моренъ (*n*), что наблюдается въ томъ случаѣ, когда два ледника, вступая въ долину, соединяются въ одинъ общій ледникъ, причемъ правая морена одного сливается съ лѣвою мореною другого, и т. д. Впрочемъ, надо замѣтить, что образованіе правильныхъ срединныхъ моренъ возможно только въ томъ случаѣ, когда два ледника сливаются между собою подъ острымъ угломъ и имѣютъ движеніе въ одну сторону; если же слияніе происходитъ подъ прямымъ угломъ или же подъ тупымъ, то, взаимно правильной срединной морены на поверхности ледника, камни моренъ являются разбросанными безъ всякаго порядка. По числу всѣхъ срединныхъ и боковыхъ моренъ можно судить о числѣ слившихся ледниковъ; въ самомъ дѣлѣ, число ледниковъ

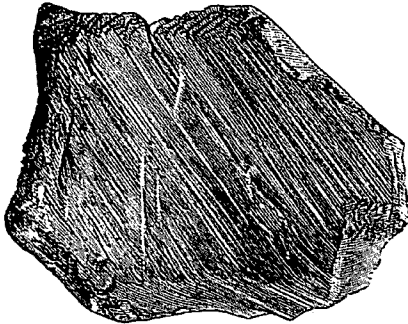


Фиг. 66. Схематическій планъ ледника и морены (*m*, *m* — боковыя, *n*, *n* — срединныя и *p* — конечная).

равно числу всѣхъ моренъ безъ единицы, т.-е. $x = n - 1$; такъ, напр., на ледникѣ „Ледяное море“ находится семь моренъ, слѣдовательно, онъ состоитъ изъ шести слившихся глетчеровъ. Конечную мореною (фиг. 65р) называется та груда обломковъ горныхъ породъ, которая всегда замѣчается у оконечности ледника, т.-е. у того мѣста, гдѣ ледникъ ставиваетъ. Конечная морена представляетъ очень большой интересъ въ томъ отношеніи, что по ней можно судить о томъ, какимъ распространеніемъ пользовался прежде данный ледникъ: такъ, напр., Соссюръ, изслѣдуя, конечную морену ронскаго ледника, нашелъ, что онъ когда-то занималъ почти всю долину рѣки верхней Роны и подходилъ близко къ Женевскому озеру. Кромѣ перечисленныхъ моренъ значительная часть ледниковъ содержитъ еще и во всей своей массѣ большое количество твердаго матеріала, какъ въ формѣ отдѣльныхъ камней, такъ и неправильныхъ скопленій или прослоевъ болѣе тонкаго матеріала—песка и ила. Подобнаго рода скопленія наблюдались въ ниже-аарскомъ и ронскомъ ледникахъ, а также въ ледникахъ Исландіи и Гренландіи, гдѣ они иногда образуютъ прослой отъ 5 до 10 метровъ толщиною. Такимъ скопленіямъ даютъ названіе внутреннихъ моренъ. Наконецъ, поддонною мореною называются тѣ груды обломковъ горныхъ породъ, которыя скопляются подъ ледникомъ. Образование поддонной морены происходитъ слѣдующимъ образомъ. Ледникъ, постепенно выполняя долину, можетъ найти на днѣ ея болѣе или менѣе значительное количество разнообразныхъ размѣровъ обломковъ горныхъ породъ, которые и будутъ включены въ ледъ ледника и могутъ подвергнуться вмѣстѣ съ нимъ поступательному движенію. Еще болѣе и постоянный матеріалъ для образованія поддонной морены даютъ верхнія и внутреннія морены. Тамъ, гдѣ ледникъ огибаетъ острый уголъ или сползаетъ по крутому и выпуклому склону, на немъ очень часто встрѣчаются, какъ видѣли раньше, глубокія трещины, въ которыя легко попадаютъ камни. Эти камни могутъ доходить или до дна ледника, или же оставаться вблизи его поверхности; скопленіемъ камней на днѣ ледника образуется основная или поддонная морена.

Кромѣ указанной причины, повидимому, есть еще одно обстоятельство, которое можетъ способствовать скопленію обломковъ въ поддонную морену. На это наводитъ наблюденіе надъ искусственнымъ ледникомъ. На средину этого послѣдняго былъ положенъ кусокъ гранита; шириною въ $\frac{1}{3}$ ширины ледника; нѣкоторое время онъ совершалъ движеніе вмѣстѣ съ ледникомъ, но затѣмъ можно было наблюдать постепенное его погруженіе въ вещество искусственнаго ледника и наконецъ онъ совершенно скрылся, а со временемъ былъ обнаруженъ на днѣ ледника въ значительномъ разстояніи отъ того мѣста, гдѣ былъ первоначально положенъ. Объяснить это можно тѣмъ, что средина ледника движется быстрѣе краевъ и что это различіе въ скорости движенія должно вызывать значительное перемѣщеніе частицъ льда въ срединѣ ледника съ поверхности ко дну, т.-е. поверхностныя частицы, по мѣрѣ движенія, будутъ перемѣщаться по кривой сверху внизъ. Это объясненіе находитъ себѣ подтвержденіе еще въ томъ, что на нѣкоторыхъ ледникахъ, къ нижнему концу ихъ, камни среднихъ моренъ не только являются расфѣянными по всей его поверхности, но часто совершенно исчезаютъ, такъ что обнаружить ихъ на ледникѣ можно только поднимаясь къ верховью.

Поддонная морена должна испытывать громадное давленіе со стороны ледника, толщина котораго можетъ достигать до 400, а въ полярныхъ ледникахъ и болѣе, метровъ; въ силу этого давленія при движеніи ледника происходитъ истираніе съ одной стороны камней поддонной морены, съ другой—дна и боковъ ложа ледника. Подъ вліяніемъ сильнѣйшаго давленія, мелкій и тонкій матеріалъ можетъ прессоваться и принимать какъ бы слоистый характеръ при довольно однородномъ составѣ, а камни или раздробляются, или приобретаютъ сфероидальную отдѣльность. При этомъ всѣ обломки мягкихъ горныхъ породъ, двигаясь



Фиг. 67. Обломокъ известняка изъ поддонной морены, покрытый ледниковыми шрамами.

вмѣстѣ со льдомъ, могутъ перемалываться въ тонкій илъ, между тѣмъ какъ болѣе крупныя и болѣе твердыя куски, вмерзшіе въ ледъ, будутъ истираться только той стороною, которой они соприкасаются съ дномъ долины ледника, такъ что среди твердыхъ обломковъ поддонной морены можно встрѣтить камни, имѣющіе одну или нѣсколько гладкихъ и ровныхъ поверхностей. При движеніи ледника эти ровныя поверхности могутъ покрыться прямолинейными царапинами или шрамами, параллельными другъ другу (фиг. 67). Конечно, въ обломкѣ

поддонной морены, который при движеніи ледника могъ поворачиваться, можно встрѣтить не одну, а часто нѣсколько выровненныхъ поверхностей и системъ шрамовъ, пересѣкающихся между собою подъ различными углами.

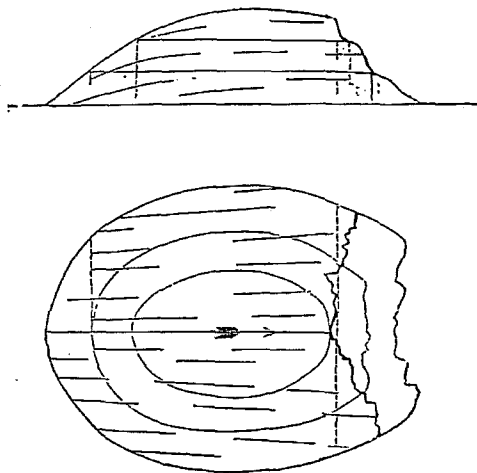
Ледниковая морена, замѣчаетъ Шарпантье, совершенно лишена той слоистости, которая обусловлена обыкновенно сортировкой матеріала, какая бываетъ въ томъ случаѣ, когда песокъ и гравій отлагаются въ проточной водѣ. Ледъ безъ различія переноситъ въ одномъ и тѣмъ же мѣстамъ и тяжелѣйшія каменные глыбы, и мельчайшія частицы, перемѣшанные вмѣстѣ, и оставляетъ ихъ въ одной беспорядочной грудѣ тамъ, гдѣ ставиваетъ. Различіе формы обломковъ горныхъ породъ, несомыхъ ледникомъ, увеличивается еще тѣмъ, что нѣкоторые изъ нихъ могутъ округляться водою источниковъ и рѣкъ, которые, начинаясь изъ-подъ ледника, захватываютъ куски камней изъ поддонной морены и подвергаютъ ихъ обработкѣ. Отсутствіе сортировки и совмѣстное нахожденіе разнообразныхъ продуктовъ истиранія въ поддонной моренѣ представляютъ громадную важность для доказательства существованія ледниковъ тамъ, гдѣ теперь ихъ нѣтъ, и для заключенія о нѣкогда бывшемъ ихъ распространеніи. Матеріалъ какъ внутреннихъ моренъ, такъ и поддонной, можетъ въ значительной мѣрѣ подвергаться обработкѣ водою. Въ теченіе теплаго времени года изъ-подъ ледниковъ, а часто (въ полярныхъ странахъ даже преимущественно) и на нихъ образуются значительные водные потоки, которые не только могутъ мѣстами производить сортировку болѣе тонкаго матеріала, но оказывать и закруглять

даже наиболѣе крупныя обломки. Уже давно извѣстно, что выбѣгающія изъ-подъ ледниковъ воды изобилуютъ механически-взвѣшеннымъ матеріаломъ, что подаетъ поводъ нѣкоторымъ называть воду ледниковъ „ледниковымъ молокомъ“ (Gletschermilch). Конечно, окраска воды зависитъ отъ цвѣта механически-взвѣшеннаго матеріала, а этотъ послѣдній зависитъ отъ горныхъ породъ, подверженныхъ дѣйствию ледника. Тѣмъ не менѣе, даже вода нѣкоторыхъ озеръ, питающихся водами ледниковъ, сплошь бываетъ окрашена то въ бѣлый (Lago Bianco въ Бернина), то въ бурый, то даже въ черный цвѣтъ. Гелландъ опредѣлилъ въ водѣ нѣкоторыхъ гренландскихъ и норвежскихъ ледниковъ количество механически-взвѣшеннаго матеріала. Въ іюль мѣсяцѣ въ водѣ нѣкоторыхъ гренландскихъ ледниковъ въ одномъ куб. метрѣ воды онъ нашелъ 2370 грм. ила, въ водѣ нѣкоторыхъ норвежскихъ ледниковъ въ то же время и на то же количество воды до 300 грм. Другіе ледники даютъ ила много меньше.

Обработка матеріала поддонной морены, обусловленная движеніемъ ледника, невольно приводитъ къ заключенію, что такому же истиранію должны подвергаться и тѣ горныя породы, по которымъ ледникъ движется. Изученіе этого явленія обнаружило два разряда признаковъ, запечатлѣнныхъ ледникомъ на коренныхъ горныхъ породахъ. Сюда относятся какъ всѣ разнообразныя виды округленія и обтачиванія скаль, измѣненія наружныхъ очертаній тѣхъ каменныхъ поверхностей, по которымъ должны были двигаться древніе ледники, такъ и особыя характерныя свойства и видъ обточенныхъ ледниками поверхностей. Въ числѣ признаковъ перваго рода различается нѣсколько типовъ: курчавыя скалы, бараньи лбы и куполовидные холмы.

Курчавыя скалы представляютъ округленныя и сглаженныя выпуклости или выступы на стѣнахъ горныхъ долинъ. Выступы эти первоначально были, конечно, угловатыми, остросеребрными, иззубренными и округлились уже впоследствии. Относительно курчавыхъ скаль въ настоящее время всеми признается, что округленіе ихъ произведено древними ледниками, двигавшимися по долинѣ, и что линія, съ которой начинаются такія скалы, обозначаетъ уровень, до котораго нѣкогда доходилъ ледникъ въ долинѣ.

Бараньи лбы (roches moutonnées) составляютъ другой, самый обыкновенный типъ скаль, обточенныхъ и округленныхъ; бараньи лбы (фиг. 68 и 69) являются въ видѣ округленныхъ, гладкихъ, яйцевидныхъ бугровъ, большія оси которыхъ всегда идутъ параллельно тому



Фиг. 68. Разрѣзъ и планъ бараньяго лба.

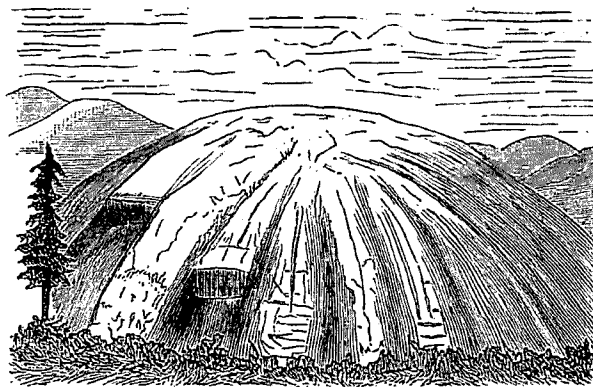
направленію, по которому двигается обтачивающій и округляющій ихъ ледникъ, почему длинныя оси бараньихъ лбовъ параллельны между собою. Бараньи лбы чрезвычайно важны въ томъ отношеніи, что они не только указываютъ линію движенія или направленіе хода ледника, округлившаго бугоръ, но еще и то, куда и откуда происходило это движеніе, такъ



Фиг. 69. Бараній лобъ на одномъ изъ острововъ Онежскаго озера.

какъ сторона, обращенная на встрѣчу движенія ледника, является пологой, гладкой и округленной; противоположная же всегда обрывиста и скалиста.

Куполовидные холмы (domes arrondis).—За курчавыми скалами и бараньими лбами, по градаціи увеличивающихся размѣровъ, слѣдуютъ округленные холмы, имѣющіе видъ куполовъ и носящіе въ Швейцаріи названіе *domes arrondis* (фиг. 70). Они часто встрѣчаются въ странахъ, гдѣ и понынѣ существуютъ ледники, а также и тамъ, гдѣ прежде они несомнѣнно существовали.



Фиг. 70. Общій видъ куполовиднаго холма (*dome arrondi*).

Всѣ эти три главныя формы округленныхъ скалъ отличаются сравнительно незначительными, такъ сказать, микроскопическими размѣрами и ледниковое ихъ происхожденіе не подлежитъ сомнѣнію. Но тѣ же самыя формы воспроизводятся въ громадныхъ телескопическихъ размѣрахъ въ очертаніяхъ рельефа цѣлыхъ горныхъ странъ. Иногда цѣлыя плоскогорья представляютъ видъ громадныхъ курчавыхъ скалъ, гдѣ бараньи лбы являются въ видѣ цѣлыхъ горныхъ хребтовъ, а куполовидными холмами бываютъ горныя вершины въ нѣсколько тысячъ футовъ высотой.

Полировка, шлифовка и ледниковые шрамы. Что касается до второго разряда ледниковыхъ признаковъ, заключающихся въ свойствахъ упомянутыхъ округленныхъ поверхностей скалъ, то надо замѣ-

тить, что они хотя и встрѣчаются рѣже, но зато представляютъ несомнѣнное доказательство дѣйствія ледниковъ. Поверхности упомянутыхъ округленныхъ скалъ бываютъ всегда болѣе или менѣе выровнены, гладки, отшлифованы и даже отполированы и нерѣдко покрыты (какъ и обломки, встрѣчающіеся въ поддонной моренѣ) прямолинейными, обыкновенно параллельными между собою, углубленіями или полосами различной глубины, ширины и длины.

Эти полосы, находящіяся на полированныхъ поверхностяхъ скалъ, называются ледниковыми бороздами или шрамами. Борозды обыкновенно прямолинейны, и, если разсматривать всю совокупность ихъ въ одной какой-нибудь мѣстности, являются параллельными какъ между собою, такъ и съ длинными осями бараньихъ лбовъ, такъ что ихъ общее направленіе указываетъ направленіе движенія ледника. Происхожденіе шрамовъ и бороздъ, равно какъ и значеніе ихъ при рѣшеніи вопроса о распространеніи нѣкогда бывшихъ ледниковъ было объяснено раньше, когда говорилось вообще о поддонной моренѣ.

Размѣры царапинъ и бороздъ могутъ быть весьма разнообразны. Можно наблюдать такія борозды даже въ формѣ глубокихъ параллельныхъ желобовъ, а иногда система ихъ огибаетъ, направляясь съ вершины внизъ долины, цѣлую гору. Въ другихъ случаяхъ ледниковые шрамы являются, наоборотъ, въ формѣ тонкихъ, какъ бы нанесенныхъ иглою царапинъ.

Иногда на одной и той же скалѣ находятся прямыя борозды, идущія по разнымъ направленіямъ и пересѣкающіяся между собою подъ угломъ. Въ такомъ случаѣ ихъ обыкновенно можно раздѣлить на двѣ, много на три системы параллельныхъ между собою бороздъ, изъ которыхъ однѣ всегда старше другихъ, т.-е. одна группа пересѣкаетъ другую. Это явленіе объясняется тѣмъ, что ледникъ сначала двигался по одному направленію, затѣмъ по другому, производя такимъ способомъ двѣ (или, если направленіе мѣнялось болѣе двухъ разъ, то болѣе) системы бороздъ. Впрочемъ, такая сложная система бороздъ сохраняется только на твердыхъ породахъ. На мягкихъ же, если и сохраняется, то только одна система, потому что ледникъ, перемѣнивъ движеніе, стираетъ прежде бывшія борозды и такимъ способомъ не оставляетъ на нихъ слѣдовъ измѣненія въ направленіи своего движенія.

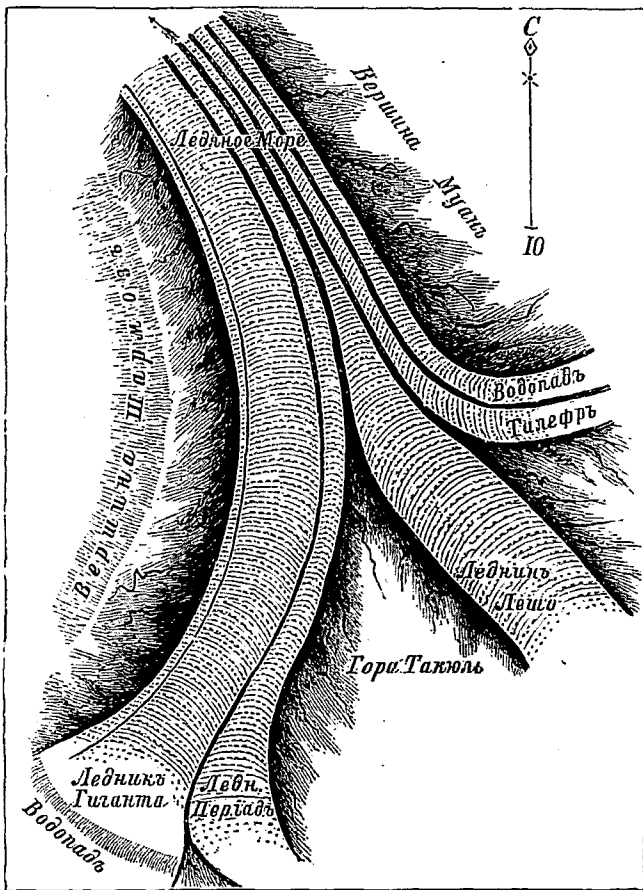
Само собою разумѣется, что совершенство полировки, явственность шрамовъ и сохраненіе ихъ зависятъ отъ свойствъ породы, по которой двигался ледникъ. Первое мѣсто въ этомъ отношеніи принадлежатъ мелкозернистымъ гранитамъ, сіенитамъ и діоритамъ, которые иногда представляютъ прекрасно отшлифованныя, блестящія поверхности. Особенно же хороша бываетъ полировка на кристаллическихъ известнякахъ. Твердые конгломераты также хорошо поддаются шлифовкѣ. Напротивъ, кристаллическіе сланцы, особенно глинистые, и гнейсы, богатые слюдою, рѣдко представляютъ даже гладкія поверхности. Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Олонецкой губерніи совершенная полировка встрѣчается на кварцитахъ, отполированные поверхности которыхъ представляютъ какъ бы

тонкій слой искусственно наведенной прозрачной лазури. Полировка и изборозжденность, эти самые несомнѣнные слѣды исчезнувшихъ льдѣ ледниковъ, попадаются довольно рѣдко сравнительно съ другими признаками, а потому отсутствіе ихъ не можетъ еще служить доказательствомъ, что ледниковъ въ данномъ мѣстѣ не существовало. Рѣдкое нахождение полировки и шрамовъ объясняется тѣмъ, что процессъ вывѣтриванія довольно скоро способенъ уничтожить ихъ. Зато замѣчено, что подъ поверхностью водъ, а иногда и подъ болѣе или менѣе значительною толщею моренныхъ образований, эти слѣды обработки скалъ могутъ сохраниться значительно дольше, чѣмъ на открытомъ воздухѣ.

Ложно-ледниковыя явленія. Весьма интересный фактъ наблюдался Лопатинымъ по р. Енисею, къ сѣверу отъ 60° с. широты. На утесахъ и валунахъ по берегамъ Енисея ему удалось видѣть обточенность скалъ, изборозженіе и шлифовку, т.-е. явленія, до сихъ поръ приписываемыя исключительно дѣятельности ледниковъ или глетчеровъ. По показаніямъ Лопатина, здѣсь эти явленія обусловлены тѣмъ, что вмержшіе въ ледъ обломки горныхъ породъ во время половодья царапаютъ скалы береговъ и оказываютъ на нихъ то же дѣйствіе, какъ и настоящіе ледники. Такія ложно-ледниковыя явленія указываются и другими изслѣдователями. По мнѣнію Пенка, ледниковая политура легко можетъ быть смѣшиваема съ результатомъ дѣйствія на коренныя горныя породы оползней, лавинъ, вѣтра, сдвиговъ, сбросовъ и даже животныхъ. Точно такъ же, по его мнѣнію, присутствіе шрамовъ на валунахъ можетъ быть обусловлено перемѣщеніемъ ихъ. Продуктъ неравномѣрнаго вывѣтриванія горной породы или горный обвалъ иногда весьма легко принять за поддонную морену. Всѣ эти ложно-ледниковые слѣды, конечно, указываютъ, что для выводовъ о нѣкогда бывшемъ болѣе значительномъ облещеніи данной страны нуженъ весь комплексъ признаковъ, оставленныхъ ледниками и захватывающихъ значительную поверхность страны, а не какой-либо одиночный фактъ, который иногда можетъ повести къ ошибочнымъ заключеніямъ.

Ледяное море Швейцаріи.—Какъ наиболѣе поучительный примѣръ изученныхъ ледниковъ Швейцаріи можно привести «Ледяное море» (Mer de glace). Этотъ ледникъ, спускаясь съ Мовблана въ долину Шамуни, представляетъ обширный сложный ледникъ (фиг. 71), имѣющій общее поступательное движеніе на сѣверо-западъ; это движеніе ледникъ принимаетъ, впрочемъ, только въ томъ мѣстѣ, гдѣ онъ сливается изъ цѣлага ряда отдѣльныхъ болѣе мелкихъ притоковъ, а такими для «Ледяного моря» являются: почти прямо съ востока ледникъ «Талефръ», съ юго-востока—ледникъ «Лешо» и съ юго-запада довольно значительный составной ледникъ «Гиганта», въ составъ котораго входитъ ледникъ «Періадъ» и двойной ледникъ «Гиганта», начинающійся съ горъ каскадомъ или ледопадомъ. Всѣ эти отдѣльные ледники, подчиняясь направленію долинъ, сливаются въ одинъ общій—сильно сѣуженный и сдавленный Трелапортскою долиною—сравнительно съ общеою поверхностью всѣхъ отдѣльныхъ ледниковъ. О количествѣ отдѣльныхъ ледниковъ, составляющихъ сложный, какъ указано выше, можно судить по количеству наблюдаемыхъ на немъ моренъ, а на поверхности «Ледяного моря» такихъ моренъ находятъ семь, т.-е. двѣ боковыхъ и пять срединныхъ, а потому и можно прійти къ заключенію, что этотъ ледникъ сложенъ шестью простыми ледниками. Чтобы составить понятіе о томъ сжатіи, которому под-

вергается ледникъ, представимъ измѣренія, произведенныя Тиндалемъ, какъ ширины Ледяного моря въ Треллапортскомъ ущельѣ, такъ и ширины отдѣльных, составляющихъ его ледниковъ. Ширина Ледяного моря, по этимъ измѣреніямъ, 816 метровъ, ледника Гиганта—1034 м., Лешо—754 м. и Талефрсакаго—614., т.-е. сумма образующихъ ледниковъ имѣла ширину въ 2402 метра или превосходила ширину Ледяного моря и Треллапортскаго ущелья почти въ три раза, а слѣдовательно, составляющіе его ледники должны были въ вышеуказанной долинѣ подвергнуться сильнѣйшему сжатію. Несмотря на это, чрезъ узкое ущелье Треллапортъ ледникъ проходитъ со ско-

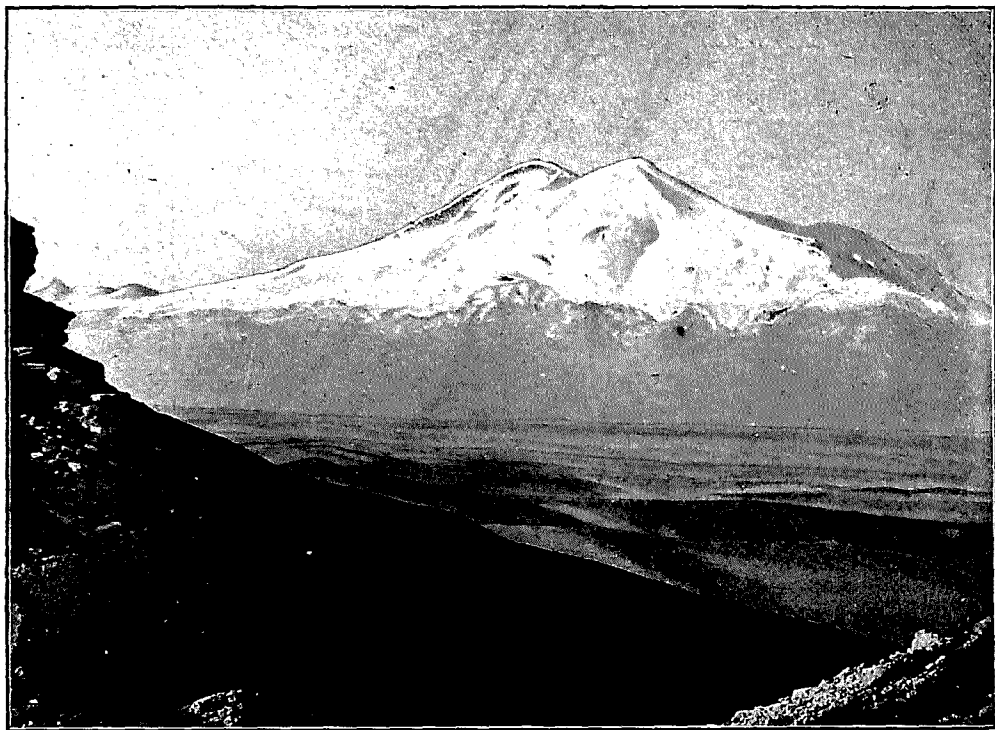


Фиг. 71. Ледяное море (Mer de glace) Швейцаріи.

ростью 508 миллиметровъ въ день. Сжатіе ледника выступаетъ еще рельефнѣе, если взять во вниманіе одинъ изъ его притоковъ, напр., «Лешо», ширина котораго, какъ указано выше, 754 м., въ Треллапортской же долинѣ всего 87 метровъ. Конечно, здѣсь давленіе видоизмѣнило только форму, а не объемъ ледника. Сравненіе поступательнаго движенія Ледяного моря, произведенное лѣтомъ и зимою, въ одномъ и томъ же мѣстѣ обнаружило различіе, о которомъ было замѣчено и выше; наибольшее передвиженіе въ сутки лѣтомъ дало 1.323 мм., тогда какъ въ томъ же самомъ мѣстѣ зимою—0,29 мм.

Въ Россіи ледники извѣстны на Кавказѣ, Алтайѣ и въ Тянь-Шанѣ, но, конечно, они еще и до сихъ поръ представляются весьма мало изученными, въ особенности сравнительно съ ледниками Альповъ.

Ледники Кавказа.—Грандіозная цѣпь Кавказскихъ горъ, тянущаяся отъ побережья Чернаго моря до Апшеронскаго полуострова, отдѣляетъ равнины Европ. Россіи отъ Закавказья. Высоко поднимаясь надъ уровнемъ моря, она заходитъ за предѣлы вѣчнаго снѣга, предоставляя этому послѣднему значительныя пространства; считаютъ, что не менѣе $\frac{1}{5}$ части цѣпи покрыто вѣчнымъ снѣгомъ. Высота снѣговой линіи для сѣвернаго Кавказа съ запада на востокъ опредѣляется отъ 3300 до 3900 метровъ надъ уровнемъ моря; для южнаго склона отъ 2900 до 3600 метровъ. Не всѣ вершины горъ представляютъ удобныя мѣста для скопленія мощныхъ толщъ снѣга, а съ нимъ и для образованія ледниковъ. Эти послѣдніе пользуются, въ силу своеобразнаго строенія горной цѣпи, главнымъ развитіемъ въ Эльборусскомъ и Терскомъ Кавказѣ. Исключеніе составляютъ только небольшіе ледники Джульты-дага въ Дагестанскомъ Кавказѣ и Шахъ-дага въ Самурскомъ (въ Кубанскомъ уѣздѣ). Во всякомъ случаѣ,



Фиг. 72. Эльборусъ съ вершины Бермамыта.

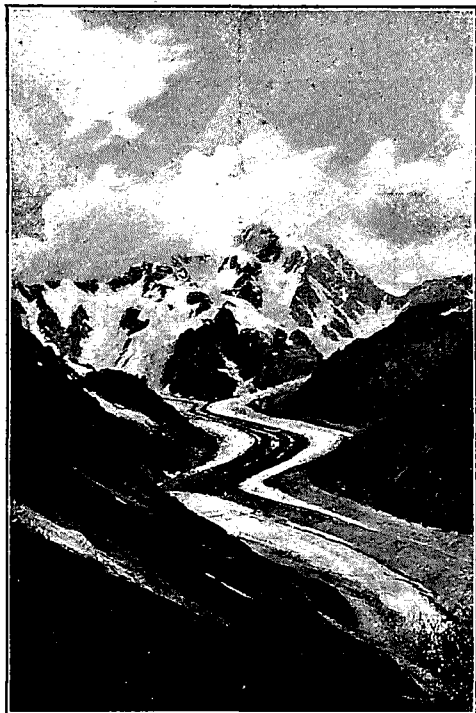
наибольшіе ледники наблюдаются на сѣверномъ склонѣ главнаго Кавказскаго хребта, который является пологимъ, тогда какъ южный—крутой.

Только что начавшееся изученіе кавказскихъ ледниковъ обнаружило, что несмотря на значительно восточное положеніе Кавказскаго хребта, ледники этого послѣдняго какъ по количеству, такъ и по размѣрамъ, едва ли уступаютъ ледникамъ альпійскимъ. По подсчету Подозерскаго, сдѣланному въ 1911 г., на Кавказѣ насчитываютъ ледниковъ 1389, изъ нихъ на сѣверномъ склонѣ 218 перваго порядка и 764 втораго. На южномъ склонѣ—59 перваго порядка и 348 втораго. Въ особенности, какъ по обилію, такъ и величинѣ, центральная часть Кавказскаго хребта (между Эльборусомъ и Барболо) даже превосходитъ въ этомъ отношеніи Центральныя Альпы. Въ среднемъ, ледники Кавказа своими нижними концами опускаются на сѣверномъ склонѣ до 2674 метровъ, а на южномъ—2515 метровъ, но въ отдѣльности нрѣдко переходятъ эти предѣлы.

Высочайшими вершинами Кавказа являются Эльборусъ (Минги-тау), подвимаю-

и́йся до 5660 метровъ надъ ур. м. и Казбекъ 5040 м. Эльборусъ представляетъ значительный, довольно правильный и широкій конусъ, на вершинѣ котораго наблюдается крупный размѣровъ выемка, дѣлающая его какъ бы двуглавымъ (фиг. 72) и въ этой выемкѣ помѣщенъ древній кратеръ этого вѣкогда бывшаго вулкана. По новѣйшимъ съемкамъ снѣговая поверхность Эльборуса занимаетъ до 200 кв. километровъ и питаетъ до 15 ледниковъ перваго и до 62—второго порядка. На Эльборусѣ наблюдается обширный циркъ, дающій громадный избытокъ питательнаго матеріала; изъ этого цирка выходятъ ледники, спускающіеся къ верховьямъ долины рѣкъ Малки, Кубани, Ріона и Ваксана. Послѣдній изъ этихъ ледниковъ по своей величинѣ не уступаетъ вѣкоторымъ ледникамъ Альпійской горной цѣпи и принадлежитъ къ ледникамъ перваго порядка, имѣетъ до 8 км. длины и принадлежитъ къ самымъ большимъ ледникамъ Эльборуса. Онъ образованъ двумя притоками и несетъ на себѣ отчетливо выраженные морены. Наибольшая ширина его 420 метровъ, при толщинѣ отъ 18 до 24 метровъ. Спускаясь, подобно альпійскимъ ледникамъ, въ область лѣсовъ, гдѣ онъ и достигаетъ наибольшаго развитія, этотъ ледникъ стаиваетъ на высотѣ 2325 метровъ надъ уровнемъ моря, тогда какъ Гандерейскій, или Кубанскій, ледникъ оканчивается на высотѣ 2520 метровъ надъ уровнемъ моря. Съ Эльборуса ледники спускаются и въ южную сторону, на которой, въ особенности въ той части Кавказа, гдѣ онъ примыкаетъ къ бассейну Чернаго моря, снѣговая линія лежитъ по крайней мѣрѣ на 400 метровъ ниже, чѣмъ на сѣверной сторонѣ: въ предѣлахъ Ріона снѣговая линія опредѣлена на высотѣ 2800 метровъ. Къ разряду такихъ ледниковъ принадлежатъ: ріонскій, ингурскій и др. Нижній конецъ ріонскаго ледника опредѣленъ на высотѣ 2160 метровъ надъ уровнемъ моря. Вышеприведенныя опредѣленія абсолютной высоты нижняго конца нѣкоторыхъ ледниковъ Эльборуса указываютъ, что ихъ сползаніе ниже снѣговой линіи или ихъ величина подѣ этой послѣдней слѣдующая: для баксанскаго 1170 метровъ, для кубанскаго 880 метровъ и для ріонскаго 640 метровъ. Сравненіе этихъ ледниковъ съ наиболѣе извѣстными ледниками Альповъ во всякомъ случаѣ указываетъ, что ледники Эльборуса значительно уступаютъ по величинѣ альпійскимъ ледникамъ.

На сѣверномъ склонѣ Кавказскихъ горъ, между Эльборусомъ и Казбекомъ, съ горъ Свветіи, спускаются два наиболѣе значительныхъ ледника Кавказа—Визинги и Дыхъ-су. Визинги имѣетъ до 13 километровъ (безъ снѣговыхъ полей) длины и въ этомъ отношеніи долженъ быть сопоставленъ съ горнерскимъ, ниже-аарскимъ ледниками и съ «Ледянымъ моремъ» Швейцаріи. Нижній конецъ его довольно узкій, около 500 метровъ, тогда какъ выше ширина его доходитъ до километра и болѣе. Онъ образованъ двумя простыми ледниками и боковыя его морены достигаютъ 30—40 метровъ высоты. Нѣкоторые трещины этого ледника имѣютъ сотни метровъ глубины и мѣстами въ изобиліи разбиваютъ его поверхность, на которой также много ледниковыхъ столовъ, колдцевъ и т. п. По другую сторону вершины Дыхъ-Тау лежитъ самый крупный ледникъ сѣвернаго склона—Дыхъ-су (фиг. 73), достигающій до 15 километровъ длины.



Фиг. 73. Ледникъ Дыхъ-су (Кавказъ).

Извѣстно до 30 перворазрядныхъ ледниковъ въ Дигорскомъ Кавказѣ, изъ которыхъ выдающимися являются Агштанъ, Штулу (иначе Кара-су, или Гезевдикъ) Цейскій ледникъ и Карагомъ (фиг. 74), изъ которыхъ длина послѣдняго на 340 м. меньше Дыхъ-су, а потому его надо считать вторымъ среди кавказскихъ ледниковъ. Цейскій ледникъ образуется также изъ двухъ простыхъ и имѣетъ до 10 км. длины; на высотѣ около 2500 м. долина его сильно сжата берегами, что вызываетъ во льду ледника цѣлый хаосъ отъ избытка трещинъ, зубцовъ и пирамидъ.

Вершины Казбека также покрыты вѣчнымъ снѣгомъ, который питаетъ нѣсколько ледниковъ, но ни одна изъ нихъ не достигаетъ такихъ размѣровъ, какъ баксанскій ледникъ Эльборуса. Весьма интересно, что здѣсь наблюдается довольно сильное колебаніе годовой температуры и, повидимому, этимъ колебаніемъ объясняется появленіе на Казбекѣ, кромѣ постоянныхъ, еще періодическихъ ледниковъ, то появляющихся въ вѣкоторыхъ ущельяхъ, то снова исчезающихъ. Къ постояннымъ ледникамъ Казбека



Фиг. 74. Ледникъ Карагомъ (Кавказъ).

относятъ: девдоракскій ледникъ, спускающійся до абсолютной высоты 2110 метровъ, Циклурги—до высоты 3170 метровъ и Тизегари—3110 метровъ надъ уровнемъ моря. Хатисявъ описываетъ восемь главныхъ ледниковъ, спускающихся по ущельямъ изъ отдѣльныхъ цирковъ, находящихся около вершины Казбека.

Значительное количество ледниковъ Кавказа общаетъ обильную почву будущимъ изслѣдователямъ этой страны, но по настоящее время о нихъ нѣтъ тѣхъ детальныхъ свѣдѣній, которыя въ такомъ избыткѣ доставлены изученіемъ знаменитыхъ альпійскихъ ледниковъ. Только одинъ изъ всѣхъ ледниковъ Кавказа можетъ представить въ этомъ отношеніи нѣкоторое исключеніе—это девдоракскій ледникъ Казбека. Изученіе его вызвано тѣми грандіозными обвалами, которыми периодически обуславливаются завалы военно-грузинской дороги въ долинѣ р. Терека, причемъ иногда доставляется значительное количество льда въ эту послѣднюю. Обвалъ, происшедшій въ концѣ мая мѣсяца 1832 г., засыпалъ долину Терека на пространствѣ двухъ километровъ и въ толщину на 100 метровъ. Вычислено, что при этомъ обвалѣ ледяныя массы и камни представили объемъ не менѣе 16 милліоновъ куб. метровъ.

Девдоракскій ледникъ, иногда называемый дагаурскимъ или Цахъ-Донъ, выходитъ изъ сѣверо-восточнаго ущелья Казбека, образуясь изъ двухъ побочныхъ ледниковъ (фиг. 75). На абсолютной высотѣ 3.390 метровъ онъ уже представляетъ собою ледяную массу,двигающуюся постоянно на сѣверо-востокъ и впадающую нѣсколько выше Дарьяльскаго ущелья въ долину Терека. Благодаря изслѣдованіямъ Абиха, сдѣлалось

извѣстнымъ, что уголъ склона этого ледника представляетъ $10,5^{\circ}$, а толщина его у нижняго конца опредѣлена около 92 метровъ. Абихъ изслѣдовалъ этотъ ледникъ въ 1861 году, а затѣмъ посѣтилъ и опредѣлилъ поступательное его движеніе также и въ 1867 году. По этимъ наблюденіямъ, одинъ изъ притоковъ, правый, образующій девдоракскій ледникъ, въ 1867 году, повидимому, пересталъ сообщаться съ главнымъ русломъ; но зато главный ледникъ за это время значительно увеличился въ своей верхней части. Точно также и нижняя часть его значительно выдвинулась впередъ и стала упираться въ скалу, сильно суживающую долину. Абихъ произвелъ измѣреніе скорости теченія ледника и показалъ, что она сильно измѣнилась въ сравнительно короткій промежутокъ времени. Такъ съ 1863 по 1866 годъ эта скорость была равна 97 м. въ сутки, тогда какъ съ 1866 по 1867 годъ дошла до 366 м. Надо вообще замѣтить, что и кавказскіе ледники, подобно альпійскимъ, въ настоящее время находятся въ періодѣ уменьшенія. Такъ нижній конецъ баксавскаго ледника стоялъ въ 1849 г. на абсолютной высотѣ 2250 метровъ, а въ 1873—2325 м., и т. д.



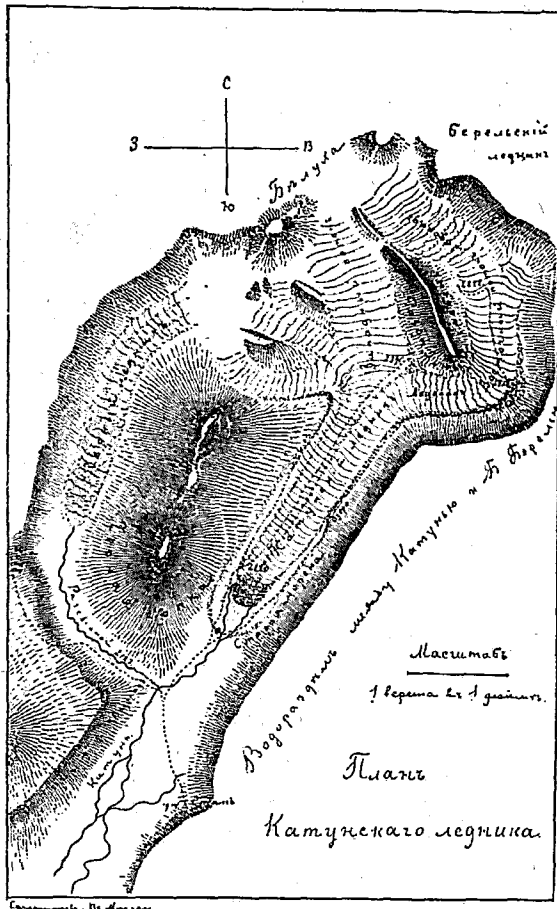
Фиг. 75. Девдоракскій ледникъ Кавбека (Кавказъ).

Относительно причины заваловъ въ долинѣ Терека мнѣнія наблюдателей расходятся. По Абиху, эти завалы прямо обусловливаются самимъ льдомъ ледника и чрезмѣрнымъ, періодическимъ его накопленіемъ, тогда какъ, по мнѣнію Статковскаго и Фавра, завалы обусловлены тѣмъ явленіемъ, которое на Кавказѣ принято называть «выпосомъ», или «селью», и при которомъ, кромѣ воды въ твердомъ видѣ, играетъ роль и вода въ жидкомъ состояніи, напоминая собою образованіе муры въ Альпахъ. «Отъ причинъ атмосферныхъ и мѣстнаго расположенія, говоритъ Фавръ, ледникъ подверженъ по временамъ быстрому возрастанію; встрѣчая препятствіе своему возрастанію въ длану, по причинѣ формы долины, онъ возрастаетъ въ ширину и толщину, выше своего устья. Устье это заполняется льдомъ, и такъ какъ оно недостаточно для прохода ледника, то закрывается окончательно, и истокъ воды прекращается. Вода скопляется въ глубокихъ трещинахъ и позади запруды. Запруда, не имѣя возможности выдержать постоянно возрастающее давленіе, лопається. Огромная масса воды и льда несется тогда внизъ съ необыкновенною быстротою и увеличивается въ объемѣ на пути, обрывая бока долины». Статковскій, касаясь этого вопроса, обращаетъ вниманіе на разстояніе между концомъ Девдоракскаго ледника и р. Терекомъ; по его мнѣнію, нужна невозможная скорость движенія ледника для того, чтобы онъ достигалъ такъ быстро Терека, какъ происходятъ завалы; этотъ изслѣдователь также приходитъ къ заключенію, что Девдоракскій ледникъ, встрѣчая препятствіе своему движенію впередъ, возрастаетъ въ ширину и толщину, вытучивается и часть его льда обрушивается въ ущелье, заваливая его своими обломками и останавливая движеніе воды, выбѣгающей изъ-подъ ледника. Такая запруда можетъ прорваться и причинить ниже завалъ, но можетъ и мирнымъ путемъ быть проточена водою и въ такомъ случаѣ завала не будетъ.

Въ Маломъ Кавказѣ также наблюдаются ледники, находящіеся на древнихъ вулканахъ Алагезѣ и Араратѣ. Съ вершины Алагеза спускаются два короткихъ ледника, тогда какъ по долинамъ Большаго Арарата ихъ наблюдается уже нѣсколько и наибольшій изъ нихъ спускается съ сѣверо-западной стороны горы въ долину Св. Іакова, представляя единственный ледникъ перваго порядка на Армянской возвышенности.

Ледники Алтая.—О ледникахъ этой мѣстности до послѣдняго времени имѣлись крайне скудныя свѣдѣнія, восполненіе которыхъ до нѣкоторой степени сдѣлано

Сапожниковымъ. По его показаніямъ, сѣдло, соединяющее Большую и Малую Бѣлуги Алтая, питаетъ своимъ запасомъ снѣга только одинъ Катунскій ледникъ, тогда какъ другой крупный ледникъ этой цѣпи горъ—Берельскій питается исключительно запасами снѣга восточнаго конуса. По Сапожникову, высота В. Бѣлуги взмѣряется 4540 метрами, а снѣговая линія лежитъ на сѣверномъ ея склонѣ на высотѣ 2400—2600 метровъ надъ уровнемъ моря, а на восточномъ склонѣ Чуйскихъ бѣлковъ около 3000 метровъ. По даннымъ того же изслѣдователя въ предѣлахъ русскаго Алтая насчитывается около 50 ледниковъ.

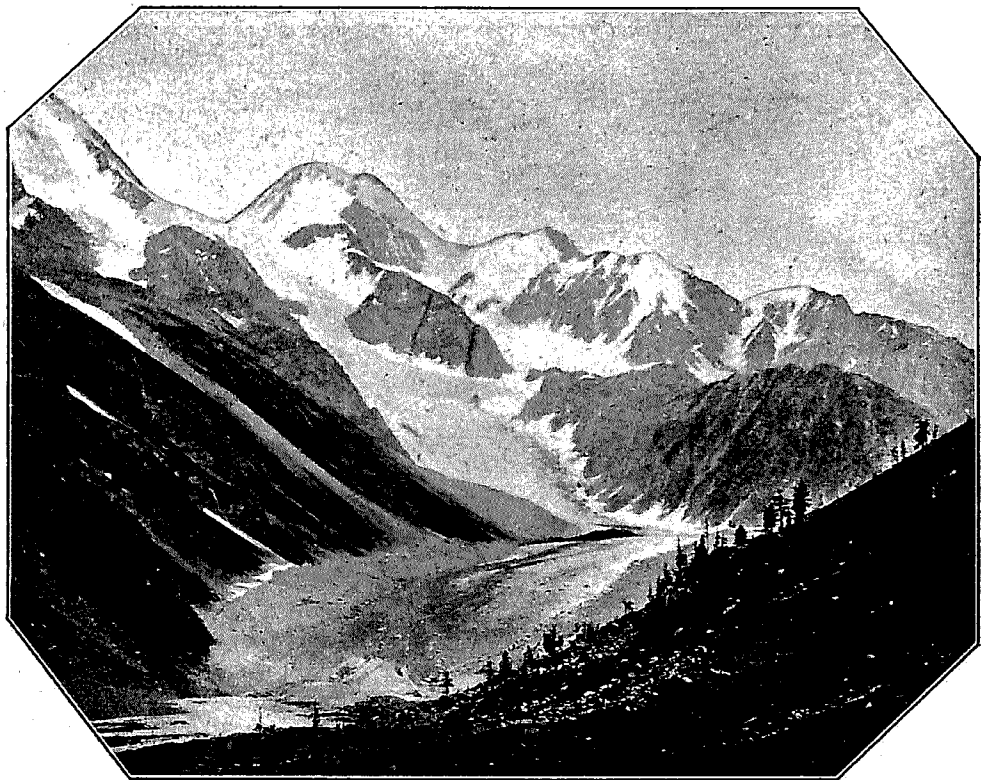


Фиг. 76. Планъ Катунскаго ледника, составленный гг. Сапожниковымъ и Родзевичемъ.

Катунскій ледникъ (фиг. 76 и 77) образованъ четырьмя болѣе мелкими, изъ которыхъ два западныхъ, выходящихъ изъ фирноваго поля, откуда идетъ на юго-западъ и самостоятельный «Черный ледникъ», очень не велики, тогда какъ два другихъ, обтекающихъ раздѣльный гребень, представляютъ уже значительные размѣры. Соединяясь на высотѣ около 2200 метровъ, они образуютъ общее «ледяное море», около 750 метровъ ширины, которое, нѣсколько суживаясь къ нижнему концу, прекращается на высотѣ около 2000 метровъ. Въ разстояніи около 300 метровъ отъ нижняго конца ледника по р. Катунѣ можно наблюдать отчетливо выраженную старую конечную морену. Сапожниковъ опредѣляетъ длину Катунскаго ледника по восточному потоку не менѣе семи километровъ, а общую длину съ западными и боковыми притоками не менѣе одиннадцати километровъ.

Берельскій ледникъ (фиг. 78) представляется составнымъ; его образуютъ два рукава, изъ которыхъ главный—западный—въ свою очередь, образованъ вѣсколькими болѣе мелкими ледниками, и восточный, болѣе пологій, чѣмъ предыдущій. На первомъ изъ этихъ рукавовъ насчитываютъ двѣ срединныхъ и двѣ боковыхъ морены. Конечная морена выдвинута полукругомъ и представляетъ съ своей наружной стороны крутыя осыпи. Берельскій ледникъ на значительное разстояніе, почти на половину своего теченія по долинѣ, покрытъ камнями; на немъ видны трещины и полосы грязи, отчетливо выражающія характеръ и направленіе движенія ледника.

Ледники Тянь-Шаня.—О присутствіи здѣсь ледниковъ узнали сравнительно недавно, а именно только въ 1856 году Семеновымъ было показано, что огромные ледники спускаются съ этого хребта въ восточной его части, почти на самой границѣ



Фиг. 77. Катунскій ледникъ (г-жа Полторацкая).

Кашгарскихъ провинцій Китая. Рѣка Сары-Джазъ образуется изъ отдѣльныхъ притоковъ, выбѣгающихъ прямо изъ-подъ ледниковъ Тянь-Шаня. Въ вышеуказанной мѣстности можно насчитать, по крайней мѣрѣ, до пяти отдѣльныхъ, большихъ, составныхъ глетчеровъ (фиг. 79), направляющихся отчасти на востокъ—сѣверо-востокъ, отчасти прямо на сѣверъ. Позднѣйшія изслѣдованія обнаружили, что этотъ горный хребетъ, въ особенности въ восточной своей части, представляетъ всѣ условія для образованія значительныхъ ледниковъ.

Наивысшія точки Тянь-Шаня иногда поднимаются до высоты 6500 метровъ надъ уровнемъ моря (пикъ Кауфмана), обнаруживая снѣговую линію на высотѣ 4800 метровъ, а потому понятно, что для скопленія воды въ твердомъ видѣ остаются здѣсь значительныя пространства. Въ восточномъ Тянь-Шанѣ горы Акшійрякъ представляютъ наиболѣе благоприятныя условія для образованія и развитія ледниковъ, а потому всѣ долины и ущелья этихъ горъ загромождены ледниками. Есть ледники и на южномъ

склоновъ Тянь-Шаня и въ особенности они развиты въ верховьяхъ р. Сары-ясы. Наибольше ледники наблюдаются также въ горахъ Барколдай, въ восточной части Джитымъ-тау на сѣверномъ ихъ склоновѣ, въ хребтѣ Атъ-баши-тау на его юго-западной части. Чтобы дать приблизительное понятіе о размѣрахъ ледниковъ этой мѣстности, тоже изслѣдованныхъ только въ общихъ чертахъ, приведемъ указанія Каульбарса. Ледникъ Мусъ-Туръ, спускающійся съ сѣверныхъ склоновъ Терескѣй-тау, представляетъ собою собственно два ледника, отдѣленные скалою. Первый изъ нихъ, западный, имѣетъ около полу-километра длины, а въ ширину отъ 128 до 149 метровъ и обнаруживаетъ въ своемъ нижнемъ концѣ толщину льда отъ 17 до 21 метра. Второй ледникъ имѣетъ длину до километра, при ширинѣ до 160 метровъ и толщинѣ льда до 20 метровъ; на этомъ послѣднемъ наблюдаются двѣ срединныя морены, указывающія на то, что онъ въ свою очередь является составнымъ.

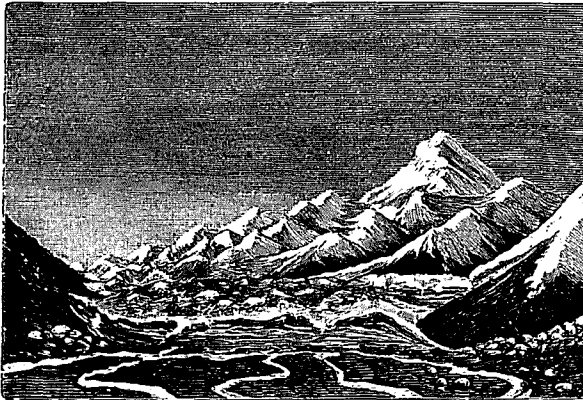


Фиг. 78. Берельскій ледникъ (Сапожниковъ).

Изъ ледниковъ Акшірякской системы наибольшаго вниманія заслуживаетъ ледникъ Петрова, питающій одинъ изъ главныхъ рукавовъ Нарына—Якташъ. Длину этого ледника опредѣляютъ до 20 километровъ, при ширинѣ у нижняго конца въ $1\frac{1}{2}$ километра. Поверхность его покрыта 5—6 рядами моренъ, указывающихъ на его составной характеръ. Кромѣ упомянутыхъ двухъ ледниковъ въ восточномъ Тянь-Шанѣ, какъ видѣли выше, есть и нѣсколько другихъ, какъ Каросай, Ирташскій и другіе, еще менѣе изслѣдованные.

Изъ ледниковъ Тянь-Шаня, встрѣчающихся значительно западнѣе вышеописанныхъ, заслуживаютъ наиболѣе вниманія ледники Щуровскаго и Зеравшанскій. Ледникъ Щуровскаго питаетъ р. Исфара. Этотъ ледникъ выходитъ изъ цирка, имѣющаго площадь болѣе 20 кв. км., двумя рукавами, сливающимися въ одинъ. Ледникъ направляется прямо на сѣверъ, и длину его опредѣляютъ около 6 км.; онъ течетъ на всемъ своемъ протяженіи совершенно свободно, имѣя ширину не меньше 600 метровъ. Къ нижнему своему концу, по крайней мѣрѣ на протяженіи 3 км., онъ сплошь покрытъ моренными скопленіями. Нижній конецъ ледника спускается до 3300 м. абс. высоты.

Значительно большей величины достигаетъ Зеравшанскій ледникъ, спускающійся съ Алайскаго хребта. На высотѣ 4260 метровъ наблюдается обширное фирновое поле, заключенное въ циркъ, замкнутомъ въ сѣверо-западномъ направленіи; на востокѣ и югѣ оно кажется безпредѣльнымъ. Изъ этого цирка на сѣверо-востокъ выступаетъ въ глубокое ущелье ледникъ Зардаля, образующій крутые уступы, а мѣстами и ледопады, и достигающій своимъ нижнимъ концомъ абсолютной высоты 3530 метровъ; длину его можно опредѣлить въ шесть километровъ. На западъ-югъ западъ выступаетъ изъ вышеупомянутаго цирка, между Гиссарскимъ и Туркестанскимъ хребтами, Зеравшанскій ледникъ. При своемъ выходѣ онъ достигаетъ трехъ километровъ ширины, но, спускаясь внизъ, сдавливается болѣе узкою долиною до полуторныхъ километровъ. Почти у самаго выхода его изъ цирка онъ тотчасъ же начинаетъ принимать какъ съ правой, такъ и съ лѣвой стороны побочные болѣе мелкіе ледники-притоки, которыхъ можно насчитать съ правой стороны до пяти, а съ лѣвой до семи; эти притоки достигаютъ полукилометра ширины и большинство ихъ несетъ до пяти моренъ, указывая этимъ



Фиг. 79. Ледяное море истоковъ р. Сары-Джазъ (Тянь-Шань).

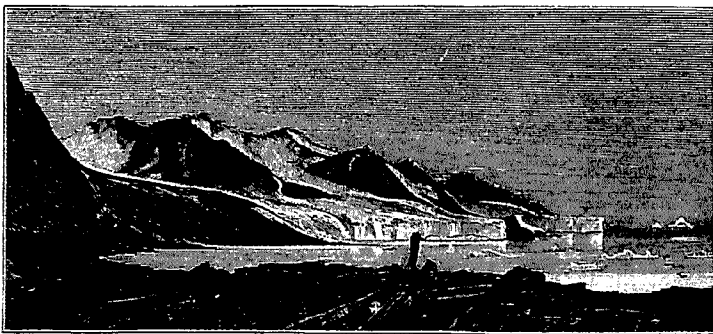
на свой сложный характеръ. Почти всѣ притоки впадаютъ въ главный ледникъ перпендикулярно его теченію, но въ самомъ характерѣ ихъ наблюдается довольно существенное различіе. Лѣвые притоки, т.-е. спускающіеся съ Гиссарскаго хребта, обыкновенно круты, напоминаютъ какъ бы застывшіе водопады, правые — пологи. Принимая во вниманіе большое количество моренъ, вносимыхъ боковыми ледниками, надо было бы предположить, что главный ледникъ долженъ содержать ихъ на своей поверхности въ весьма большомъ количествѣ, но въ дѣйствительности этого нѣтъ, а почти вся поверхность его покрыта камнями. Объяснить отсутствіе правильныхъ моренъ здѣсь возможно какъ тѣмъ, что притоки впадаютъ почти подъ прямымъ угломъ въ главный ледникъ, такъ и тѣмъ, что сдавленный узкою долиною главный ледникъ, принимая притоки съ правильно сооруженными моренами, обуславливаетъ перемѣшиваніе и спутываніе моренъ въ неправильныя массы. Въ силу тѣхъ же обстоятельствъ, значительная поверхность льда при выходѣ изъ цирка должна съюзиться, по крайней мѣрѣ въ три раза, а если принять во вниманіе притоки, то сдавливаніе льда въ Зеравшанскомъ ледникѣ явится еще болѣе значительнымъ и должно вызвать, по крайней мѣрѣ, въ нижнемъ концѣ, значительную толщину этого ледника. Опредѣленіе этой толщины въ разстояніи полуторныхъ километровъ отъ конца ледника дало 76 метровъ, та же толщина найдена и при самомъ его концѣ. Зеравшанскій ледникъ оканчиваетъ свое поступательное движеніе на абсолютной высотѣ 2700 метровъ, опускаясь ниже Зардаля на 790 метровъ. Длину его опредѣляютъ въ 24 километра.

Ледники полярныхъ странъ и плавающія ледяныя горы.

Если въ жаркихъ и умѣренныхъ странахъ ледники своими нижними концами могутъ опускаться ниже снѣговой линіи, то понятно, что въ

очень высокихъ широтахъ, гдѣ снѣговая линія приближается къ уровню моря, они должны доходить до самаго океана и даже входить въ него. Это и наблюдается въ арктическихъ и антарктическихъ странахъ.

Въ сѣверныхъ полярныхъ странахъ наблюдается громадное скопленіе снѣга и фирна. Примѣромъ такихъ странъ можетъ служить архипелагъ Франца-Иосифа, Новая Земля, Шпицбергенъ и сѣв. Гренландія; на землѣ Франца-Иосифа снѣговая линія лежитъ на высотѣ 300 метровъ надъ уровнемъ моря, тогда какъ отдѣльныя горы (гора Рихтгофена) поднимаются до 1530 метровъ, а потому здѣсь открываются обширныя пространства для скопленія снѣга. Большая часть острововъ этого архипелага покрыта вѣчнымъ снѣгомъ, изъ-подъ котораго по вѣсѣмъ долинамъ текутъ ледники. По берегамъ нѣкоторыхъ острововъ наблюдаются ледяныя стѣны, поднимающіяся отъ 30—60 метровъ высоты надъ моремъ и тянущіяся иногда на 20 километровъ вдоль берега,—эти стѣны есть

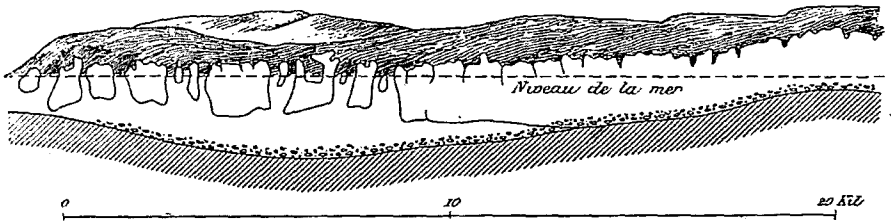


Фиг. 80. Ледники берега Магдалины на Шпицбергенѣ (Норвежская экспедиція).

не что иное, какъ конецъ ледника, и послѣдняя цифра представляетъ его ширину. Ледникъ Дове имѣетъ даже 60 километровъ ширины. Дневное движеніе этихъ ледниковъ опредѣляется 0,0528 метра, причемъ наблюденія обнаружили, что наименьшее поступательное движеніе наблюдается въ мартѣ и апрѣлѣ, а наибольшее въ концѣ іюля и въ началѣ августа. Новая Земля покрыта вѣчнымъ снѣгомъ только въ сѣверной своей части, а потому только здѣсь и наблюдаются отдѣльные ледники, сползающіе къ уровню моря. Шпицбергенъ также представляетъ архипелагъ острововъ, внутренняя часть которыхъ покрыта вѣчнымъ снѣгомъ, служащимъ матеріаломъ для многихъ ледниковъ, наполняющихъ собою большую часть бухтъ. Нѣкоторые изъ ледниковъ Шпицбергена обнаруживаютъ слабый склонъ, и такіе достигаютъ наибольшихъ размѣровъ (фиг. 80). Здѣсь есть ледники въ 16 километровъ длины, при $5\frac{1}{2}$ километрахъ ширины и до 120 метровъ толщиною, причемъ такіе ледники иногда выступаютъ въ бухты на 10—20 километровъ. Большая часть ледниковъ, впрочемъ, напоминаетъ какъ бы замерзшіе водопады. На поверхности, а равно и внутри ледниковъ Шпицбергена наблюдалось скопленіе разнообразныхъ обломковъ горныхъ породъ. Нижній конецъ большей части ледниковъ этой страны, вдвинувшись или нависая надъ моремъ,

доставляетъ береговой волнѣ постоянный матеріалъ для подмыванія. Такой же характеръ имѣютъ и ледники острова Янъ-Майенъ.

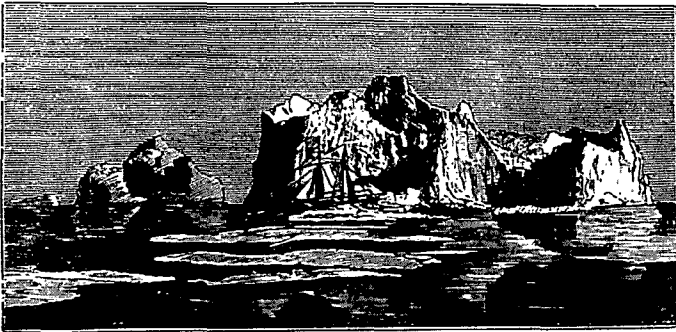
Сравнительно лучше изученною въ этомъ отношеніи является сѣверная Гренландія, о которой интересныя свѣдѣнія сообщаютъ Ринъ, Корнерупъ, Норденшельдъ, Хансенъ и другіе. Эта страна поднимается отъ 800 до 1800 метровъ надъ уровнемъ моря и почти сплошь занята однимъ общимъ ледянымъ покровомъ; по показаніямъ одной изъ американскихъ экспедицій, этотъ покровъ непрерывно тянется, по крайней мѣрѣ, по западному берегу, до 82° сѣверной широты. Поверхность ледяного покрова покрыта довольно мощнымъ слоемъ сухого снѣга и представляется совершенно ровной слегка выпуклой на подобіе цилиндрической или конической поверхности. По краямъ ледяной покровъ сильно изрѣзанъ многочисленными трещинами, то болѣе или менѣе параллельными, то совершенно неправильными, въ полной зависимости отъ рельефа оледенѣлой мѣстности. Напротивъ, центральныя части покрова совер-



Фиг. 81. Кангердлугсоакскій ледникъ (сѣв. Гренландія) и его плавающія льдины. (Высота увеличена въ пять разъ). Гелландъ.

шенно лишены трещинъ; послѣднія появляются большей частью лишь на разстояніи 30—50 километровъ отъ самаго края. Тамъ, гдѣ горныя вершины превышаютъ толщину ледяного покрова, онѣ выступаютъ въ видѣ болѣе или менѣе значительныхъ холмовъ или утесовъ, носящихъ названіе „нунатаковъ“, какими являются, напр., нунатаки Йенсена и Далагера въ западной Гренландіи. Лѣтомъ на поверхности материковаго льда (такъ называютъ ледяной покровъ оледенѣлыхъ странъ) мѣстами образуются водные потоки, то разливающіеся на ледяной поверхности въ формѣ рѣкъ и озеръ, то низвергающіеся въ трещины. Подчасъ наблюдаются и бьющіе фонтаны съ силой вырывающіеся изъ отверстій во льдѣ. Но всѣ эти явленія, повидимому, приурочены къ краю материковаго льда и не встрѣчаются въ центральныхъ частяхъ ледяного покрова. Громадный запасъ скопляющагося снѣга, фирна и льда обуславливаетъ появленіе многочисленныхъ ледниковъ тамъ, гдѣ есть долины. Дѣйствительно, по западному берегу Гренландіи отъ южнаго ея конца до 80° с. шир. насчитываютъ не менѣе 100 ледяныхъ потоковъ, опускающихся въ морскіе заливы. Изъ вышеупомянутаго числа наибольшихъ размѣровъ считаютъ семь ледниковъ (Фридериксгаабскій, Якобсгавенскій, Большой Караякскій, Кангердлугсоакскій, Упернавикскій, Утлаксоакскій и Гумбольдтовскій). Внутренній ледъ этой страны разгружается только въ

Баффиновъ заливъ, по крайней мѣрѣ, 22 ледниками. Ледники въ своей береговой полосѣ содержатъ сильно развитыя боковыя, срединныя и конечныя морены, тогда какъ въ континентальной части ледяного покрова морены или совершенно не наблюдаются, или онѣ развиты очень слабо. На Кангердлугсоакскомъ ледникѣ Гелландъ наблюдалъ боковую морену, высоту отъ 15 до 20 метровъ, на протяженіи семи километровъ. Эти ледники, достигая иногда, подобно леднику Гумбольдта, 118 километровъ ширины въ нижнемъ концѣ, сползаютъ къ Баффинову заливу и нѣкоторое время движутся даже по дну его, наконецъ, на нѣкоторой глубинѣ отъ ледника отламываются отдѣльные куски и всплываютъ на поверхность, образуя собою плавающія ледяныя горы или айсберги (фиг. 81 и 82). Ледникъ Эйсблинкъ образуетъ собою мысъ, далеко вдающійся въ море и имѣющій около 22 верстъ длины. По западному берегу Гренландіи, въ предѣлахъ отъ 60 до 80° с. шир., ледники доставляютъ ежегодно не менѣе 10—100 куб. километровъ



Фиг. 82. Плавающія ледяныя горы въ полярномъ морѣ (Пайэръ и Вейпрехтъ).

плавающего льда. Громадныя размѣры гренландскихъ ледниковъ, нахождение на нѣкоторыхъ моренъ и выносъ изъ нихъ лѣтомъ водою значительнаго количества мелкихъ продуктовъ истиранія, указываютъ, что такія ледники должны производить на подлежащія горныя породы сильное истирающее дѣйствіе и запечатлѣвать сильнѣе, чѣмъ альпійскіе ледники, слѣды своего пребыванія. Въ Гренландіи можно считать доказаннымъ, что прежде ледниковый покровъ имѣлъ еще большіе размѣры, а освободившіяся изъ-подъ него части страны свидѣтельствуютъ о грандіозномъ истираніи поверхности горныхъ породъ. Изученіемъ ледниковъ сѣверной Гренландіи и ледяныхъ горъ, отъ нихъ происходящихъ, занимались Ринкъ, Гелландъ, Стеенструпъ и др.

Айсберги — явленіе весьма обыкновенное въ арктическихъ и антарктическихъ моряхъ. Путешественники по этимъ морямъ почти постоянно указываютъ на громадное количество встрѣченныхъ ими ледяныхъ горъ. Скорезби насчиталъ подъ 70° с. ш. до 500 айсберговъ. Ихъ величина достигаетъ, по его показаніямъ, отъ одной до пяти миль въ длину, при высотѣ отъ 30 до 60 метровъ надъ уровнемъ моря. Для того, чтобы удержать такую тяжесть надъ водою, подводная часть, по мнѣнію Ско-

резби, должна имѣть толщину отъ шести до восьми разъ большую надводной части. Изъ этихъ данныхъ ясно, какіе громадныя запасы льда переносятся въ видѣ айсберговъ. Извѣстный путешественникъ Дюмонъ-Дюрвиль встрѣтилъ ледяную гору, возвышавшуюся на 30 метровъ надъ уровнемъ моря и имѣвшую 15 миль въ длину. Показаніями этими пренебрегать нельзя, такъ какъ айсберги посѣщаются часто сѣверными мореплавателями, благодаря тому обстоятельству, что на ихъ поверхности, въ углубленіяхъ, собирается лѣтомъ прѣсная вода, служащая однимъ изъ источниковъ пополненія корабельныхъ запасовъ. Несмотря на это, долго думали, что величина айсберговъ преувеличивается путешественниками; поэтому французское правительство отправило экспедицію на корабль „Астролябія“ и вмѣнило ей въ обязанность опредѣлить истинныя размѣры плавающихъ ледяныхъ горъ. Экспедиція измѣрила большое количество айсберговъ; изъ нихъ нѣкоторые имѣли отъ 2 до 5 миль въ длину и до 68 метровъ въ ширину. Та же экспедиція находила громадныя глыбы камней, вмержшія въ айсберги; поэтому предполагаютъ, что подводная часть ихъ должна значительно превосходить надводную. Обыкновенно принимаютъ, что подводная часть въ шесть, семь разъ больше надводной, но относительно наиболѣе крупныхъ ледяныхъ горъ думаютъ, что выдающаяся часть составляетъ всего $\frac{1}{14}$ — $\frac{1}{16}$ общей толщины. Выше уже было сказано о способѣ происхожденія айсберговъ, но у нѣкоторыхъ ученыхъ явилось сомнѣніе, чтобы они происходили именно такимъ способомъ, т.-е. путемъ разламыванія ледника, опустившагося подъ уровень моря. Говорили, что ледяныя горы образуются самостоятельно путемъ постепеннаго нарастанія льда подъ вліяніемъ сильныхъ морозовъ. Гелландъ, однако, опровергъ послѣднее толкованіе, подробно описавъ обстоятельства, предшествующія появленію айсберга. Онъ рассказываетъ, что сначала раздается оглушительный шумъ, а затѣмъ на поверхность моря всплываетъ огромная ледяная масса. Очевидно, что этотъ шумъ происходитъ отъ растрескиванія ледника на днѣ моря. Айсберги, какъ свидѣтельствуетъ уже Скорезби, покрыты толстыми пластами земли и обломками горныхъ породъ, которые есть не что иное, какъ морены того ледника, изъ котораго они произошли. Обломки эти достигаютъ иногда нѣсколько тысячъ пудовъ вѣса.

Какъ скоро айсберги получаютъ однажды толчокъ къ движенію, то продолжаютъ двигаться по морю, пока не встрѣтятъ препятствія. Сила ихъ движенія такъ велика, что если бы даже малый айсбергъ встрѣтилъ на пути своего движенія постройку въ родѣ храма Св. Петра въ Римѣ, то уничтожилъ бы его мгновенно. Если льдина натолкнется на мель, то она можетъ стать и отложить принесенный матеріалъ. Случалось встрѣчать айсберги, сидящими на меляхъ на глубинѣ въ 450 метровъ, что указываетъ на ихъ мощность. Понятно, что такія огромныя ледяныя массы, садясь на отмель, состоящую обыкновенно изъ породъ рыхлыхъ (гравія, пѣска, ила), производятъ громадное боковое давленіе и вызываютъ перемѣщеніе въ положеніи этихъ рыхлыхъ пластовъ. Этимъ послѣднимъ обстоятельствомъ можно объяснить явленіе такъ называемыхъ

скрученныхъ слоевъ, встрѣчающихся, напримѣръ, въ Англіи. Скрученные слои—это перемежающіеся песчаные, суглинистые, гравіевые пласты, образующіе самыя разнообразныя причудливыя складки, что и дало поводъ называть ихъ скрученными. Такъ какъ они постоянно встрѣчаются въ сосѣдствѣ съ ледниковыми отложеніями, то естественно предположить, что они представляютъ слѣдствіе бокового давленія ледяныхъ горъ, измѣнившихъ ихъ нормальное, правильное положеніе, хотя въ нѣкоторыхъ случаяхъ скрученность слоевъ на небольшія глубины можно объяснить и непосредственнымъ вліяніемъ односторонняго давленія надвигающагося ледника на нижележащія рыхлыя горныя породы. Такъ какъ айсберги движутся быстрѣе и дальше ледниковъ, то ясно, что они могутъ переносить твердый матеріаль въ видѣ обломковъ породъ дальше этихъ послѣднихъ. Ледяныя горы доходятъ отъ сѣвернаго полюса до Азорскихъ острововъ и отъ южнаго полюса до мыса Доброй Надежды. Поэтому подводныя долины, горы и плоскія возвышенности могутъ быть усѣяны пескомъ, пломъ и обломками горныхъ породъ, совершенно отличныхъ отъ тѣхъ, которыя находятся по сосѣдству; эти обломки принесены сюда ледяными горами чрезъ неизмѣримыя бездны. Такъ, берега Лабрадора въ изобиліи усѣяны камнями и валунами, принесенными айсбергами съ сѣвера. Если льдина таетъ на мели, то она осаждаеть весь принесенный матеріаль мало разсортированнымъ; если же таетъ во время движенія, въ болѣе теплыхъ широтахъ, то ясно, что вода произведеть сортировку и дальше унесеть самыя мелкія частицы.

Въ тропическомъ поясѣ небольшіе ледники наблюдаются только на вершинахъ, поднимающихся выше 5000 метровъ, а въ Андахъ на протяженіи почти 5000 километровъ совершенно не наблюдается ледниковъ.

Пониженіе снѣговой линіи въ сосѣдствѣ моря обуславливаетъ то, что въ южномъ полушаріи, гдѣ океанъ вполне преобладаетъ надъ материкомъ, снѣговая линія скорѣе приближается къ уровню моря, чѣмъ въ сѣверномъ полушаріи. Уже подъ 62° южн. шир. на островѣ Южной Георгіи наблюдается совпаденіе снѣговой линіи съ уровнемъ моря. Въ Чили ледники доходятъ до уровня моря подъ 46° южн. шир. То же замѣчается и въ другихъ мѣстахъ южнаго полушарія, какъ, напр., въ Новозеландскихъ Альпахъ, гдѣ ледники на западномъ склонѣ горъ спускаются ниже, чѣмъ на восточномъ, что объясняется большимъ количествомъ атмосферныхъ осадковъ, выпадающихъ на западномъ склонѣ. Ледникъ западнаго склона—Вайау—спускается до 212 метровъ надъ уровнемъ моря, а Большой Тасманскій, на восточномъ склонѣ, оканчивается на высотѣ 835 метровъ. Антарктической континентъ Викторія покрытъ сплошнымъ ледниковымъ покровомъ, дающимъ начало плавающимъ въ антарктическомъ морѣ ледянымъ горамъ. Среди плоской снѣжной равнины здѣсь поднимаются только отдѣльные вулканы, какъ Мельбурнъ, Терроръ и Эребусъ (4075 м.) или рѣдкія отдѣльныя скалы. Уже на самомъ берегу можно встрѣтить ледныя толщи отъ 30 до 55 метровъ высоты, выступающія изъ-подъ снѣгового покрова. Настоящіе ледники здѣсь

очень рѣдки, а береговой ледъ даетъ начало многочисленнымъ плавающимъ ледянымъ горамъ.

Громадныя пространства въ сѣверномъ и южномъ полушаріяхъ могутъ покрываться обломками горныхъ породъ, переносимыхъ айсбергами. Изученіе современныхъ айсберговъ и громаднхъ ледниковъ, изъ которыхъ они происходятъ, весьма важно въ томъ отношеніи, что даетъ возможность установить какъ способъ происхожденія, такъ и опредѣлить распространеніе геологическихъ памятниковъ, относимыхъ къ такъ называемому ледниковому періоду. Понятно, что дѣйствіе древнихъ ледниковъ характеризуется тѣми же признаками, что и дѣятельность ихъ въ настоящее время, но только эта дѣятельность, какъ увидимъ далѣе, проявлялась прежде въ болѣе широкомъ масштабѣ. Сглаженные и изрытыя шрамами и бороздами являются иногда обширныя пространства; видъ курчавыхъ скалъ и бараньихъ лбовъ приняли дѣлые горные края и т. д.

Резюмируя дѣятельность воды въ жидкомъ и твердомъ состояніяхъ, можно прійти къ слѣдующему заключенію. Вода изъ океана поднимается подъ вліяніемъ солнечной теплоты въ атмосферу въ видѣ паровъ, которые воздушными теченіями переносятся въ мѣстности болѣе холодныя и, достигнувъ извѣстной степени насыщенія, на болѣе возвышенныхъ пунктахъ земной поверхности сгущаются въ воду или снѣгъ. Въ томъ и другомъ видѣ вода размываетъ и разрушаетъ горныя породы, переноситъ продукты разрушенія въ мѣста болѣе низменныя, въ которыхъ твердый матеріалъ и отлагается. Такимъ образомъ, дѣятельность воды въ природѣ—дѣятельность нивелирующая, и еслибы дѣйствовала только она одна, то поверхность земли скоро сдѣлалась бы крайне однообразною: не было бы крупныхъ контрастовъ въ видѣ рѣзко выдѣляющихся высотъ и значительныхъ низинъ. Но вода встрѣчаетъ энергическаго противника въ другомъ геологическомъ факторѣ—вулканизмѣ. Результатомъ борьбы этихъ силъ и является настоящій видъ земной поверхности.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДѢЯТЕЛЬНОСТЬ ВУЛКАНИЗМА.

Подъ именемъ вулканизма или вулканическихъ явленій понимаютъ такія явленія на земной поверхности, которыя обусловлены высокою температурою внутреннихъ частей нашей планеты. Къ числу такихъ явленій относятъ вулканы съ разнообразными функціями ихъ дѣятельности, причисляя сюда и грязные вулканы, землетрясенія и колебанія материка относительно уровня моря, т.-е. такъ называемыя явленія поднятій и опусканій. Наиболѣе наглядно высокая температура внутренности земли обнаруживается въ вулканахъ, съ которыхъ и слѣдуетъ начинать знакомство съ вулканизмомъ.

ВУЛКАНЫ.

Форма и строеніе вулкановъ.—Вулканъ имѣетъ видъ конуса, наружная форма котораго для большинства вулкановъ поразительно типична. Этотъ конусъ обыкновенно представляется правильнымъ, одноформеннымъ. На сръзанной вершинѣ его находится площадка съ отверстиемъ, называемомъ кратеромъ, которое имѣетъ форму воронки, часто со стѣнками въ видѣ складчатаго фильтра. Послѣднее строеніе легко объясняется тѣмъ, что отверстіе вулкана, совершенно открытое, служитъ главнымъ пріемникомъ запаса воды, выпадающей изъ атмосферы; стекающія съ вершины кратера внутрь его воды и производятъ размываніе въ формѣ мелкихъ овраговъ. Типичная форма конуса можетъ значительно измѣняться, особенно въ верхнихъ его частяхъ; такъ, верхняя площадка можетъ быть большихъ или меньшихъ размѣровъ, съ однимъ или нѣсколькими кратерами.

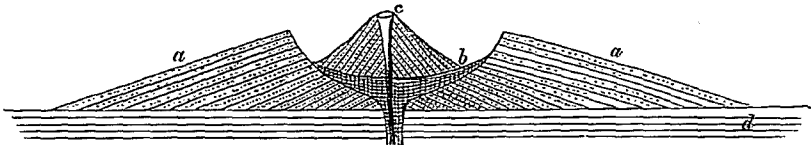
Діаметры кратеровъ вулкановъ весьма разнообразны; напр., діаметръ кратера Синдоро менѣе 100 метровъ, діаметръ Гунунгъ-Тенгера болѣе 5000 метровъ. Слѣдовательно, различіе въ этомъ отношеніи громадно.

Глубина кратеровъ также различна и доходитъ въ Попокатепетль до 2440 метровъ. Прежде полагали, что величина діаметра кратера обратно пропорціональна высотѣ вулканическаго конуса, но наблюденія показали, что есть высокіе вулканы съ значительнымъ кратеромъ, и есть малые съ небольшими отверстіями, и обратно, т.-е. нѣтъ какой-либо особой зависимости между діаметромъ кратера и высотой вулкана. Глубина кратера можетъ измѣняться для одного и того же вулкана въ разное время, какъ это доказано, напр., относительно Везувія. Именно: въ 1855 г. глубина кратера Везувія была 156 метровъ, въ 1864 г.

65 метровъ, въ 1866 г. она уменьшилась до 40 метровъ, а въ 1872 г. (по измѣренію, сдѣланному послѣ изверженія 26 апрѣля этого года) глубина кратера была равна 250 метрамъ.

Внутренность кратеровъ въ дѣйствующихъ вулканахъ обыкновенно лишена растительности и покрыта налетомъ, который отчасти происходитъ отъ осажденія продуктовъ возгонки, отчасти отъ вліянія кислотныхъ паровъ на горныя породы кратера. Въ глубинѣ его часто наблюдается относительно болѣе высокая температура, а дно обыкновенно покрыто массою трещинъ, по которымъ выдѣляются газы, распространяя внутри кратера удушливый запахъ; въ тѣхъ вулканахъ, которые давно не дѣйствовали, дно кратера обыкновенно бываетъ завалено угловатыми обломками, — продуктомъ дѣятельности воды, разрушившей бока кратера—а иногда покрыто растительностью и даже занято озеромъ.

Нѣкоторые изъ ученыхъ, согласно Зеебаху; по строенію вулкановъ подраздѣляютъ ихъ на слоистые и неслоистые—однородные вулканы. Такое дѣленіе основано на томъ, что первые, какъ показываетъ ихъ наимено-



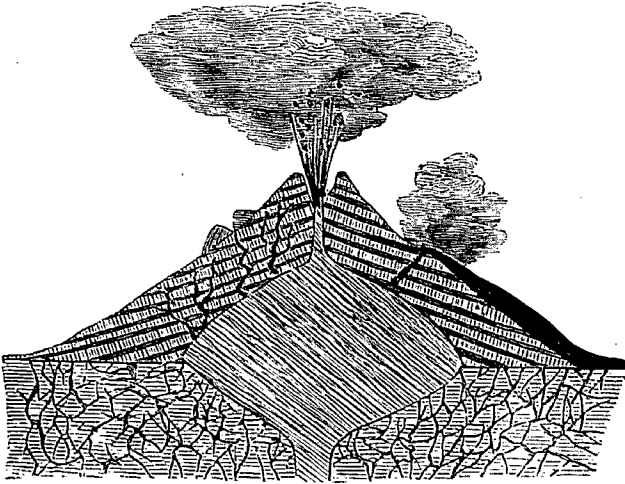
Фиг. 83. Идеальное строеніе вулкана по Креднеру.

а — старый вулканъ, б — обломки осыпавшагося стараго кратера, с — новый конусъ и д — коренныя породы.

ваніе, образованы слоями различныхъ продуктовъ изверженія, вторые — однородною вулканическою массою и представляютъ колоколообразные конусы или куполообразные холмы, лишенные кратера. Слѣдовательно, въ этихъ послѣднихъ нѣтъ большей части характерныхъ признаковъ вулкановъ, образующихся на нашихъ глазахъ. Кромѣ того, существующая связь между тѣми и другими, отсутствіе однородныхъ вулкановъ, какъ продуктовъ современныхъ образованій, а равно наблюденія разрѣзовъ искусственныхъ вулкановъ, — все это заставляетъ видѣть только въ слоистыхъ вулканахъ настоящіе, цѣльные вулканы, тогда какъ въ неслоистыхъ однородныхъ вулканахъ Зеебаха признавать лишь остатки старыхъ вулкановъ, уже претерпѣвшихъ размываніе.

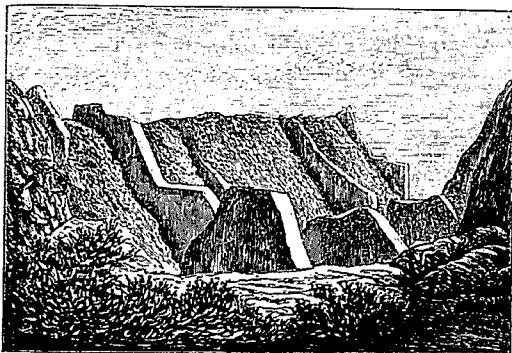
Изученіе внутренняго строенія вулкановъ представляется затруднительнымъ, по причинѣ отсутствія въ нихъ хорошихъ разрѣзовъ. Трудность изслѣдованія нѣсколько облегчается образованіемъ отъ дѣйствія воды или потоковъ лавы въ нѣкоторыхъ изъ вулкановъ промоинъ, иногда въ видѣ долинъ, по которымъ можно изучать строеніе вулкановъ, а также возможность во время спокойнаго состоянія вулкана опускаться внутрь кратера и изучать строеніе его стѣнокъ. Изслѣдованія, произведенныя въ знаменитой Монте-Сомма (кольцеобразный валъ, окружающій Везувій), показали, что вулканы являются образованіями слоистыми.

Большинство ихъ сложено изъ чередующихся слоевъ (фиг. 83 и 84), которые падаютъ отъ центра вулкана къ окраинамъ подъ нѣкоторымъ угломъ къ горизонту, и уголъ ихъ паденія то такой же, какъ и уголъ склона самого конуса, то меньше этого послѣдняго. Слойное строеніе вулканическихъ конусовъ зависитъ отъ того, что качество и плотность



Фиг. 84. Идеальное строеніе вулкана по Фуксу.

извергаемыхъ продукто въ очень разнообразны (рыхлые и плотные) и что при отложеніи ихъ наблюдается постоянное чередованіе доставляемаго вулканами матеріала. Нѣтъ никакой особой правильности въ чередованіи рыхлыхъ и плотныхъ продукто въ: часто нижняя поверхность конуса

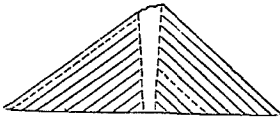


Фиг. 85. Дайки въ долину р. Мареканки (Аз. Россія).

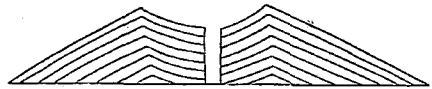
образована лавою и только верхняя слагается изъ рыхлыхъ продукто въ, напримѣръ, въ конусѣ Этны, то наблюдается обратное предыдущему расположеніе; во всякомъ случаѣ, большая часть извѣстныхъ вулкановъ имѣеть строеніе конусовъ смѣшаннаго характера (Везувій, Этна, вулканы Лаахерскаго озера и т. д.).

Кромѣ слабо наклонныхъ слоевъ, въ нѣкоторыхъ вулканахъ, какъ, напр., въ разрѣзахъ Монте-Соммы, можно наблюдать еще весьма мощныя вертикальныя жилы, которыя разрѣзають горизонтальные слои и, расходясь отъ кратера радіально, достигаютъ нѣсколькихъ сотъ метровъ въ высоту. Эти вертикальныя жилы представляютъ матеріаль, труднѣе вывѣтривающійся, а потому онѣ нерѣдко выдаются надъ горизонтальными слоями въ видѣ болѣе или менѣе мощныхъ стѣнъ. Такія вертикальныя и плитообразныя жилы носятъ названіе дайковъ и состоятъ изъ лавы (фиг. 85).

Кромѣ наиболѣе распространеннаго смѣшаннаго строенія конусовъ, въ нѣкоторыхъ изъ нихъ по строенію можно наблюдать какъ бы спеціализацію. Такъ, извѣстны конусы, образованные одною лавою. Такіе конусы крайне пологи и имѣютъ склоны отъ 3° до 10° . Къ этому разряду принадлежатъ, напр., большіе вулканы Сандвичевыхъ острововъ. Извѣстны конусы, образованные рыхлыми вулканическими продуктами, выброшенными изъ кавала изверженія и расположившимися вокругъ жерла слоями, падающими отъ центра подъ угломъ до 40° (фиг. 86). Извѣстны также конусы, сложенные изъ туфа. Они обра-



Фиг. 86. Профиль конуса, образованнаго рыхлыми вулканическими продуктами.



Фиг. 87. Профиль конуса, образованнаго вулканическимъ туфомъ.

зуются изъ горячей воды, смѣшанной съ рыхлыми продуктами изверженія и образовались изъ отвердѣвшей массы. Такая масса, выступивъ изъ кратера, образуетъ первоначально валъ, но затѣмъ, переливаясь потокомъ чрезъ край его, можетъ отложить новое количество осадка. Слои подобныхъ конусовъ имѣютъ паденіе отъ 15° — 30° (фиг. 87); такіе конусы образуются большею частью въ силу бокового изверженія большихъ вулкановъ, лежащихъ близъ моря.

Кромѣ вулкановъ указанной формы строенія, извѣстны еще такъ называемые котловидные кратеры, или маары. Подъ этимъ именемъ понимаютъ кратерообразное углубленіе, имѣющее форму котла и окруженное низкимъ валомъ, образованнымъ или туфомъ, или рыхлыми продуктами изверженія. Впрочемъ, наблюдаются случаи въ маарахъ, когда валъ образованъ обломками сосѣднихъ горныхъ породъ. Понятно, что изъ такихъ мааровъ никогда не изливалась лава. Происхожденіе мааровъ до сихъ поръ еще не объяснено удовлетворительно. Одни видятъ въ нихъ не что иное, какъ кратеры взрыва, т.-е. предполагаютъ, что пары и газы, скопившись подъ землею, обусловили взрывъ; другіе смотрятъ на нихъ какъ на провалы, происшедшіе въ силу сплавленія лежащихъ подъ ними горныхъ породъ. Во всякомъ случаѣ, связь мааровъ съ вулканами очевидна по переходнымъ формамъ, а потому надо думать, что мааръ

представляет собою одну из первых фазъ образованія вулкана. Маары встрѣчаются въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Германіи, въ вулканическихъ областяхъ Эйфеля и Лаахерскаго озера, причемъ это послѣднее нѣкоторые



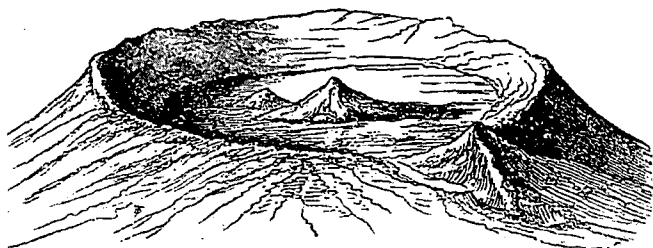
Фиг. 88. Мааръ Лаахерскаго озера.

также считаютъ за мааръ (фиг. 88); извѣстны также маары въ Албанскихъ горахъ (въ Италіи), но особенно богаты ими островъ Ява.



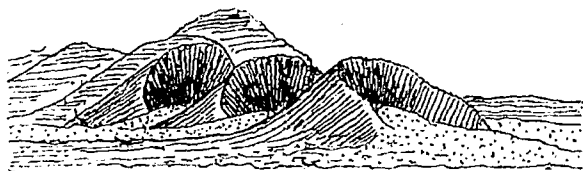
Фиг. 89. Кратеръ Рокка-Монфина.

Форма вулкановъ подлежитъ значительнымъ измѣненіямъ, обусловленнымъ какъ, съ одной стороны, размываніемъ ихъ водою, такъ, съ



Фиг. 90. Побочные конусы внутри стараго кратера.

другой стороны, и самими вулканическими явленіями. Не говоря уже о томъ, что лавовый потокъ можетъ проложить себѣ дорогу гдѣ-нибудь



Фиг. 91. Пуи-Нуаръ, Лассоля и де-ла-Вашъ. Овернь (Пуллець-Скронъ).

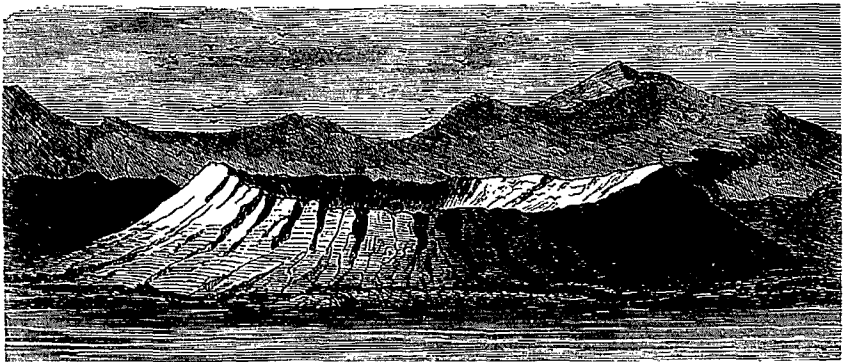
черезъ стѣнки кратера, новыя изверженія могутъ въ значительной степени разнообразить наружную форму вулкана. Такъ, если послѣ про-

должительнаго покойнаго состоянія вулкана, когда значительная часть стѣнокъ кратера обрушилась и завалила дно его, новое изверженіе проложитъ себѣ дорогу на дневную поверхность по тому же каналу то можетъ образоваться, внутри стараго, новый вулканическій конусъ (фиг. 90). Какъ такимъ конусамъ, такъ и тѣмъ, которые являются



Фиг. 92. Сангай—вулканъ Квито (Америка).

на склонахъ главнаго конуса, даютъ наименованіе побочныхъ, или паразитныхъ, вулканическихъ конусовъ. Иногда разнообразіе въ нарушеніи общей характерной формы можетъ быть вызвано тѣмъ, что новый конусъ явится не въ центрѣ стараго, а гдѣ-нибудь сбоку и т. д.; такую

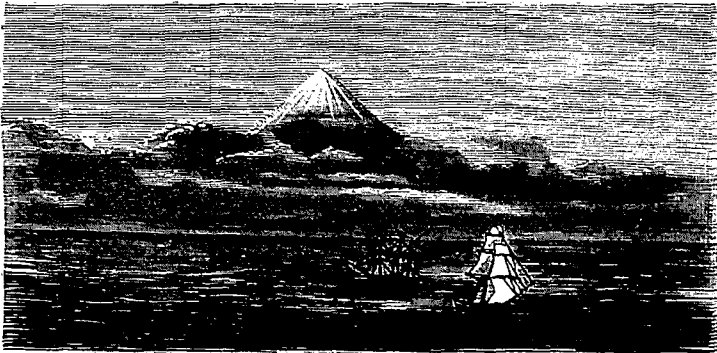


Фиг. 93. Вер-фьяль въ Исландіи.

форму представляютъ зазубренные конусы Оверни (Пюи-Нуаръ, Лассоля, де-ла-Вашъ и др., фиг. 91).

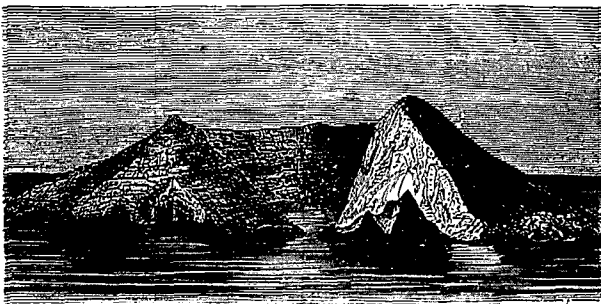
Отъ остр. Пальмы заимствованы нѣкоторыми учеными наименованія „кальдеры“ и „барранкоса“. Кальдерой (своеобразный кратеръ

о. Пальмы) называютъ всякую большую котлообразную долину, расположенную внутри притупленнаго конуса вулкана и открывающуюся наружу ущельемъ. Подъ именемъ барранкоса (отъ имени узкаго ущелья, ведущаго внутрь кальдеры остр. Пальмы и называющагося Барранко-де-ла-С Ангустиасъ или Гранъ-Барранко) понимаютъ узкія ущелья, спускающіяся и постепенно расширяющіяся книзу по склонамъ вулкана и обязанныя своимъ происхожденіемъ размыванію склоновъ водою.



Фиг. 94. Пикъ Оризабо (Мексиканскій заливъ).

Распредѣленіе и распространеніе вулкановъ. — Вулканы пользуются довольно значительнымъ распространеніемъ по поверхности земли, встрѣчаясь во всѣхъ частяхъ свѣта. Бѣднѣе всего ими Европа, богаче всего острова и моря. Въ Европѣ можно указать на три болѣе замѣчательныхъ вулканическихъ области: Неаполитанская (Везувій), область Сициліи (Этна) и затѣмъ группа Греческаго Архипелага (о. Сан-



Фиг. 95. Островъ Св. Павла въ южной части Индѣйскаго океана.

торинъ). Въ Азійи есть нѣсколько группъ вулкановъ: на Курильскихъ островахъ, Зондскихъ, на Формозѣ и др. Въ Австраліи вулканы встрѣчаются въ Новой Гвинее, Новой Британіи и Новой Голландіи. Въ Сѣверной Америкѣ есть вулканы на Аляскѣ, Алеутскихъ островахъ и въ Мексикѣ; въ Центральной Америкѣ — въ Гватемалѣ и Никарагуа; въ Южн. Америкѣ — въ Квито, Перу, Чили и Боливіи. Впрочемъ, большая часть вулкановъ расположена среди океановъ. Въ Атлантическомъ океанѣ

есть вулканы на Азорскихъ островахъ, въ Великомъ—на Сандвичевыхъ о-вахъ; есть они и въ Индѣйскомъ океанѣ, и даже въ Сѣв. Ледовитомъ, напр., въ Исландіи, и въ Южномъ полярномъ морѣ, напр., Новошотландскіе острова.

Вулканы дѣлятся на дѣйствующіе (въ настоящее или историческое время) и погасшіе. Такое дѣленіе можетъ считаться только условнымъ, такъ какъ въ нѣкоторыхъ вулканахъ періодъ покоя продолжался иногда цѣлое тысячелѣтіе. Число дѣйствующихъ и всѣхъ вулкановъ на земной поверхности опредѣляетъ слѣдующая табличка:

Число вулкановъ.	Европа.	Сѣверная Америка.	Центральная Америка.	Южная Америка.	Азія.	Африка.	Австралія.	Островныхъ и подводныхъ.	Общее число.
Дѣйствующихъ	1	20	25	37	19	19	6	228	355
Всѣхъ	28	54	60	77	65 ¹⁾	21	14	424	743

Больше половины вулкановъ приходится на долю островныхъ и подводныхъ. Это важно для опредѣленія причинъ дѣятельности вулкановъ, тѣмъ болѣе, что и вулканы материковъ лежатъ тоже на берегахъ водныхъ бассейновъ: болшею частью они помѣщаются на мысахъ, выдающихся въ море. Связь и зависимость вулканической дѣятельности отъ



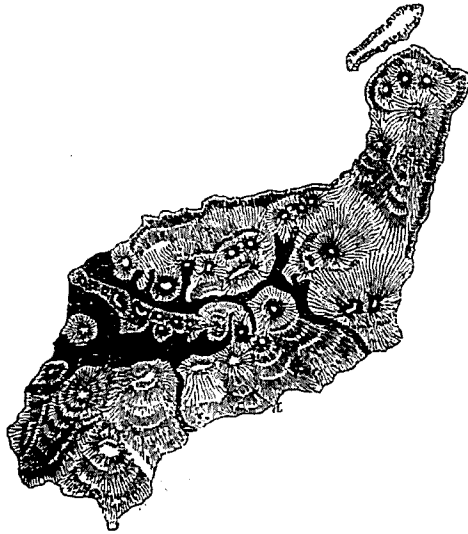
Фиг. 96. - Группа потухшихъ овернскихъ вулкановъ (Франція); видъ съ Пюи Шопина.

близкаго присутствія воды сказывается не только на вулканахъ, дѣйствующихъ нынѣ или въ историческія времена, но и на такихъ, которые прекратили уже давно свою дѣятельность. Примѣръ этого можно видѣть въ потухшихъ овернскихъ вулканахъ Франціи, о дѣятельности которыхъ въ историческія времена нѣтъ свѣдѣній (фиг. 96). Дѣятельность ихъ

¹⁾ Впрочемъ, въ Азіи число вулкановъ, вѣроятно, должно быть въ общемъ сокращено; въ это число входятъ вулканы, будто бы существующіе въ средней Азіи, о ко-

относится къ такъ называемому третичному геологическому періоду. Между тѣмъ, геологическія данныя, собранныя относительно этой мѣстности, удостовѣряютъ, что большая часть вулкановъ Оверни находилась на гранитномъ плато, представлявшемъ собою довольно узкій материкъ, омываемый съ одной стороны третичнымъ моремъ, съ другой — обширнымъ прѣсноводнымъ бассейномъ. То же самое можно сказать и объ угасшихъ прирейнскихъ вулканахъ Эйфеля, Лаахерскаго озера и многихъ другихъ.

Кромѣ ближайшихъ соотношеній въ расположеніи вулкановъ къ водѣ, въ настоящее время можно признать доказаннымъ, что вулканы располагаются всегда или въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ горами и горными мѣстностями, или вообще въ такихъ мѣстахъ, гдѣ наблюдаются разно-



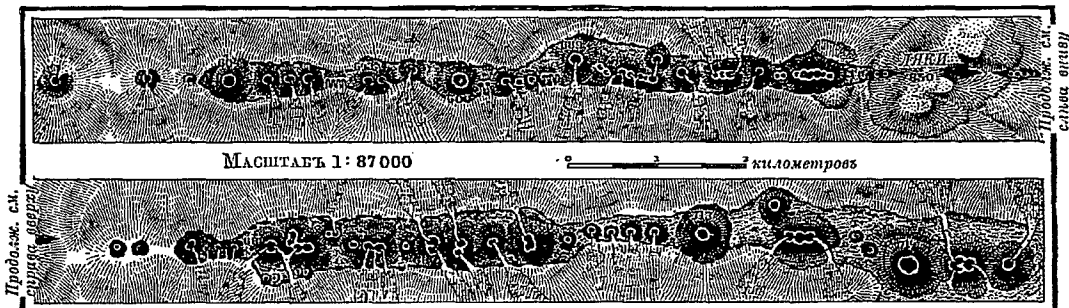
Фиг. 97. Карта острова Ланцероты.
Рядовое расположеніе вулкановъ.

образныя нарушенія горизонтальнаго расположенія горныхъ породъ и, вмѣстѣ съ тѣмъ, изобиліе трещинъ, что, какъ увидимъ далѣе, представляетъ весьма важную сторону для объясненія способа доставки на дневную поверхность различныхъ продуктовъ изверженія.

При изученіи географическаго распредѣленія вулкановъ обращается вниманіе на то, въ какомъ отношеніи между собою находятся вулканы въ данной мѣстности. Леопольдъ фонъ-Бухъ по расположенію вулкановъ различаетъ двѣ группы: 1) рядовые вулканы и 2) группы вулкановъ. Подъ именемъ рядовыхъ вулкановъ разумѣются такіе, которые распола-

торыхъ, на основаніи мнѣній Вильгельма Гумбольдта, сообщаетъ Ал. Гумбольдтъ. Мнѣніе Гумбольдта основано на древнихъ китайскихъ рукописяхъ. По послѣднимъ изслѣдованіямъ въ нѣкоторыхъ изъ указанныхъ Гумбольдтомъ мѣстностей вулкановъ не найдено. Вѣроятно, за вулканы принимались обширные подземные каменноугольные пожары.

гаются другъ за другомъ по направленію опредѣленныхъ линій, т.-е. нѣкогда бывшихъ трещинъ (фиг. 97 и 98). Таковы, напр., вулканы Мексики, Японіи, Алеутскихъ и Курильскихъ острововъ, Исландіи и др. Группы вулкановъ состоятъ изъ нѣсколькихъ вулкановъ, которые группируются безъ видимой правильности около одного или расположены отчасти радіально вокругъ болѣе значительнаго центральнаго вулкана, отличающагося большей высотой. Примѣромъ такого расположенія могутъ служить: Этна и группа Канарскихъ острововъ, на которыхъ Teneriff-скій пикъ играетъ роль главнаго вулкана.



Фиг. 98. Рядъ кратеровъ, образовавшійся въ 1783 г. по трещинѣ Скаптаръ въ Исландіи.

Высота вулкановъ.—Высота вулкановъ надъ уровнемъ моря колеблется въ такихъ же широкихъ предѣлахъ, какъ и высота невулканическихъ горъ. Вотъ для примѣра таблица абсолютныхъ высотъ нѣкоторыхъ вулкановъ:

Наименованіе вулкана.	Высота надъ уровнемъ моря въ метрахъ.
Лаго д'Аньяно	6
Тивакура (остр. Ст. Круць)	84
Талпа (новые Гебридскіе острова)	144
Тваль	290
Волкано (Липарскіе острова).	408
Исалко	659
Стромболи	925
Рокка Монфина	1025
Везувій	1240
Хоруйо	1343

Наименованіе вулкана.	Высота надъ уровнемъ моря въ метрахъ.
Гекла	1654
Тукстла	1706
Гунтуръ	2034
Вулканъ острова Бурбонъ	2503
Тенгеръ,	2915
Этна	3400
Пикъ де Тейде (Тенерифъ)	3803
Эребусъ	4075
Пасто	4207
Ключевская сопка	5014
Попокатенетль	5568
Котопахи	5904
Гвалатіери или Сагала	6990

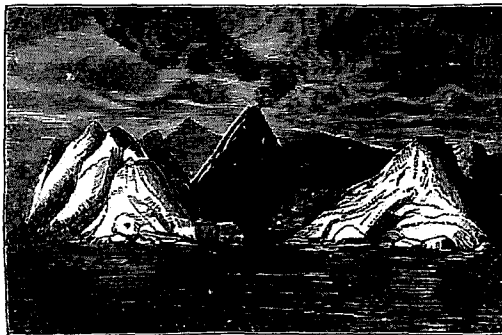
Точно также и относительная высота ихъ не одинакова. Вулканы могутъ крайне разнообразно подниматься надъ прилегающею мѣстностью. Вотъ для примѣра относительныя и абсолютныя высоты нѣкоторыхъ вулкановъ:

Наименованіе вулкана.	Относительная высота въ метрахъ.	Абсолютная высота въ метрахъ.
Монте-Нуово	143	143
Пюп-де-Домъ	302	1390
Хоруйо	493	1343
Туңурагуа	524	3357
Монте-Ферру	677	1076
Гунтуръ	1310	2034
Гвалатіери	1500	6990
Котопахи	2900	5904
Этна	3200	3400
Ключевская сопка	5014	5014

Продукты вулкановъ. — Въ ряду продуктовъ, доставляемыхъ вулканами на дневную поверхность, можно отличить пять группъ: газо- и паробразные продукты, продукты возгонки или сублиматы, механически увлекаемые парами воды и газами, огненно-жидкая лава (*lava di fuoco*), рыхлые продукты (вулканической пепель, песокъ, рапиды, вулканическія бомбы и камни) и жидкая водная лава, которой итальянцы даютъ наименованіе „*lava d'aqua*“.

Въ ряду паро- и газообразныхъ продуктовъ пары воды являются господствующимъ элементомъ и количество ихъ до такой степени значительно, что часто нѣтъ возможности даже приблизиться къ расчету всего запаса воды, доставленной вулканомъ. Сентъ-Клеръ-Девилль принимаетъ, что на все количество выдѣляющихся продуктовъ приходится 0,699 частей водяныхъ паровъ. По вычисленію Фука, въ одно изверженіе 1865 года Этна доставила не менѣе 2 милліоновъ кубич. метровъ воды. Достаточно указать, что при изверженіи Везувія въ 1822 году столбъ водяныхъ паровъ, вырвавшихся изъ вулкана, измѣрялся высотой въ 3000 метровъ.

Выдѣленіе воды идетъ не только изъ кратера вулкана, но и изъ огненно-жидкой лавы, причѣмъ по всей ея поверхности наблюдаются струи водяного пара, которымъ принято давать наименованіе фумароль. Такое выдѣленіе идетъ почти до полного охлажденія лавы. Нужно имѣть



Фиг. 99. Баррень-Айлендъ.

въ виду, что нѣкоторые ученые наименованіе фумароль распространяютъ и на выдѣленіе другихъ паро- и газообразныхъ продуктовъ, выдѣляющихся изъ трещинъ, помимо кратеровъ вулкановъ.

Исслѣдованія, начатыя Бунзеномъ въ 1846 году въ Исландіи, надъ выдѣленіемъ при помощи фумароль газообразныхъ веществъ, а затѣмъ продолженныя въ 1855 и 1861 году Сентъ-Клеръ-Девиллемъ надъ Везувіемъ и надъ вулканами Липарскихъ острововъ, а также Фука надъ Этною и Санториномъ, обнаружили еще многія другія газообразныя вещества, доставляемыя вулканами. Къ такимъ веществамъ должно отнести: хлористо-водородную кислоту, углекислоту, сѣрнистую кислоту, амміакъ, сѣроводородъ, по наблюденіямъ Скакки—фторъ, атмосферный воздухъ и его составныя части въ свободномъ состояніи и наконецъ водородъ. Количество и время выдѣленія упомянутыхъ газовъ различны. Такъ, въ газахъ Везувія найдено до 94,30% хлористо-водородной кислоты. Еще Бунзенъ указалъ на присутствіе въ газахъ фумароль Исландіи водорода. Въ газахъ Везувія водородъ былъ обнаруженъ Девиллемъ и Фука въ 1861 г., но въ смѣси съ маслороднымъ газомъ и углекислотою, причѣмъ въ этой смѣси было водорода и углеводорода 88,46%, а углекислоты 11,54%. Фука нашель до 30% свободного водорода въ газахъ Санто-

рина. Нѣкоторые наблюдатели (Спаланцани, Гей-Люссакъ, Гумбольдтъ и друг.) упоминаютъ о томъ, что имъ приходилось наблюдать при выдѣленіи фумароль пламя, обыкновенно голубоватаго цвѣта. Надо полагать, что оно обусловлено горѣніемъ водорода, сѣроводорода и углеводородовъ. Кромѣ того нѣкоторые изъ ученыхъ наблюдали при изверженіи фумароль запахъ нефти или горнаго масла; понятно, что если есть надлежащая температура, то и это послѣднее вещество можетъ обусловить появленіе пламени.

Нѣкоторые ученые принимаютъ для тѣхъ вулкановъ, которые ограничиваютъ свою дѣятельность доставкой на дневную поверхность сѣрнистой кислоты и сѣроводорода, наименованіе сольфатаръ, тѣмъ же вулканамъ или ихъ трещинамъ, по которымъ выдѣляется углекислота, даютъ наименованіе мофетъ.

Другіе ученые дѣлятъ фумаролы на сухія, кислотныя, щелочныя и холодныя. Сухимъ фумароламъ приписываютъ температуру плавленія цинка (500° Ц.); температура кислотныхъ варьируетъ въ предѣлахъ 300° — 400° ; щелочныя фумаролы доставляютъ амміакъ и его соединенія; холодныя—имѣютъ температуру до ста градусовъ и доставляютъ почти чистую воду.

Въ самомъ выдѣленіи газообразныхъ продуктовъ изъ различныхъ фумароль наблюдается въ свою очередь нѣкоторое разнообразіе. Такъ, напримѣръ, выдѣленіе углекислоты изъ мофетъ вулкана обозначаетъ конецъ изверженія. Въ теченіе девяти мѣсяцевъ наблюдали (1878—1879) надъ выдѣленіями Этны и обнаружили колебанія какъ въ доставляемыхъ соляхъ, такъ и углекислотѣ и углеводородахъ. Точно такъ же измѣнилась и температура газовыхъ продуктовъ отъ 7° до 33° Ц.

Продукты возгонки, или сублиматы, составляютъ вторую группу. Доставка ихъ, конечно, обусловлено перегрѣтыми паро- и газообразными продуктами, а потому, при выходѣ на дневную поверхность, такіе возгоны, подъ вліяніемъ охлажденія, будутъ отлагаться или на стѣнкахъ кратера, или даже на вершинѣ склоновъ вулкана. Къ разряду продуктовъ возгона, или сублиматовъ, относятся: сѣра, хлористыя соединенія натрія, калия, магнія, желѣза, мѣди, амміака, окись желѣза въ формѣ желѣзнаго блеска, котунитъ (хлористый свинецъ), реальгаръ и борная кислота. Выдѣленіе перечисленныхъ продуктовъ бываетъ крайне разнообразно. Такъ, напримѣръ, при изверженіи Везувія въ 1861 году выдѣлялось такое обиліе хлористаго натрія, что вся вершина явилась покрытою бѣлымъ налетомъ и жители окрестныхъ мѣстностей находили выгоднымъ собирать поваренную соль. Исландцы почти послѣ каждаго изверженія Геклы собираютъ въ значительномъ количествѣ съ ея вершины поваренную соль.

Третью группу продуктовъ, доставляемыхъ вулканами, составляетъ огненно-жидкая лава. Лава есть продуктъ плавленія горныхъ породъ, представляющій огненно-жидкую массу, обыкновенно при бѣлокалильномъ жарѣ, способную течь на подобіе чугуна, выпускаемаго въ расплавленномъ состояніи изъ доменной печи. Въ такомъ видѣ лава выдѣляется въ

изобилии фумаролы, а на поверхности ея довольно скоро, подъ влияніемъ охлажденія, образуются шлаки. Такъ какъ лава обладаетъ плохую теплопроводностью, то охлажденіе ея идетъ медленно и толстые плитообразные шлаки, иногда поставленные подъ различными, верѣдко крутыми, углами, представляютъ часто довольно серьезныя препятствія для посѣщенія лавовыхъ потоковъ, но, въ то же время, образовавшіеся шлаки даютъ возможность, опять-таки въ силу худой теплопроводности ихъ, посѣщать потокъ даже въ то время, когда на сравнительно небольшой глубинѣ лава находится еще въ состояніи темнаго каленія, а по трещинамъ между шлаками выдѣляются фумаролы. Извѣстны случаи, когда черезъ 20, 30 и даже 40 лѣтъ, въ силу худой теплопроводности лавы, находили внутри ея потока значительно высокую температуру. Такъ, Гумбольдтъ указываетъ на одинъ изъ потоковъ Хоруйо, изъ котораго выбѣгали теплые ключи съ температурою въ 54° Ц., несмотря на то, что этотъ потокъ образовался 46 лѣтъ тому назадъ. При изверженіи 1783 г. вулканъ Скаптаръ-Юкюль, въ Исландіи, далъ два потока лавы, объемомъ превосходящіе объемъ Монблана, остываніе которыхъ продолжалось 110 лѣтъ. Конечно, сохраненіе высокой температуры находится въ извѣстномъ соотношеніи съ количествомъ лавы или съ мощностью потока—чѣмъ онъ больше и толще, тѣмъ большее время онъ удержитъ высокую температуру; чѣмъ онъ менѣе значителенъ, тѣмъ и остываніе идетъ быстрѣе. Одинъ изъ потоковъ Везувія 1832 г. уже чрезъ два мѣсяца вполнѣ остылъ.

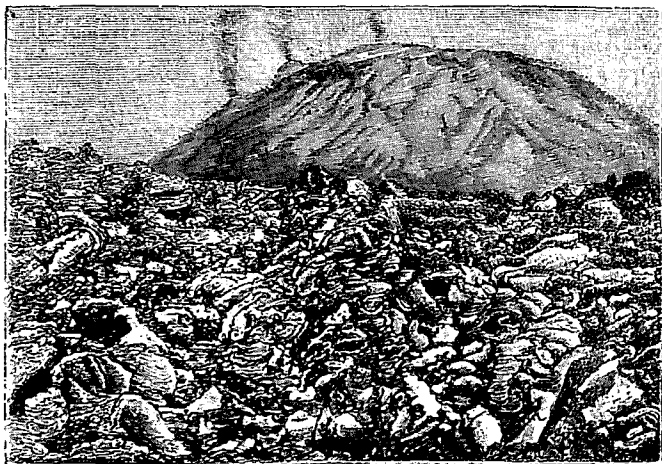
Выдѣленіе фумароль иногда бываетъ настолько энергично, даже въ то время, когда образовались шлаки, что эти послѣдніе могутъ быть нагромождены въ форму конуса (фиг. 100), изъ вершины котораго будутъ вырываться парообразные и газообразные продукты и выбрасываться твердые продукты. Такіе случаи наблюдались на многихъ лавовыхъ потокахъ, и даже иногда подавали поводъ къ неправильнымъ толкованіямъ. При сильномъ изверженіи Везувія въ апрѣль 1872 года, изъ мощнаго лавоваго потока, развѣтвлявшагося передъ обсерваторією, образовался громадный шлаковый конусъ, который такой знатокъ Везувія, какъ Пальміери, принялъ за новый кратеръ, будто бы оторывшійся недалеко отъ подножія Везувія; настолько явленія, сопровождавшія образованіе этого шлаковаго конуса, были близки къ обыкновеннымъ явленіямъ вулкана. Въ силу той же плохой теплопроводности лавы, изливаніе ея потоковъ въ море не представляетъ тѣхъ страшныхъ послѣдствій, которыхъ можно бы было ожидать. Тѣми же причинами должно объяснять нахожденіе лавовыхъ потоковъ на ледникахъ или глетчерахъ,—какъ это извѣстно на Этнѣ.



Фиг. 100. Шлаковый конусъ на лавовомъ потокѣ.

Везувія 1832 г. уже

Температура огненно-жидкой лавы крайне разнообразна. Исслѣдованіе, произведенное въ 1794 году на лавовомъ потокѣ Везувія, который былъ разрушенъ Торре-дель-Греко, показало, что мѣдныя предметы, попавшіе въ него, кристаллизовались, а серебряныя—подверглись возгонкѣ и явились въ видѣ серебряныхъ октаэдровъ, такъ что здѣсь температура была не менѣе тысячи градусовъ Цельзія. Сентъ-Клеръ-Девилль опускалъ въ 1855 г. въ лаву тонкую желѣзную проволоку и напелъ, что она съ конца сплавилась въ мелкія сфероидальныя скопленія. Конечно, такія опредѣленія далеко не указываютъ на ту высокую температуру лавы, которою она обладаетъ внутри вулкана, потому что всѣ возможныя наблюденія доступны только въ лавовомъ потокѣ, гдѣ необходимо допустить значительное охлажденіе.



Фиг. 101. Волнистая лава Везувія.

Въ зависимости отъ температуры лавы находятся и ея консистенція, а отъ этой послѣдней, отъ количества лавы и наклона мѣстности зависитъ и скорость ея поступательнаго движенія. Поэтому скорость поступательнаго движенія лавовыхъ потоковъ можетъ быть чрезвычайно разнообразна. Нѣкоторые очень жидкіе потоки пробѣгали крутые склоны съ значительной скоростью, тогда какъ другіе — спу-скались едва замѣтно, совершая поступательное движеніе, измѣряемое однимъ метромъ въ часъ. Такъ одинъ изъ потоковъ Мауна-Лоа (Сандвичевы острова) въ два часа прошелъ 23 километра. Потокъ Везувія въ 1822 г. отъ края кратера до подножія конуса прошелъ въ 15 минутъ. Одинъ изъ потоковъ Этны прошелъ одинъ километръ въ теченіе 2—3 часовъ. Конечно, если лавовый потокъ на пути своего теченія встрѣтитъ крутой склонъ, то онъ будетъ низвергаться съ него въ формѣ огненнаго каскада, что и наблюдалось, напр., при одномъ изверженіи Этны (фиг. 104).

Размѣры лавовыхъ потоковъ крайне разнообразны. Наибольшій изъ потоковъ, происшедшихъ во времена историческія, принадлежитъ одному изъ вулкановъ Сандвичевыхъ острововъ—Мауна-Лоа; онъ имѣетъ 100 кило-

метровъ длины, 4800 метровъ ширины и до 100 метровъ толщины. Потокъ того же вулкана 1880 года имѣеть отъ 60 до 80 километровъ длины. Потокъ, 1783 года, одного изъ исландскихъ вулкановъ — Скаптаръ-Юкюль, представляющій лавовое озеро, имѣеть отъ 20 до 25 километровъ въ діаметръ и до 30 метровъ толщины. Толщину одного лавоваго потока острова Бурбонъ опредѣляютъ въ 250 метровъ. Точно также произведены расчеты объемовъ нѣкоторыхъ лавовыхъ потоковъ. Объемъ потока острова Бурбонъ опредѣленъ въ 68.700,000—86.000,000 куб. метровъ, потокъ Везувія 1794 года—15.600,000 куб. метровъ, а, по вычисленіямъ Пальміери, количество лавы, вылившейся изъ этого вулкана въ апрѣлѣ мѣсяцѣ 1872 года, равно 20.000,000 куб. метровъ. Въ 1840 г. кратеръ Килауэа далъ лавовый потокъ, направившійся въ море. По вычисленіямъ Дана, объемъ этого потока равняется 5,5 миллиардамъ кубическихъ метровъ. Эти цифръ весьма наглядно свидѣтельствуютъ о тѣхъ



Фиг. 102. Глыбовая лава, залившая дома на остр. Санторинѣ.

большихъ количествахъ вулканическихъ продуктовъ, которые можетъ доставить только одно изверженіе, но, несмотря на крупность этихъ цифръ, онѣ значительно уступаютъ той массѣ осадка, которую выносятъ въ моря и океаны рѣки.

При остываніи лава переходитъ въ твердое состояніе и представляетъ каменистую пористую массу, обладающую крайне неравною поверхностью, значительно затрудняющую по ней движеніе. Въ этомъ отношеніи нерѣдко различаютъ волнистую лаву (фиг. 101) и глыбовую лаву (фиг. 102). Первая представляетъ сплошную массу застывшей лавы, напоминающей своимъ видомъ кишечноя сплетенія; вторая — представляетъ своею поверхностью рядъ нагроможденныхъ другъ на друга отдѣльныхъ кусковъ или глыбъ застывшей лавы. Объясняютъ такое различіе лавовой поверхности тѣмъ, что при образованіи глыбовой лавы изъ нея шло обильное выдѣленіе паровъ и газовъ, тогда какъ при образованіи волнистой лавы эти выдѣленія были менѣе значительны. Пористость есть явленіе крайне характерное для застывшей лавы и обусловлена выдѣленіемъ изъ нея при остываніи паровъ и газовъ. Эти послѣдніе производятъ не только мелкія поры, но часто и крупныя полости или гроты, указывающіе на то, что пары и газы могли образо-

вать при охлажденіи лавы и значительныя скопленія. Гумбольдтъ наблюдалъ въ одномъ изъ современныхъ потоковъ такую полость до двухъ-метровъ длины и въ одинъ метръ высоты. Другіе наблюдатели указываютъ въ лавовыхъ потокахъ цѣлыя гроты, иногда тянущіеся на 1600 метровъ длины, при ширинѣ 16—18 и высотѣ 11—12 метровъ. Количество поръ въ лавѣ измѣняется по мѣрѣ углубленія въ лавовый потокъ и обыкновенно нижніе горизонты этого послѣдняго значительно бѣднѣе порами, чѣмъ верхніе. Однообразная по наружному виду лава разлагается подъ микроскопомъ и, какъ подробнѣе увидимъ далѣе, является весьма сложною горною породою, представляющею ясныя признаки плавленія. Во всякомъ случаѣ, всякая лава состоитъ изъ комбинаціи различныхъ минераловъ, вкрапленныхъ въ стекловатую основную массу. Уже по цвѣту лавъ можно легко подраздѣлить ихъ на двѣ группы: лавы базальтовыя и трахитовыя, въ которыхъ различаютъ, въ свою очередь, нѣсколько разновидностей. Базальтовая лава обладаетъ темнымъ, иногда чернымъ цвѣтомъ, тогда какъ трахитовая — обыкновенно гораздо свѣтлѣе. Точно такъ же въ нихъ есть и химическое различіе:

	Нормально- трахитовыя.	Нормально- базальтовыя.
Кремневой кислоты	76,67%	48,47%
Глинозема и окиси желѣза.	14,23 »	30,16 »
Известя.	1,44 »	11,87 »
Магnezіи	0,28 »	6,89 »
Кали	3,20 »	0,65 »
Натра	4,18 »	1,96 »

Нѣкоторые лавовые потоки имѣютъ неоднородное строеніе вслѣдствіе того, что среди однообразной лавы могутъ запутываться куски шлаковъ. Рейсъ въ лавахъ Teneriffa неоднократно наблюдалъ такое строеніе и даже назвалъ эти породы „агломератными лавами“. Подобную лаву описалъ Абихъ подъ именемъ „туфовой лавы“ изъ одного потока Алагеза въ Арменіи. Кромѣ того, надо имѣть въ виду, что въ лаву могутъ попадать и продукты рыхлыхъ изверженій вулкана, которые также должны нарушать однообразіе ея строенія.

Четвертую группу продуктовъ, доставляемыхъ вулканами на дневную поверхность, представляютъ рыхлыя продукты, каковыми являются: камни, вулканическія бомбы, рапилли, или лапилли, вулканическій песокъ и вулканическій пепель. Въ періодъ покоя вулкана края кратера разрушаются и, обваливаясь, засыпаютъ его дно. При возобновленіи вулканической дѣятельности, начинающіе вырываться изъ кратера пары воды часто обладаютъ такою значительною силою, что могутъ механически увлекать отдѣльные камни и поднимать ихъ на болѣе или менѣе значительную высоту. Часть этихъ камней снова падаетъ въ кратеръ, часть же будетъ оставаться на склонахъ вулкана.

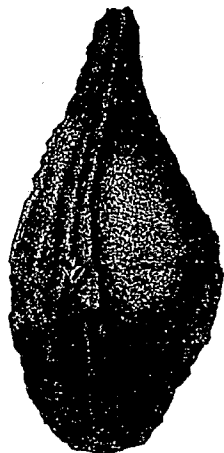
Пары воды и газы, вырывающіеся изъ кратера вулкана въ то время, когда въ этомъ послѣднемъ находится огненно-жидкая лава, могутъ захватывать куски ея и поднимать, вращая, высоко въ атмосферу, гдѣ эти

куски будутъ застывать, принимая ту форму, которая обусловлена вращеніемъ ихъ еще въ жидкомъ состояніи. Само наименованіе „вулканическія бомбы“ показываетъ, что такіе продукты должны напоминать своею формою обыкновенную, артиллерійскую бомбу, хотя въ дѣйствительности нерѣдко находятъ значительныя отклоненія отъ такой формы, выражающіяся главнымъ образомъ тѣмъ, что значительная часть вулканическихъ бомбъ является вытянутою болѣе значительно по какому-нибудь одному направленію и нерѣдко скрученною (фиг. 103). Размѣры вулканическихъ бомбъ обыкновенно колеблются отъ размѣровъ кулака до человѣческой головы. Впрочемъ, встрѣчаются бомбы и болѣе крупныхъ размѣровъ. Котопахи однажды выбросилъ вулканическую бомбу (въ 1533 г.) діаметромъ въ три метра.

Высота, на которую выбрасывается такой матеріалъ, поразительна. Этна иногда выбрасываетъ его до высоты 2000 метровъ. Везувій выбрасывалъ въ 1779 году камни до высоты 3000 метровъ.

Если выдѣленіе паровъ воды изъ расплавленной огненно-жидкой массы, находящейся въ кратерѣ, идетъ болѣе равномерно по всей массѣ и струями менѣе значительными, чѣмъ при происхожденіи вулканическихъ бомбъ, то и куски огненно-жидкой лавы, механически увлекаемые водяными парами и газами, будутъ менѣе значительны. Такому застывшему матеріалу, представляющему рыхлую зернистую массу, даютъ общее названіе скорій, а въ Италіи называютъ ихъ рапилли, или лапилли. Если размѣры застывшихъ частицъ невелики и въ общемъ такой продуктъ напоминаетъ обыкновенный песокъ, то ему даютъ наименованіе вулканическаго песка; если же степень измельченія наиболѣе тонкая, то его называютъ вулканическимъ пепломъ. Какъ вулканическій песокъ, такъ и пепелъ могутъ быть поднимаемы паро- или газообразными продуктами на значительную высоту и дѣлаться, о чемъ говорено было раньше, достояніемъ вѣтра. Въ 1877 году съ 30 іюня въ Гуайякиль, въ Эквадорѣ, четыре дня шелъ дождь вулканическаго пепла; по показаніямъ Вольфа, онъ состоялъ изъ частицъ полевого шпата и магнитнаго желѣзняка, во взаимныхъ отношеніяхъ которыхъ наблюдались колебанія. Такъ, въ послѣдній день выпаденія этого дожда онъ былъ чернѣе отъ большей примѣси магнитнаго желѣзняка. Во все время выпаденія дожда надъ Кордильерами стояли тучи дыма.

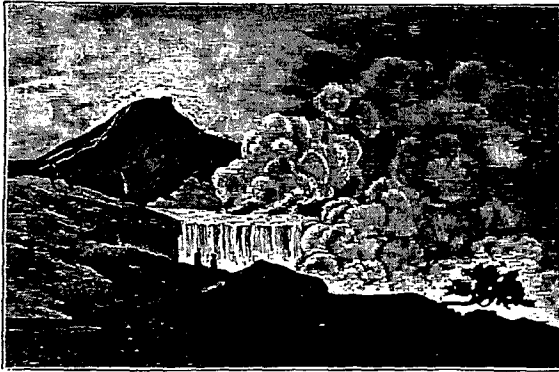
Изученіе вулканическаго пепла подъ микроскопомъ показало, что онъ всегда состоитъ изъ измельченнаго матеріала лавы. Пепелъ Везувія, напр., составленъ обломками авгита и лейцита, съ примѣсью небольшого количества оливина и большого числа обломковъ вулканическаго стекла. Пепелъ Этны состоитъ главнымъ образомъ, изъ обломковъ полевого шпата, авгита, стекла и магнитнаго желѣзняка. Нерѣдко въ пеплѣ къ этимъ измельченнымъ частямъ лавы примѣшиваются и продукты возгона.



Фиг. 103. Скрученная вулканическая бомба.

Такъ, въ пеплѣ Везувія, выпавшемъ послѣ сильнаго его изверженія въ апрѣлѣ 1872 г., было найдено 0,9% солей: хлористыхъ соединений амміака, натрія, калия, магнія и сѣрнокислой извести.

Количество выбрасываемыхъ рыхлыхъ продуктовъ, въ особенности скорій, песка и пепла, иногда громадно. Одно изъ наиболѣе сильныхъ изверженій пепла и другихъ продуктовъ наблюдалось въ 1815 году изъ вулкана Темборо. Пепель, вмѣстѣ съ другими продуктами, совершенно засыпалъ городъ того же имени, а на морѣ образовалъ плавающій слой на пространствѣ 500 километровъ вокругъ горы. Полагаютъ, что при этомъ изверженіи выпало не менѣе 1400 куб. километровъ рыхлыхъ продуктовъ. Не менѣе значительное выпаденіе рыхлыхъ продуктовъ представилъ вулканъ Косегвина въ Никарагуа въ 1835 г. Пепель и лапилли, выброшенные этимъ вулканомъ, заняли районъ въ 1500 километровъ; деревни, находящіяся въ разстояніи 40 километровъ отъ вул-



Фиг. 104. Лавопадъ при изверженіи Этны.

кана, были покрыты слоемъ рыхлыхъ продуктовъ болѣе пяти метровъ толщины; въ общемъ вычисляютъ объемъ рыхлыхъ продуктовъ этого изверженія, по крайней мѣрѣ, въ 3000 кубическихъ километровъ. При изверженіи Кракатау, въ 1883 г., рыхлые продукты, скопившіеся только около вулкана, представили массу въ 150 миллионѣвъ куб. метровъ.

Пятую группу вулканическихъ продуктовъ составляетъ, такъ называемая въ Италіи, lava d'aqua, или водная лава, или, какъ другіе называютъ этотъ продуктъ, потокъ грязи. Водяные пары, поднимаясь изъ вулкановъ въ холодные слои атмосферы, сгущаются въ тучи и разражаются болѣе или менѣе проливными дождями и грозами. Дождь, падая на дневную поверхность, будетъ встрѣчать на своемъ пути выбрасываемые изъ вулкана песокъ и пепель, смѣшиваться съ ними и выпадать на поверхность вулкана въ формѣ жидкой грязи. Такой матеріалъ можетъ образовать болѣе или менѣе мощные потоки грязи или водной лавы, матеріаломъ для которой, въ свою очередь, могутъ служить уже раньше выпавшіе зола и песокъ. Съ крутого склона вулкана такіе потоки сбѣгаютъ весьма быстро и, встрѣтивъ у подножія его мѣстности болѣе пологія, отлагаютъ механически-взвѣшенный въ нихъ ма-

теріалъ въ большомъ количествѣ. Впрочемъ на другихъ вулканахъ потокъ грязи можетъ образоваться и нѣсколькими иными способами. Такъ, на вершинѣ Котопахи (5904 м.), гдѣ лежитъ вѣчный снѣгъ, выходъ паровъ и газовъ обуславливаетъ его таяніе и появленіе массы воды, которая, смѣшиваясь съ пескомъ и пепломъ, даетъ громадныя потоки грязи. Точно такъ же потокъ грязи можетъ появиться изъ вулкана, который давно не дѣйствовалъ и въ кратерѣ котораго уже образовалось озеро. Такъ изъ вулкана Имбабуру (1691 г.), послѣ сильнаго изверженія, вышелъ потокъ грязи, въ которой находили массы мертвой рыбы. То же наблюдалось и при изверженіи Каргуайрацо (1798 г.). Заливаніе потокомъ грязи какъ окрестностей вулкана, такъ и многихъ деревень и городовъ, представляетъ довольно частое явленіе, которымъ, между прочимъ, объясняютъ гибель Геркуланума, Помпеи и Стабии въ 79 году послѣ Р. Х. При изверженіи Котопахи, въ 1877 году наблюдался потокъ грязи, имѣвшій на склонѣ вулкана до 60 метровъ глубины. Въ мѣстахъ болѣе низкихъ и уже культивированныхъ онъ бѣжалъ со скоростью 10 метровъ въ секунду. При изверженіи вулкана Папандаянга въ 1772 году, грязный потокъ имѣлъ 12 километровъ длины и до 4 километровъ ширины. Отлагающійся изъ подобныхъ потоковъ грязи матеріалъ образуетъ горную породу, за которой сохраняютъ наименованіе вулканическаго туфа, хотя этотъ послѣдній можетъ образоваться и прямо изъ рыхлыхъ продуктовъ вулкана путемъ цементировки ихъ какимъ-либо матеріаломъ.

Явленія, сопровождающія изверженіе вулкана. — Изъ другихъ проявленій дѣятельности вулкана должно упомянуть о подземномъ гулѣ или трескѣ, сопровождающемъ изверженіе, о землетрясеніяхъ, о такъ-называемыхъ огнѣ и дымѣ, объ электрическихъ явленіяхъ и о появленіи волнъ какъ въ водныхъ бассейнахъ, такъ и въ атмосферѣ. Почти всякое изверженіе сопровождается подземнымъ гуломъ, степень напряженности котораго, а равно и распространеніе, бываютъ различны. Вообще можно замѣтить, что наиболѣе сильная напряженность гула или треска соотвѣтствуетъ обыкновенно наиболѣе сильнымъ изверженіямъ вулкана. Гулъ или трескъ иногда бываетъ слышенъ на разстояніи 700 — 800 километровъ отъ вулкана. При изверженіи Котопахи въ 1877 году онъ шелъ съ значительной глубины и былъ слышенъ въ разстояніи 350 километровъ отъ вулкана. Точно такъ же и землетрясенія составляютъ непремѣнную принадлежность дѣятельности вулкана и болѣею частью сопровождаютъ подземный гулъ.

Обыкновенно принято, при описаніяхъ вулканическихъ изверженій, употреблять термины „огонь“ и „дымъ“. Примѣненіе ихъ къ вулканамъ, впрочемъ, должно быть ограничено извѣстнымъ смысломъ, отличающимъ ихъ отъ обыкновеннаго въ общепитіи огня и дыма, являющихся продуктами извѣстныхъ химическихъ реакцій и неполнаго сгорания. Выдѣленіе горящихъ газообразныхъ продуктовъ настолько ничтожно, что ими никоимъ образомъ нельзя объяснить того огня, который появляется во время изверженія надъ кратеромъ вулкана. Здѣсь подѣ

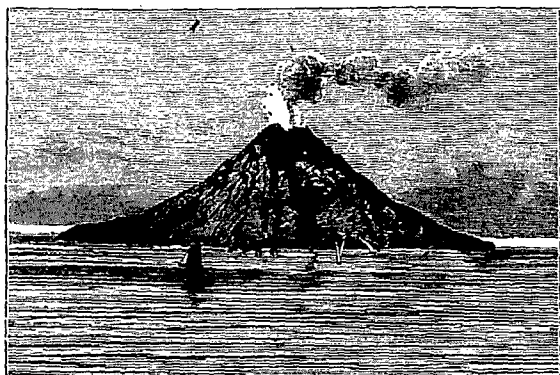
именемъ огня надо понимать отраженіе расплавленной огненно-жидкой лавы въ столбѣ водяныхъ паровъ и газовъ, вырывающихся изъ кратера. А потому, такъ-называемый „огонь“ можетъ быть виденъ только тогда, когда въ кратерѣ появилась расплавленная огненно-жидкая лава. Этотъ огонь необыкновенно эффектенъ ночью и при сильныхъ изверженіяхъ поднимается высоко надъ кратеромъ вулкана. При изверженіи Везувія въ 1882 году высота огня, по Монтичелли, равнялась 3000 метрамъ, а Вольфъ опредѣляетъ высоту огня при изверженіи Котопахи, во время сильнаго изверженія 26 іюня 1877 года, въ 10000 метровъ. Исслѣдуя спектръ такъ-называемаго огня, Янсенъ обнаружилъ линіи, соотвѣтствующія хлору, углероду, мѣди и водороду.

Точно такъ же и „дымъ“ не представляетъ ничего общаго съ вѣстнымъ въ общепитіи неполнымъ сгораніемъ органическихъ веществъ. Въ вулканахъ „дымъ“ обнаруживается въ то время, когда пары воды начинаютъ выносить на дневную поверхность рыхлые вулканическіе продукты; эти послѣдніе, окрашивая водяной паръ въ темный цвѣтъ, сообщаютъ ему сходство съ обыкновеннымъ дымомъ и, конечно, чѣмъ болѣе выносятся этихъ продуктовъ, тѣмъ интенсивнѣе должна быть окраска. Въ тихую погоду и при отсутствіи вѣтра въ верхнихъ слояхъ атмосферы этотъ, такъ-называемый „дымъ“ возвышается надъ вулканомъ, напоминая собою итальянскую сосну.

Изверженіе представляетъ собою мощный источникъ электрическихъ явленій. Наблюденіями Пальміери надъ Везувіемъ можно считать доказаннымъ, что пары и газы электризуются положительно, тогда какъ пепелъ—отрицательно. Сильныя изверженія, доставляющія въ атмосферу громадный запасъ воды, сопровождаются большею частью проливными дождями и сильными грозами. Колебаніе суши подъ вліяніемъ изверженій передается и дну сосѣднаго воднаго бассейна, а это, въ свою очередь, вызываетъ появленіе на его поверхности болѣе или менѣе значительныхъ волнъ, что въ свою очередь дѣйствуетъ крайне разрушительно на прибрежныя мѣстности. Громадный запасъ выбрасываемыхъ вулканами паровъ, газовъ и рыхлыхъ продуктовъ долженъ вліять на состояніе атмосферы, вызывая значительныя колебанія воздуха. При сильномъ изверженіи Кракату въ 1883 г. воздушная волна ощущалась почти на всей земной поверхности. Въ Берлинѣ ее наблюдали чрезъ 10 часовъ послѣ изверженія, такъ что она двигалась со скоростью нѣсколько меньше 1000 виллометровъ въ часъ. Въ этомъ же году въ концѣ ноября наблюдалось почти во всей Европѣ окрашивание во время зари горизонта въ пурпуровый цвѣтъ. Нѣкоторые ученые это явленіе ставятъ въ зависимость отъ изверженія Кракату и объясняютъ эту окраску тою тонкою частью вулканическаго пепла, которая была поднята воздушными теченіями на высоту не менѣе 60000 метровъ.

Послѣдовательность при изверженіяхъ вулкановъ.—Дѣйствующіе нынѣ вулканы доставляютъ вышеупомянутые продукты на дневную поверхность не постоянно, наблюдаются періоды покоя, занимающіе иногда весьма значительныя промежутки времени. Во время дѣятельности

вулкана наблюдается известная последовательность въ доставленіи вышеописанныхъ продуктовъ на дневную поверхность, причѣмъ нѣкоторые ученые употребляютъ опредѣленную терминологию, которую желаютъ охарактеризовать дѣятельность вулкановъ въ данное время. Такъ, когда вулканъ доставляетъ только газы и продукты возгонки, говорятъ, что онъ находится въ состояніи дѣятельности Сольфатары. Подъ этимъ именемъ известенъ вулканъ, начавшій свою дѣятельность задолго до Р. Х.; онъ находится постоянно въ одинаковой степени напряженности до нашихъ дней, выдѣляя только пары воды и нѣкоторые газы. Если столбъ водяныхъ паровъ, вырывающихся изъ вулкана, окрашенъ ночью на подобіе огня, то говорятъ, что онъ находится въ состояніи дѣятельности Стромболи. Подъ этимъ именемъ известенъ одинъ изъ вулкановъ, находящійся въ группѣ Липарскихъ острововъ и сохранившій въ теченіе



Фиг. 105. Вулканъ Стромболи (изъ группы Липарскихъ острововъ).

3000 лѣтъ одну и ту же степень дѣятельности. Онъ находится въ высшей степени напряженія: постоянно содержитъ въ кратерѣ лаву и столбъ его водяныхъ паровъ окрашенъ отраженіемъ огненно-жидкой лавы. Этотъ столбъ обладаетъ такимъ яркимъ свѣтомъ, что Стромболи служитъ лучшимъ маякомъ для мореходовъ.

Выходъ на дневную поверхность вышеописанныхъ продуктовъ изверженія и самое развитіе изверженія всегда совершаются съ нѣкоторою последовательностью и законностью, которая даетъ возможность опредѣлять фазу дѣятельности, въ которой находится вулканъ, и предсказать конецъ изверженія.

Первый и всегдашній предвѣстникъ приближающагося изверженія есть подземный, подобный грому, ударъ, который потрясаетъ или всю почву окрестностей, или ограничивается однимъ только основаніемъ вулкана. Въ послѣднемъ случаѣ слѣдствіемъ подземнаго удара бываетъ появленіе на конусѣ глубокихъ трещинъ, которые открываютъ новые пути для выхода продуктовъ изверженія; образованныя такимъ образомъ трещины имѣютъ иногда значительные размѣры. Въ 1861 году Везувій далъ трещину, которая дошла до самаго берега моря, т.-е. протянулась на нѣсколько верстъ. За первымъ ударомъ обыкновенно слѣдуетъ второй, третій и т. д.

Вскорѣ послѣ подземныхъ ударовъ изъ кратера начинаетъ вырываться столбъ паровъ воды и газовъ, которые и продолжаютъ выходить оттуда во все время изверженія или непрерывно, или иногда періодически, чрезъ нѣсколько минутъ послѣ каждаго удара. Послѣднее явленіе, гдѣ означенная періодичность опредѣлялась пятью минутами, наблюдалось въ Везувіи въ 1871 году. Высота, на которую поднимаются пары, и сила, ихъ выбрасывающая, все увеличивается, по мѣрѣ усиленія динамической напряженности въ дѣятельности вулкана. Обыкновенно увеличеніе столба паровъ и газовъ служитъ признакомъ для опредѣленія дальнѣйшаго развитія динамической дѣятельности: чѣмъ выше столбъ, тѣмъ скорѣе надо ожидать выхода лавы на дневную поверхность.

Пары воды, достигнувъ предѣльной высоты своего поднятія, скоро сгущаются тамъ въ облака, которыя и разражаются проливнымъ дождемъ, сопровождаемымъ нерѣдко грозою. Камни же, падая внизъ, попадаютъ или на склоны кратера и этимъ самымъ быстро повышаютъ ихъ, или возвращаются опять въ кратеръ, откуда пары воды выбрасываютъ ихъ снова. Температура ихъ при паденіи такъ высока, что приложенная въ это время къ нимъ бумажка мгновенно воспламеняется.

Около того же времени въ боковыхъ трещинахъ или въ самомъ кратерѣ появляется лава. Появленіе ея въ боковыхъ трещинахъ конуса дѣлаетъ подобныя изверженія чрезвычайно опасными для населенія окрестностей. Въ кратерѣ же лава поднимается то очень медленно, то быстро и, достигнувъ его краевъ, обыкновенно находитъ себѣ выходъ чрезъ болѣе низкій край кратера, переливаясь чрезъ который и начинаетъ вытекать. Выходъ ея на дневную поверхность въ этомъ случаѣ представляется менѣе опаснымъ; она обыкновенно, пройдя по склону конуса нѣкоторое разстояніе, скоро останавливается, хотя были случаи довольно быстрого поступательнаго ея движенія. Хотя выходъ лавы вообще опасенъ для окрестнаго населенія, тѣмъ не менѣе человѣкъ иногда можетъ бороться съ этимъ явленіемъ. Такъ, на примѣръ, жители окрестностей Этны, внимательно слѣдящіе за своимъ вулканомъ, въ случаѣ появленія въ кратерѣ лавы, общими усиліями, искусственными работами, стараются понизить одинъ изъ краевъ кратера, дабы дать лавѣ выходъ въ сторону, гдѣ нѣтъ населенія. Жители Катаніи защищаютъ свой городъ отъ лавоваго потока особенною стѣною, при помощи которой отклоняютъ первоначальное направленіе движенія лавы. Точно также стараются на пути движенія лавоваго потока выкачать колодцы, потому что встрѣча ихъ съ огненно-жидкою лавою обуславливаетъ страшные взрывы, опустошающіе окрестности. Движеніе лавы можетъ быть однообразное, плавное или порывистое и періодическое, какъ и выбрасываніе паровъ и камней изъ вулкана. Выходъ лавы изъ кратера при небольшихъ изверженіяхъ незначителенъ; другое дѣло, когда изверженіе сильно и когда доставляется большое количество лавы. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ лава выливается и начинаетъ болѣе быстрое, а иногда стремительное, поступательное движеніе сверху внизъ по склонамъ вулкана. Смотря по тому, какова ея консистенція и какъ велика ея масса,

она то доходить, не отвердѣвая, только до половины склона конуса, то удаляется отъ кратера на значительное разстояніе. Отъ массы лавы зависятъ и скорость ея теченія. Лишь только она успѣетъ выйти изъ кратера, какъ ея поверхность уже покрыта болѣе или менѣе тонкимъ слоемъ шлака. Впрочемъ, кора эта еще не въ состояніи задержать ее; движеніе все-таки продолжается, выступившая изъ-подъ шлака лава снова покрывается корой и т. д., до тѣхъ поръ, пока не остынетъ или пока не прекратится доставка ея изъ вулкана. Ночью такой лавовый потокъ ярко свѣтится, днемъ же покрываетъ многочисленными фумаролами.

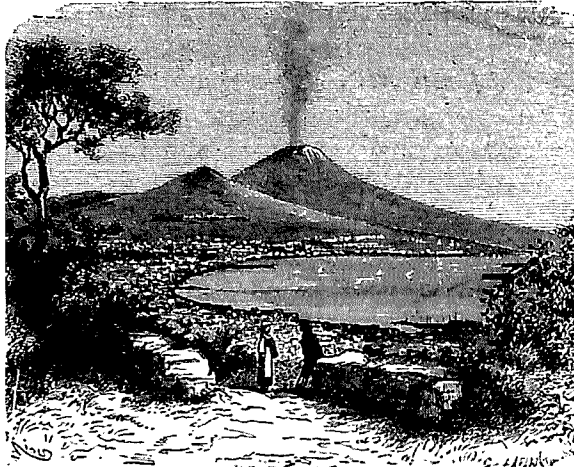
Во время нахождения въ кратерѣ лавы вырывающіеся изъ нея водяные пары увлекаютъ куски ея и образуютъ вулканическія бомбы, а если струи водяного пара представляются разсѣянными выходящими изъ огненно-жидкой лавы, то онѣ выносятъ или лапилли, или песокъ, или пепель. Если въ это время сгустившіеся водяные пары раздражаются дождемъ и грозами, то образуются крайне опасные потоки водной лавы; если же такого явленія нѣтъ, то рыхлые продукты могутъ высоко подниматься въ атмосферу и уноситься иногда далеко вѣтромъ. Обыкновенно принимаютъ обильный выходъ изъ кратера пепла за конецъ сильной напряженности вулкана.

Число и продолжительность изверженій. — Относительно числа изверженій и продолжительности дѣятельности даннаго вулкана до сихъ поръ нельзя вывести опредѣленнаго закона. Изверженіе, напр., Везувія, то продолжается пять дней, то тянется 25 дней; изверженіе Этны 1852 года продолжалось 9 мѣсяцевъ, а вулканъ острова Ланцерота однажды дѣйствовалъ непрерывно въ теченіе 5½ лѣтъ. Ключевская сопка обыкновенно дѣйствуетъ подъ рядъ не болѣе недѣли и т. д. Нѣкоторые изъ вулкановъ, разъ обнаруживъ дѣятельность, продолжаютъ ее постоянно; къ такимъ принадлежатъ, какъ указано выше, Стромболи и Сангай. Другіе произвели въ историческія времена изверженіе только одинъ разъ, и на этомъ успокоились, какъ, напр., Монте-Нуово. Не одинаковы и промежутки между изверженіями одного и того же вулкана. Замѣчено, что высокіе вулканы имѣютъ рѣдкія и сильныя изверженія, низкіе же, наоборотъ—частыя и слабыя. Періодъ покоя иногда громаденъ—такъ вулканъ Монте-Эпомео (Искія) имѣлъ отдыхъ отъ 360 г. до Р. Х. по 1302; вулканъ Ланцерота—отъ 1736 до 1824 г. и т. д.

По вычисленію нѣкоторыхъ ученыхъ, число всѣхъ извѣстныхъ изверженій равно 1297. Для нѣкоторыхъ вулканическихъ областей констатировано, что въ лѣтніе мѣсяцы изверженія бывають чаще, чѣмъ въ зимніе. Такъ въ Исландіи наиболѣе страшныя изверженія бывають лѣтомъ и въ особенности вслѣдъ за крайне теплою зимою. Въ Чили отношеніе числа лѣтнихъ изверженій къ зимнимъ равно 28:2. Допускають также въ нѣкоторыхъ вулканахъ періодичность изверженій. Котопахи и Тунгурагуа имѣютъ одно, рѣдко два изверженія въ столѣтіе. Ключевская сопка повторяетъ свои изверженія чрезъ 7—8 лѣтъ, Гекла—чрезъ 70 или 80 лѣтъ, изверженія Этны, по Вальтерсгаузену, бывають чрезъ шесть лѣтъ.

Вулканическій округъ Неаполя. Везувій. Чтобы имѣть болѣе ясное представление о дѣятельности вулкановъ, остановимся нѣсколько на Везувіи—этомъ единственномъ дѣйствующемъ материковомъ вулканѣ Европы. Онъ принадлежитъ къ вулканамъ наиболѣе изученнымъ, потому что свѣдѣнія о его дѣятельности имѣются съ глубокой древности.

Везувій находится почти на сѣверо-востокъ отъ Неаполя. То, что обыкновенно называютъ Везувіемъ, представляетъ гору, поднимающуюся на 1240 метровъ надъ уровнемъ моря и состоящую не изъ одного вулканическаго конуса, а изъ двухъ, изъ которыхъ одинъ окружаетъ другой съ сѣвера, какъ бы валомъ (фиг. 106 и 107). Если слѣдить внѣшній конусъ съ сѣверной стороны, то можно видѣть, что онъ, поднимаясь постепенно до высоты 1060 метровъ, заканчивается крутымъ обрывомъ; опускающимся почти отвѣсными стѣнами до 300 метровъ высоты въ прилегающую долину. Этотъ полукольцеобразный валъ называютъ Монте-Сомма; за нимъ къ Везувію слѣдуетъ

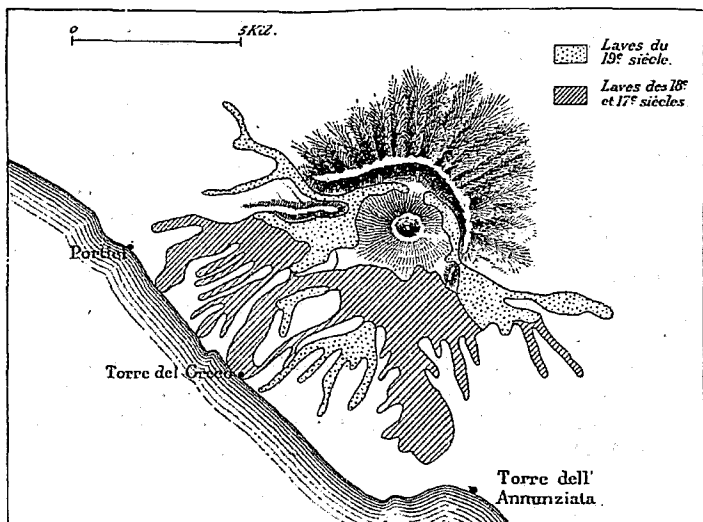


Фиг. 106. Общій видъ на Везувій.

долина Атріо-дель-Кавалло; изъ этой-то долины и поднимается черный одноформенный конусъ, которому даютъ наименование *Monte Vesuvio* и который поднимается надъ долиною на 480 метровъ. Съ южной, а отчасти и съ западной стороны Монте-Сомма является размытою и уничтоженною лавовыми потоками, хотя нѣтъ сомнѣнія, что она нѣкогда представляла вполне замкнутый валъ. Слѣды отъ этого размыванія сохранились, какъ на югъ-западѣ отъ Везувія, такъ и на юго-востокѣ, въ видѣ небольшихъ оазисовъ Монте-Соммы—и однимъ изъ нихъ, юго-западнымъ, воспользовались; на немъ построена обсерваторія для наблюденія за вулканомъ. Въ видѣ схемы весь вулканъ можно изобразить прилагаемымъ рисункомъ (фиг. 108). Сомма, судя по слоистости, которая замѣчается со стороны Атріо-дель-Кавалло, представляетъ древнѣйшій вулканическій конусъ; мѣстами горизонтальные слои ея прорѣзаны вертикально-стоящими дайками.

О дѣятельности Везувія имѣются свѣдѣнія съ глубокой древности. Въ окрестностяхъ этого вулкана были первыя греческія колоніи, и эти мѣста посѣщались учеными греками. Первыя свѣдѣнія о вулканической дѣятельности этой горы относятся къ 63 г. послѣ Р. Х. Въ этомъ году дѣятельность вулкана обваружилась землетрясеніемъ, тогда какъ до указаннаго времени, по показаніямъ Плутарха, Везувій ничѣмъ не отличался отъ другихъ горъ, кромѣ своей формы. Въ это время Везувій имѣлъ весьма правильную форму и возвышался не двумя пунктами, какъ теперь, а вершина его представляла правильное очертаніе усѣченнаго конуса. На вершинѣ, по показаніямъ того же ученаго, находился кратеръ съ крутыми боками, покрытыми дикимъ виноградникомъ. Склоны конуса были покрыты прекрасно воздѣланными плодоносными полями, а при подножій находились многочисленные города—Геркуланумъ и Помпея.

Первое замѣчательное изверженіе, о которомъ извѣстно изъ временъ исторіи, произошло въ 79 году послѣ Р. Х. Описаніе его оставилъ Плиній младшій. Это было то самое изверженіе, при которомъ разрушены три города: Геркуланумъ, Помпелъ и Стабія. Судя по свидѣтельству Плинія, оказывается, что и тогда въ явленіяхъ, сопровождающихъ изверженіе, наблюдалось та же законность, что и теперь. Изверженіе началось сильными подземными ударами, колебавшими почву. Колебаніе это было настолько сильно, что много морскихъ животныхъ было выброшено на берегъ.



Фиг. 107. Везувій и Монте-Сомма въ планѣ.

Вышла ли лава при этомъ изверженіи—неизвѣстно, но вполне опредѣлено, что въ это время было выброшено громадное количество рыхлыхъ вулканическихъ продуктовъ. Можно думать, что именно послѣ этого изверженія появился Везувій, такъ какъ до него, по вышеприведенному свидѣтельству Плуларха, былъ одинъ только кратеръ—Атрио-дель-Кавалло (фиг. 109 и фиг. 110).



Фиг. 108. Разрѣзъ Везувія съ сѣвера на югъ.

- а—Монте-Сомма, б—Атрио-дель-Кавалло, с—Пунто-дель-Поло, d—кратеръ 1822 г., е—Камальдоли, f—Торре-дель-Аннунціата.
 1—туфъ, 2—туфъ и лейцитосфиръ Соммы, 3—конусъ изъ болѣе новыхъ отложений и 4—жила лавы.

Послѣ 79 года снова упоминается объ изверженіи этого вулкана въ 1036 г., сопровождавшемся, какъ вполне достовѣрно извѣстно, выходомъ лавоваго потока. Черезъ нѣсколько лѣтъ изверженіе повторилось въ 1049 г., а затѣмъ въ 1138 и 1139 гг. Затѣмъ наблюдается перерывъ по крайней мѣрѣ въ 168 лѣтъ до 1306 г. Съ этого послѣдняго года Везувій почти смолкъ до 17 столѣтія (до 1631 года); во весь этотъ промежутокъ времени было одно слабое изверженіе въ 1500 году. Зато Этна въ этотъ

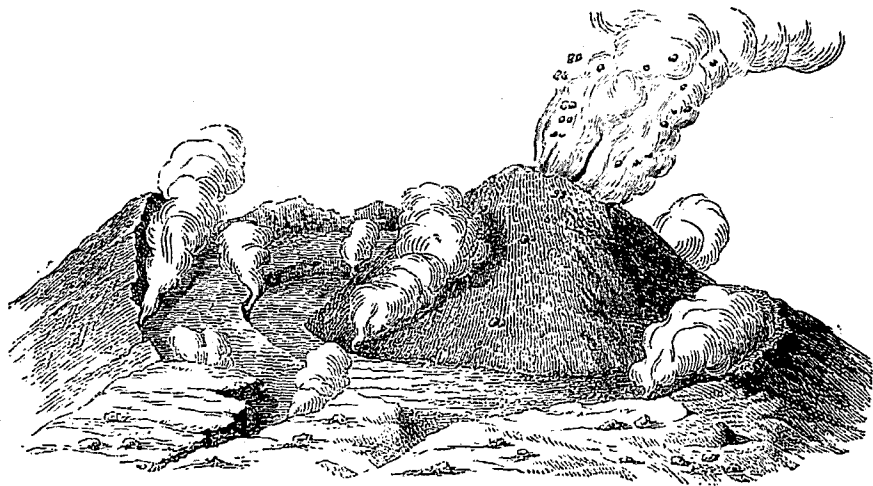
періодъ времени находилась въ состояніи довольно сильной дѣятельности, что подаеть поводъ думать, что въ двухъ сосѣднихъ вулканахъ какъ бы есть зависимость въ ихъ динамической напряженности. Въ 1631 г. Браччи, посѣтившій Везувій, описываетъ его слѣдующимъ образомъ: кратеръ имѣлъ пять миль въ окружности и почти тысячу шаговъ въ глубину; бока его покрыты мелкимъ лѣсомъ, а на днѣ находилась равнина, на которой пасся скотъ. Въ лѣсистыхъ частяхъ часто укрывались кабаны. Одно мѣсто въ равнинѣ, покрытое пепломъ, представляло три небольшие пруда, изъ кото-



Фиг. 109. Современный Везувій. Фиг. 110. Везувій время Плутарха.

рыхъ одинъ содержалъ горячую и горькую воду, въ другомъ вода была солоновѣ морской, а третій имѣлъ воду теплую и безвкусную». Въ указанномъ году семь лавовыхъ потоковъ сразу вылились изъ кратера, разрушивъ нѣсколько деревень, въ томъ числѣ и Резину, расположенную на томъ мѣстѣ, гдѣ былъ Геркуланумъ.

Съ XVII столѣтія въ Везувіѣ наблюдается почти постоянная дѣятельность, съ промежутками, рѣдко превышающими 10—20 лѣтъ, а потому пришлось бы представить цѣлый списокъ лѣтъ, въ которыхъ были изверженія. Упомянемъ только о томъ, что съ конца восемнадцатаго столѣтія до сильнаго изверженія 1822 года главный кратеръ Везувія сильно измѣнился; онъ постепенно наполнился лавою и обломками



Фиг. 111. Кратеръ Везувія въ день изверженія 17 іюня 1755 г.
Съ юго-западной стороны.

краевъ кратера и вмѣсто углубленія представлялъ неровную и каменистую площадку, изъ трещинъ которой выдѣлялись водяные пары. Октябрьское изверженіе 1822 года, продолжавшееся двадцать дней, выбросило изъ кратера всю лаву и обломки и образовало эллиптической формы воронкообразное углубленіе до трехъ миль въ окружности и глубиной, по словамъ нѣкоторыхъ, до 610 метровъ. Это и было то знаменитое изверженіе, при которомъ столбъ водяныхъ паровъ поднимался до высоты 3000 метровъ.

Пропускаемъ нѣсколько изверженій Везувія, чтобы подробнѣе остановиться на изверженіяхъ 1861 и 1872 года. Во время изверженія 1861 года динамическая па-

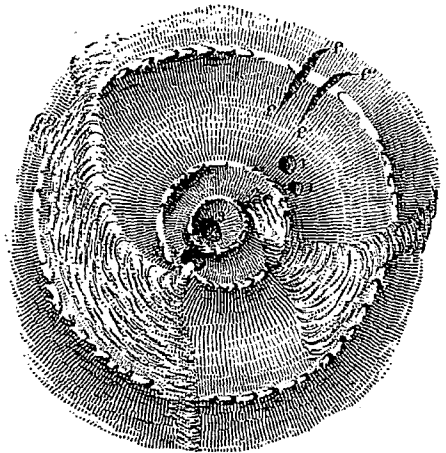
пряженность вулкана, долго не находившая себѣ выхода, подѣ влияніемъ подземныхъ ударовъ, образовала рядъ трещинъ и одна изъ нихъ направилась отъ Монте-Соммы къ Торре-дель-Греко. По трещинѣ образовался небольшой рядъ вулкановъ, насыпанныхъ рыхлыми продуктами, и эти вулканы выбрасывали столбы водяныхъ паровъ, окрашен-



Фиг. 112. Изверженіе Везувія въ 1858 г.

ныхъ въ темный цвѣтъ вулканическимъ пепломъ; къ счастью, лава, наконецъ, нашла выходъ черезъ главный кратеръ, и Торре-дель-Греко былъ спасенъ. Интересно, что послѣ образованія трещинъ, колодцы въ Торре-дель-Греко иссякли и, спустя нѣкоторое время, появились снова, обильно насыщенные углекислотой и столь богатые водою, что произошло наводненіе.

Послѣ 1861 года вулканъ находился почти въ постоянномъ напряженіи; почти каждый годъ изъ кратера выходили потоки лавы, изливавшіеся въ Атріо-дель-Кавалло. Особенно усилилась динамическая дѣятельность Везувія въ 1871 году и въ началѣ 1872 г.; начиная съ сентября мѣсяца 1871 г., лава вытекала изъ вулкана постоянно и, наконецъ, это напряженное состояніе разрѣшилось чрезвычайно сильнымъ изверженіемъ въ ночь съ 25 на 26 апрѣля 1872 г. Въ концѣ 1871 года на вершинѣ Везувія находилась площадка. Нѣсколько ближе къ восточному краю ея наблюдался главный кратеръ, а на другомъ концѣ маленькій побочный, насыпанный вулканическимъ пескомъ и пепломъ, конусъ. Изъ главнаго кратера вылеталъ столбъ паровъ, выбрасывавшій камни; маленькій конусъ, дѣйствовавшій самостоятельно, также доставлялъ струю водяного пара. Весьма интересно, что доставка продуктовъ изъ главнаго кратера и изъ побочнаго конуса шла неравномѣрно; главный кратеръ дѣйствовалъ періодически: приблизительно черезъ пять минутъ слышался довольно сильный подземный ударъ и одновременно со нѣмъ наблюдалось выбрасываніе паровъ воды и камней. Изъ побочнаго конуса непрерывно струею вырывался водяной паръ, напоминая



Фиг. 113. Кратеръ Везувія 15 ноября 1867 г.
II—большія трещины, 2, 3, 4—дѣйствующія отверстія.

выдѣленіе пара изъ отверстія кипящаго самовара. Какъ быстро образуются побочные конусы, можно привести примѣры изъ времени того же изверженія Везувія. Въ мартѣ мѣсяцѣ 1872 года вышеописанная площадка на вершинѣ Везувія дала трещину, направляющуюся отъ кратера къ побочному конусу; по этой трещинѣ скоро стали выдѣляться струи пара, выносившія вулканической песокъ и пепель. Этотъ рыхлый матеріалъ сталъ непосредственно отлагаться вокругъ отверстій, изъ которыхъ выходилъ паръ, и въ два-три часа образовалъ рядъ побочныхъ конусовъ высотой, примѣрно, до одного метра. Въ продолженіе марта лава выходила черезъ трещину у основанія Везувія и направлялась въ Атріо-дель-Кавалло. Выходъ лавы въ это время также былъ періодическимъ, какъ выбрасываніе изъ кратера камней, т.-е. лава подвигалась толчками. Такъ было до ночи съ 25 на 26 апрѣля. Въ эту ночь потокъ лавы моментально выступилъ изъ кратера и потекъ такъ быстро, что изъ 200 человекъ, находившихся на Везувіѣ, немногимъ удалось спастись въ обсерваторію. Но и обсерваторія находилась въ критическомъ положеніи. Лава направилась изъ Атріо-дель-Кавалло двумя потоками, огняя обсерваторію, т.-е. потекла по старымъ, радіально расходящимся русламъ. Но на этотъ разъ одинъ изъ потоковъ отдѣлилъ боковую вѣтвь къ другому и такимъ образомъ отрѣзалъ обсерваторію отъ подножія горы. Къ счастью, потокъ былъ не великъ и скоро застылъ, такъ что черезъ нѣсколько дней представилась возможность освободить истомленныхъ жаждой, заключенныхъ въ обсерваторію. Это изверженіе, какъ и прочія, закончилось выдѣленіемъ вулканическаго пепла и песка, который выпадалъ даже на улицахъ Неаполя. Вершина Везувія послѣ этого страшнаго изверженія представила слѣдующую картину. Значительная часть верхней площадки исчезла. Въ томъ мѣстѣ, гдѣ находился побочный конусъ, образовался провалъ, по размѣры его были меньше главнаго кратера. Этотъ второй кратеръ послѣ изверженія оказался соединеннымъ съ первымъ, такъ что въ планѣ весь кратеръ Везувія имѣлъ бисквитообразную форму. Измѣнилась также послѣ этого изверженія и глубина кратера, слѣвавшаяся равною 250 метрамъ.

Вулканы Флегрейскихъ полей.—Кромѣ Везувія, проявляющаго въ настоящее время наибольшее напряженіе вулканической дѣятельности, къ округу Неаполя принадлежатъ еще цѣлый рядъ потухшихъ вулкановъ, расположенныхъ на Флегрейскихъ поляхъ, и вулканы острововъ Искія и Прочиды.

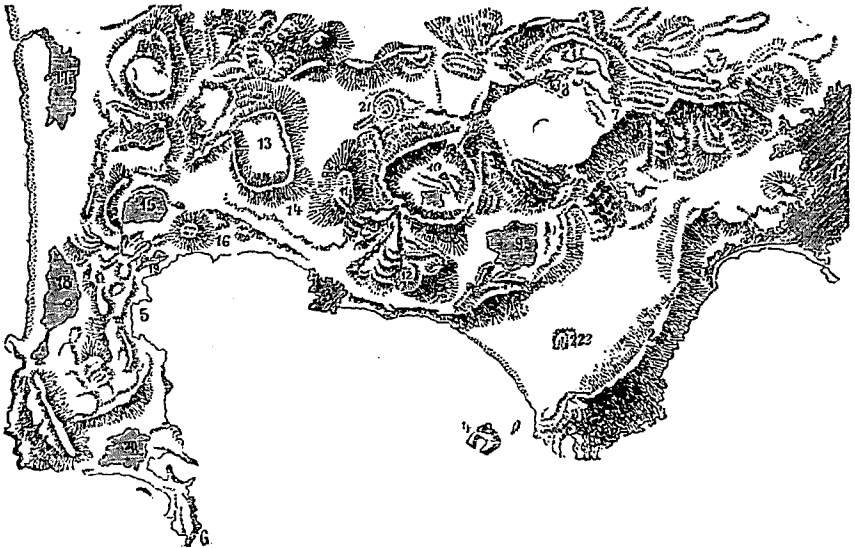
Подъ именемъ Флегрейскихъ полей извѣстна вся береговая полоса Байскаго залива, расположенная къ западу отъ Неаполя. На этой полосѣ возвышается нѣсколько недѣйствующихъ въ настоящее время вулкановъ, относительно которыхъ имѣются свѣдѣнія съ глубокой древности. Изъ этихъ вулкановъ наиболѣе замѣчательны: Сольфатара, Лаго Д'Аньяно, Монте-Астроли, Монте-Нуово и Монте-Барбаро (фиг. 114).

Изъ всѣхъ вулкановъ Флегрейскихъ полей одну только Сольфатару можно считать за кратеръ, еще не вполне погасшій. По описанію Страбона, она съ самаго древняго времени проявляетъ все одну и ту же степень напряженности, постоянно давая выходъ водянымъ парамъ вмѣстѣ съ газами сѣрнистой кислоты и сѣроводорода. Весь конусъ ея сложенъ изъ рыхлаго матеріала (трахитоваго туфа), когда-то доставленнаго ею на дневную поверхность, и поднимающагося надъ уровнемъ моря на 200 метровъ. Въ этомъ конусѣ находится очень плоскій кратеръ около 500 метровъ въ діаметрѣ; на днѣ его во многихъ мѣстахъ выдѣляются фумаролы, а въ одномъ мѣстѣ, въ большой восточной стѣнѣ, находится отверстіе, начинающееся гротомъ, изъ котораго постоянно съ одною и тою же степенью напряженности выдѣляются вышеупомянутые газообразные продукты. Благодаря типичной дѣятельности Сольфатары, какъ указано выше, пользуются ея названіемъ для обозначенія подобнаго же напряженія дѣятельности всякаго другого вулкана. Такъ, напр., о всѣхъ потухшихъ кратерахъ, слѣдовательно, давно-уже не извергавшихъ лаву, но выдѣляющихъ постоянно сѣрнистый газъ и сѣроводородъ вмѣстѣ съ парами воды, говорятъ, что они находятся въ состояніи или напряженія Сольфатары, т.-е. вулкана, дающаго выходъ вышеуказаннымъ продуктамъ и вовсе не извергающаго лавы. Сольфатара знаменита, по древнимъ преданіямъ, какъ мѣсто входа въ адъ; находясь близъ нея, легко удостовѣриться въ причинахъ возникновенія такого преданія. Газы, выходя съ силой изъ отверстія, производятъ

различные звуки, среди которых можно различить то женский голос, то бась мужчины, то целый ряд криков и стонов и т. д.

В ближайшем соседствѣ съ Сольфатарою лежитъ другой потухшій вулканъ, занятый до послѣдняго времени небольшимъ озеромъ—Лаго Д'Аньяно. Изъ одной трещины, находящейся въ боку кратера Лаго Д'Аньяно, постоянно выдѣляется углекислота, а изъ другой, лежащей по соседству, амміакъ, такъ что, рассматривая эти продукты, невольно можно придти къ заключенію, что внутри земли есть ходы, неимѣющие между собою никакого сообщенія, которые и доставляютъ столь разнообразныя вещества на дневную поверхность.

Изъ числа вулкановъ, еще въ доисторическій періодъ прекратившихъ свою дѣятельность и, несмотря на это, столь незначительно подвергнутыхъ атмосферному вліянію, что наружный ихъ видъ вполнѣ сохранился до настоящаго времени, особенно выдается вулканъ Монте-Астрони, лежащій неподалеку отъ Сольфатары. Вулканъ этотъ



Фиг. 114. Карта Флегрейскихъ полей.

1. Неаполь, 2. Позиллиппо, 3. Пуццуоли, 4. Низита, 5. Байская бухта, 6. Мысь Мизено, 7. Камальдоли, 8. ПIANУРА, 9. Озеро д'Аньяно, 10. М. Астрони, 11. М. Чильяно, 12. Сольфатара, 13. Кампильоне, 14. М. Гауро, 15. Озеро Аверно, 16. М. Нуово, 17. Оз. Ликоло, 18. Оз. Фузаро, 19. Оз. Лукрино, 20. Маре-Морто, 21. Фосса-Лупара, 22. М. ди С. Тереза.

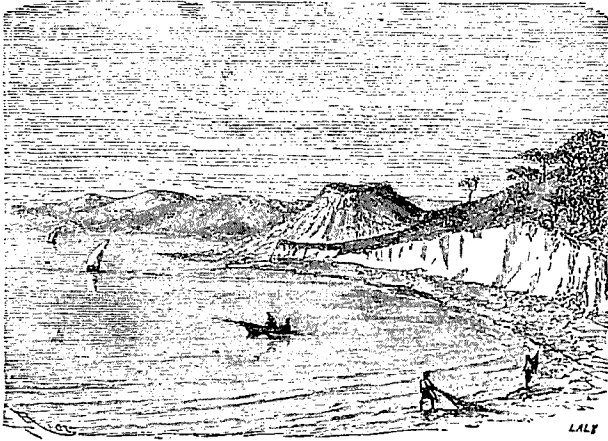
отличается крайне крутыми склонами и весьма глубокимъ воронкообразнымъ кратеромъ, на днѣ котораго, поросшемъ густымъ лѣсомъ, собралось нѣсколько небольшихъ озерковъ. Въ настоящее время пользуются кратеромъ Монте-Астрони, какъ мѣстомъ, гдѣ постоянно устраиваютъ охоты для итальянскихъ королей.

Въ теоретическомъ отношеніи особенно замѣчательна гора Монте-Нуово, образовавшаяся 20 сентября 1538 года, неподалеку отъ Сольфатары, на самомъ берегу Байскаго залива, въ разстояніи нѣсколькихъ десятковъ метровъ отъ городка Пуццуоли (фиг. 115). Въ настоящее время Монте-Нуово представляетъ конусъ въ 143 метра высоты. Только на самой вершинѣ этого конуса, около кратера, находится застывшій потокъ лавы, замѣчательный по своимъ минералогическимъ особенностямъ. Лава здѣсь, такъ называемая, фонолитовая, тогда какъ въ большинствѣ прочихъ вулкановъ неаполитанскаго округа — лейцитовая. Объ образованіи этого вулкана сохранились очень подробныя свѣдѣнія, благодаря тремъ современникамъ этого происшествія—Фалькони, Пиетро Джакомо ди-Толедо и Франческо дель-Перо, тщательно описавшимъ его, и сочиненію знаменитаго натуралиста того времени—Порціо. Всѣ они согласно упоминаютъ,

между прочимъ, о томъ, что въ теченіе дня и ночи, предшествующихъ изверженію Монте-Нуово, было насчитано до двадцати подземныхъ ударовъ; на слѣдующій день, затѣмъ, появился огонь, который раскидалъ землю на томъ мѣстѣ, гдѣ теперь стоятъ Монте-Нуово, и выбросилъ столь большое количество пепла и пемзы, смѣшанныхъ съ водою, что равнина, лежащая между озеромъ Аверно, Монте-Барбаро и моремъ немного приподнялась и, наконецъ, что новая гора до 143 метровъ высотой образовалась изъ грязныхъ струй пепельнаго ливня и крупныхъ обломковъ горныхъ породъ, вылетавшихъ изъ центральнаго отверстія въ теченіе многихъ дней и ночей сряду.

Несмотря, однако-жъ, на заявленія современниковъ, Леопольдъ фонъ-Бухъ, въ своемъ сочиненіи о вулканическихъ явленіяхъ, высказываетъ мнѣніе, что Монте-Нуово образовался совершенно другимъ способомъ. Этотъ ученый, изслѣдуя много огнедышащихъ горъ и зная исторію ихъ происхожденія, подраздѣляетъ всѣ вулканы на двѣ группы: на конусы (или кратеры, какъ онъ выражается) изверженія и на конусы поднятія.

Подъ конусами второй группы Бухъ понималъ такіе вулканы, которые образовались чрезъ поднятіе мѣстности, происшедшее въ силу давленія внутреннихъ силъ,



Фиг. 115. Монте-Нуово. Байскій берегъ.

обусловившихъ сначала выпучиваніе земли, а затѣмъ образованіе отверстія или кратера. Бухъ, слѣдовательно, полагалъ, что при образованіи конусовъ поднятія, участіе матеріала, доставленнаго кратеромъ на дневную поверхность, крайне ничтожно. Типичнымъ примѣромъ такого образованія Бухъ служили Хоруйо и Монте-Нуово, относительно которыхъ онъ и говоритъ, что они произошли не отъ изверженія пемзы, вулканическаго пепла и другихъ рыхлыхъ продуктовъ, но вслѣдствіе быстрого поднятія, какъ въ Монте-Нуово, твердыхъ пластовъ бѣлаго туфа, которые первоначально лежали горизонтально, а въ 1538 году были выдвинуты такъ, что образовали наклонъ во всѣ стороны отъ центра вулкана подъ тѣмъ же самымъ угломъ, подъ которымъ лежитъ теперь наклонная поверхность самаго конуса. Мнѣніе свое онъ основалъ на томъ, что будто бы по всей окружности кратера Монте-Нуово можно видѣть пласты приподнятаго туфа и что одна только верхняя или наружная покрывка состоитъ изъ извергнутаго вулканическаго пепла, и, кромѣ того, на томъ, что онъ нашелъ въ нижнихъ слояхъ кратера нѣсколько морскихъ раковинъ, какія встрѣчаются въ ископаемомъ состояніи въ обсыдномъ туфѣ и повнѣ еще живугъ въ Неаполитанскомъ заливѣ.

Благодаря, однако-жъ, послѣдующимъ изслѣдованіямъ Лайелля, Преве и другихъ геологовъ, мнѣніе Буха было опровергнуто и вопросъ о конусахъ поднятія оставленъ навсегда. Лайелль, изслѣдуя кратеръ Монте-Нуово, не только не былъ въ состояніи открыть какой-либо первоначально приподнятой горной породы, отличной отъ остальной массы, но напротивъ, нашелъ, что вся его масса вполне однородна и состоитъ изъ

рыхлыхъ вулканическихъ продуктовъ, доставленныхъ на дневную поверхность самимъ же вулканомъ и что въ окрестностяхъ конуса нѣтъ какихъ бы то ни было радіально расходящихся трещинъ, которыя должны были бы явиться въ силу внезапнаго напора на землю вулканическихъ силъ снизу. Затѣмъ, Скакки, относительно раковинъ найденныхъ Вухомъ въ Монте-Нуово, предполагаетъ, что эти раковины могли произойти изъ туфа, выброшеннаго кратеромъ и содержавшаго морскія раковины новѣйшихъ видовъ.

Наконецъ, тотъ же Скакки присовокупляетъ еще, что древній храмъ Аполлона, стоящій теперь при подножии Монте-Нуово, во стѣнахъ, до сихъ поръ сохранившими свою вертикальность, по всей вѣроятности, не могъ бы удержать этого положенія, если бы конусъ Монте-Нуово дѣйствительно былъ результатомъ поднятія почвы.

Непосредственно около Монте-Нуово, находится другой, еще большій, вулканическій конусъ Монте-Варбаро съ глубокимъ круглымъ кратеромъ, имѣющимъ около мили въ діаметръ. По величинѣ Монте-Варбаро уступаетъ только нѣкоторымъ изъ высокихъ конусовъ, образовавшихся въ Искіи въ историческое время.

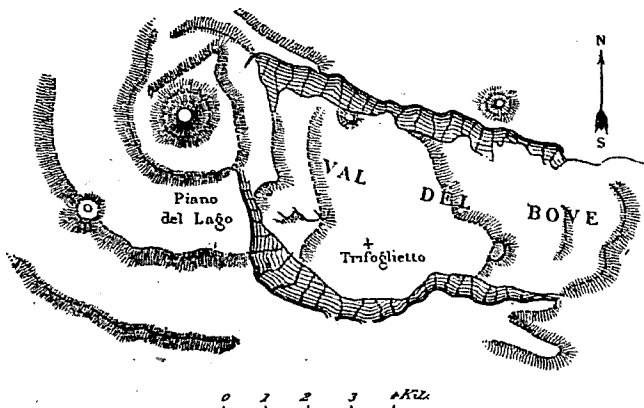
Изъ всего сказаннаго о вулканахъ Флегрейскихъ полей видно, что, сравнительно недавно, по крайней мѣрѣ, во времена историческія, въ этой мѣстности обнаруживалась еще дѣятельность настоящихъ вулкановъ, несмотря на то, что въ настоящее время, по степени напряженности, ихъ можно разсматривать, какъ вулканы, принадлежащія къ древнимъ эпохамъ, подобно вулканамъ, напр., центральной Франціи. Въ настоящее время только нѣкоторыя изъ разсмотрѣнныхъ горъ, въ видѣ остатковъ прежней своей дѣятельности, даютъ выходъ парамъ воды, сѣрнистому газу, сѣродороду, углекислотѣ, и амміаку.

Вулканы острововъ Искіи и Прочиды. — Неподалеку отъ Байскаго берега, къ юго-западу отъ Неаполя, лежатъ два скалистыхъ острова — Искія и Прочида, замѣчательные по своимъ, нѣкогда очень дѣятельнымъ, вулканамъ. О вулканической дѣятельности этихъ острововъ, благодаря древнимъ указаніямъ, дошли свѣдѣнія, относящіяся къ 380 г. до Р. X. Въ то время, когда Везувій оставался въ спокойномъ состояніи, на Искіи, по временамъ, случались страшныя судорожныя движенія, повидимому, распространявшіяся и на сосѣдній островъ Прочиду, о которомъ, между прочимъ, говоритъ Страбонъ, что онъ образовался отдѣленіемъ отъ Искіи. Теперешняя окружность Искіи, вдоль по урѣзу воды, равна 18 милямъ, длина ея отъ запада къ востоку—5 милямъ, а ширина отъ сѣвера къ югу—3 милямъ. На ней возвышается знаменитая гора Эпомео, въ различныхъ частяхъ которой разбросано до двѣнадцати значительныхъ вулканическихъ конусовъ. Отъ значительнаго изверженія Эпомео, случившагося въ 380 г. до Р. X., Искія наслаждалась полнымъ спокойствіемъ вплоть до 1302 года, когда опять на ней, въ мѣстности извѣстной подъ именемъ Кампо-дель-Арзо, произошло изверженіе лавоваго потока. Съ тѣхъ поръ, до настоящаго времени, всѣ вулканы Искіи и Прочиды являются съ тѣмъ же характеромъ, какъ и вулканы Флегрейскихъ полей, т.-е. нѣкоторые изъ нихъ, въ видѣ остатка нѣкогда бывшей своей дѣятельности, даютъ выходъ однимъ лишь газообразнымъ продуктамъ, каковы: пары воды, углекислота, амміакъ и пр., или напоминаютъ о себѣ страшными землетрясеніями, какія, напримѣръ, были въ іюлѣ 1883 года.

Нѣкоторые потухшіе вулканы Италіи. — Кромѣ вышеперечисленныхъ, Италія въ различныхъ мѣстностяхъ представляетъ еще отдѣльныя вулканическія области, дѣятельность которыхъ обнаруживалась въ предшествующія времена (въ третичный періодъ) весьма сильными изверженіями, но въ которыхъ въ настоящее время она проявляется только теплыми минеральными ключами и сальзами. Наибольше сѣвернымъ пунктомъ служатъ гора Аміата, близъ Радикофани, гдѣ наблюдается громаднй застывшій потокъ трахитовой лавы, исходящій непосредственно изъ кратера. Затѣмъ извѣстно нѣсколько мѣстностей въ Тосканѣ, гдѣ въ особенности замѣчательны борные источники. Къ юго-востоку отъ Аміаты, лежитъ въ кратерѣ потухшаго вулкана Бальсенское озеро. Въ римской Кампанѣ извѣстно достаточное число небольшихъ вулканическихъ конусовъ. Къ юго-востоку отъ Рима лежитъ цѣлая вулканическая область, извѣстная подъ именемъ «Альбанскихъ горъ», гдѣ еще и до сихъ поръ сохранились вулканы часто въ прекрасномъ видѣ; иногда, впрочемъ, кратеры ихъ заняты озерами,

какъ напр., озеро Альбано, Неми и др. Здѣсь же наблюдаются многочисленныя потоки лавы; такъ, отъ горы Росси, кратеръ которой также занятъ озеромъ, идетъ громадный лавовый потокъ; отъ горы Каво наблюдается два большихъ потока. Такіе же потоки извѣстны близъ Тускулума, Фраскати, Колонны и т. д. Другая вулканическая область лежитъ по направленію къ Гаэтскому заливу—область Рокка-Монфина, гдѣ насчитываютъ нѣсколько потухшихъ вулкановъ: Мазико, Каннето, Феліо и др.

Вулканической округѣ Сициліи.—Послѣ свѣдѣній о Везувіѣ самыя досто- вѣрныя историческія данныя относятся къ вулканическому округу Сициліи и именно къ Этнѣ, отдѣльно и величественно поднимающейся близъ моря на высоту 3400 метровъ. Основаніе Этны почти круглое и имѣетъ 88 англійскихъ миль въ окружности, но если включить сюда весь округъ, по которому разливается ея лава, то окружность по всей вѣроятности, удвоится. Относительно древности Этны надо замѣтить, что въ исторіи не сохранилось никакихъ памятниковъ, по которымъ можно было бы, хотя и прибли- зительно, вычислить древность ея конуса; принимая, однакоже, во вниманіе, что на склонахъ, кромѣ довольно многочисленныхъ, сложенныхъ вулканическимъ пепломъ, ко- нусовъ, находится еще до 80 побочныхъ и предполагая, что, впрочемъ, весьма вѣроятно,



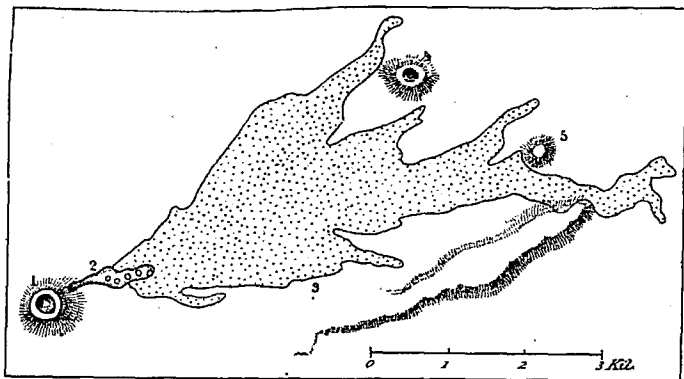
Фиг. 116. Этна и Валь-дель-Бове.

что $\frac{1}{4}$ часть изъ нихъ возникла въ теченіе послѣднихъ 30 столѣтій, должно допустить, что всѣ они образовались въ продолженіе 12000 лѣтъ. Впрочемъ, и этотъ періодъ составляетъ очень незначительную долю времени въ исторіи Этны, потому что, еслибы была возможность сваять съ нея всѣ видимыя теперь боковыя холмы, вмѣстѣ съ лавами и шлаками, извергнутыми изъ нихъ, то этимъ уменьшили бы всю массу главнаго конуса на самую незначительную величину.

Этна представляетъ довольно неправильный конусъ, вытянутый съ сѣвера на югъ; къ востоку онъ ограничивается неправильною долиною Валь-дель-Бове, имѣющею форму амфитеатра и которую можно принять за старый кратеръ (фиг. 116); къ югу отъ Этны лежитъ мѣстность, называемая Піано-дель-Лаго, которая составляетъ какъ бы первый уступъ кольцеобразной формы. Отъ Піано-дель-Лаго и возвышается конусъ Этны съ довольно крутыми, до 30°, склонами. Было бы слишкомъ долго останавливаться на списокѣ годовъ изверженія Этны, о ранней дѣятельности которой извѣстно со временъ троянской войны. Упомянемъ объ одномъ изъ страшѣйшихъ,—изверженіи 1669 года, при которомъ образовался одинъ изъ побочныхъ конусовъ Монти-Росси, возвышающійся до 130 метровъ и имѣющій при основаніи до двухъ миль въ окружности. Лавовый потокъ этого изверженія направился къ г. Катаніи, истребивъ по дорогѣ четырнадцать городовъ и деревень. Катанія со стороны Этны была защищена стѣною, а потому лавовый потокъ, дойдя до этой послѣдней, сталъ накапливаться, сравнялся съ нею и сталъ извергаться чрезъ нее огненнымъ каскадомъ, затопивъ часть города. При позднѣйшихъ раскопкахъ было обнаружено, что стѣны затоплен-

ныхъ домовъ не были опрокинуты. Весьма интересно изверженіе одного изъ побочныхъ конусовъ Этны—Монте-Фрументо, случившееся въ ночь съ 30 на 31 января 1865 г. Въ эту ночь образовалась трещина, имѣющая до двухъ съ половиною километровъ длины и до 600 метровъ глубины—она захватывала собою до $\frac{2}{3}$ высоты конуса Монте-Фрументо и направлялась къ кратеру Этны. Очень скоро динамическая напряженность вулкана сосредоточилась у основанія трещины, гдѣ и образовалось до шести отдѣльныхъ дѣйствующихъ кратеровъ. Количество лавы, доставляемое въ первые шесть дней, достигало до 90 куб. метровъ въ секунду, скорость поступательнаго движенія лавоваго потока въ то же время до 0,1 метра. Уже 2 февраля потокъ (фиг. 117) лавы имѣлъ до шести километровъ длины и отъ 300—500 метровъ ширины и направлялся нѣсколько южнѣе другого побочнаго конуса Этны, Монте-Сторнелло. Къ срединѣ февраля потокъ имѣлъ въ длину уже болѣе 10 километровъ.

Какъ сказано, Этна достигаетъ высоты 3400 метровъ надъ уровнемъ моря, слѣдовательно, главный кратеръ ея лежитъ выше снѣговой линіи. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ



Фиг. 117. Лавовый потокъ Этны 1865 г.

1—Монте-Фрументо, 2—трещины и мѣста выхода лавы, 3—лѣсъ, 4—Монте-Красимо, 5—Монте-Сторнелло.

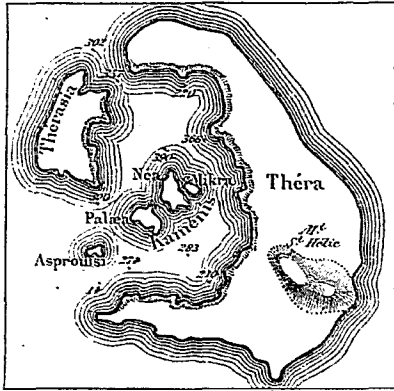
подъ затвердѣвшими потоками лавы, найдены были сохранившіеся до сихъ поръ глетчеры, присутствіе которыхъ подъ лавовымъ потокомъ говорить о малой теплопроводности лавы.

Группа вулкановъ Липарскихъ острововъ.—Насколько округъ Сициліи представляетъ хорошій примѣръ центральной группировки вулканическихъ конусовъ, настолько Липарскіе острова, лежащіе къ сѣверо-востоку отъ Сициліи являются отличнымъ примѣромъ неправильно сгруппированныхъ, просто скученныхъ вулкановъ.

На этихъ островахъ особенно замѣчательны три вулкана: Стромболи, Вулкано и Липари. Относительно перваго изъ нихъ, т.-е. Стромболи, замѣтимъ, что онъ является съ такою же типичною дѣятельностью, только нѣсколько другой напряженности, какъ и Сольфатара. Стромболи принадлежитъ къ числу постоянно дѣйствующихъ вулкановъ, и его дѣятельность съ самыхъ отдаленныхъ и древнихъ временъ до настоящаго сохраняетъ одну и ту же степень напряженія. Онъ постоянно наполненъ расплавленной лавой, поочередно понижающейся и поднимающейся, которая, приподнявшись до края отверстія конуса, покрывается большими пузырями. Пузыри лопаются и выдѣляютъ изъ себя большое количество паровъ и газовъ и разбрасываютъ во всѣ стороны золу, песокъ и лаппли. Конусъ Стромболи возвышается на 925 метр. надъ уровнемъ моря и кратеръ его достигаетъ 650 метровъ въ діаметрѣ. Любопытно, что конусъ Стромболи ночью служитъ отличнымъ маякомъ для мореплавателей; явленіе это объясняется тѣмъ, что столбъ водяныхъ паровъ, высоко поднимающійся надъ кратеромъ вулкана, освѣщается лучами, идущими изъ глубины кратера отъ расплавленной лавы и поэтому, особенно въ темнотѣ, кажется какъ бы горящимъ. Совершенно съ такимъ же харак-

геромъ дѣятельности, и въ той же степени постоянной напряженности, находится вулканъ Сангай въ Новой Гренадѣ. Что касается до конуса Вулкано, то онъ замѣчательнѣе тѣмъ, что на днѣ и стѣнкахъ его кратера встрѣчается значительное скопленіе сѣры, а по трещинамъ выдѣляется сѣрнистый мышьякъ, нашатырь, сѣра и борная кислота.

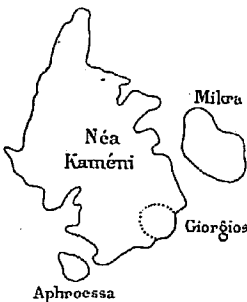
Вулканы Греческаго архипелага разбросаны на двухъ параллельныхъ рядахъ острововъ. Наиболѣе извѣстенъ изъ нихъ вулканъ Санторинъ, лежащій на наиболѣе крупномъ изъ острововъ—островѣ Тера (фиг. 118), имѣющемъ полулунную форму. Вулканическая группа Санторина пред-



Фиг. 118. Группа Санторина.
(Глубина моря показана въ метрахъ).

ставляетъ нѣсколько неправильный циркъ, длиннѣйшая ось котораго въ 11 километровъ, кратчайшая въ 7,5 километра. Этотъ циркъ ограничивается съ востока вышеупомянутымъ островомъ Тера, съ сѣверо-запада—островомъ Теразіа и съ юго-запада—Аспронизи, внутри же лежатъ Новый, Малый и Старый Каменн. О дѣятельности этихъ вулкановъ имѣются свѣдѣнія по крайней мѣрѣ за 2000 лѣтъ. По Плинію, островъ „Старый Каменн“ образовался въ 186 г. до Р. Х. и отъ цѣлаго ряда отдѣльныхъ изверженій значительно увеличилъ свои размѣры. Въ 1573 году образовался островъ „Малый Каменн“, а „Новый Каменн“ считаютъ образовавшимся въ 1707 и 1709 годахъ. Эта группа вулкановъ обнаруживала свою дѣятельность и въ повѣдшія времена. Такъ, извѣстно сильное изверженіе 1866 года, происшедшее на островѣ Новый Каменн въ мѣстностяхъ „Гіоргіосъ“ и „Афрoэза“,

въ значительной степени измѣнившее наружное очертаніе послѣдняго острова, какъ можно видѣть на прилагаемыхъ рисункахъ (фиг. 119 и 120).



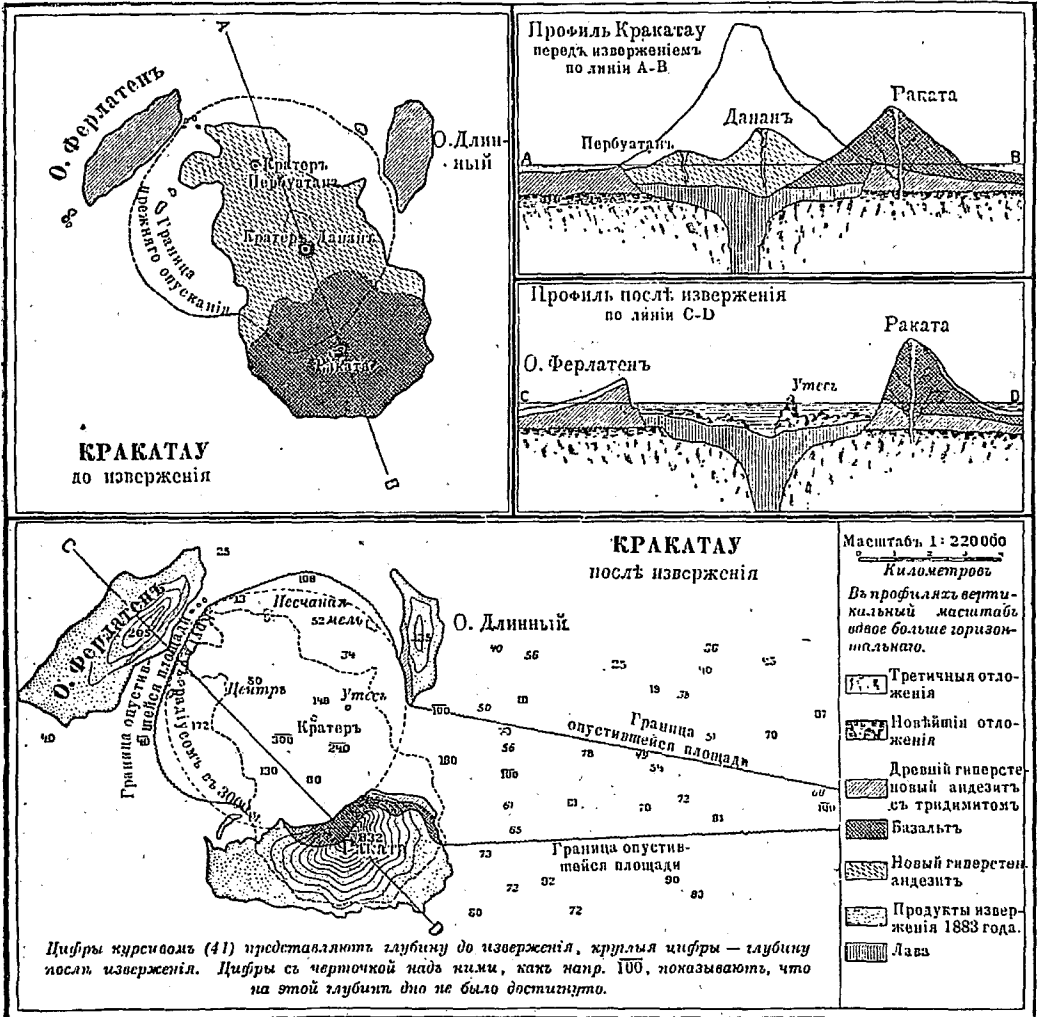
Фиг. 119. Новый Каменн въ мартѣ 1866 г. (по Фуке).



Фиг. 120. Новый Каменн 1 мая 1866 г.

Вулканы острововъ Суматры и Явы служатъ началомъ ряда вулкановъ, тянущихся почти на протяженіи 750 геогр. миль, первоначально на юго-востокъ, а затѣмъ прямо на востокъ и переходящихъ на островъ Тиморъ. Изъ 19 вулкановъ остр. Суматры семь дѣйствующихъ. Въ Зондскомъ проливѣ лежитъ весьма замѣчательный вулканъ Кракатау (Шулу-рекауту), дѣятельность котораго извѣстна съ 1680 г. Особенно сильное изверженіе Кракатау, представляющее вообще рѣдкій случай, было въ маѣ мѣсяцѣ 1883 г. Такъ какъ островъ необитаемъ, то объ этомъ изверженіи имѣются свѣдѣнія, доставленныя съ кораблей, шедшихъ по Зондскому проливу, а также отъ жителей Суматры и Явы. Уже 20 мая былъ виденъ громадный столбъ „дыма“, поднимающійся на высоту 11000 метр.: такая дѣятельность продолжалась

нѣсколько дней, сопровождаясь подземными ударами, которые были прекрасно слышны въ г. Батавіи. Выбрасываніе рыхлыхъ продуктовъ было громадно: одинъ англійскій пароходъ на 16° западнѣе Кракатау наблюдалъ на морѣ массу плавающей пемзы. Въ концѣ августа произошла главная катастрофа съ вулканомъ. Выбрасываемый пепель выпадалъ на Суматрѣ, море было весьма бурно и часть берега затоплена водою, такъ что отдѣльныя деревни совершенно погибли. Изверженіе сосредоточилось въ южной части острова, откуда вылетала масса пепла и выбрасывались крупныя камни. Под-



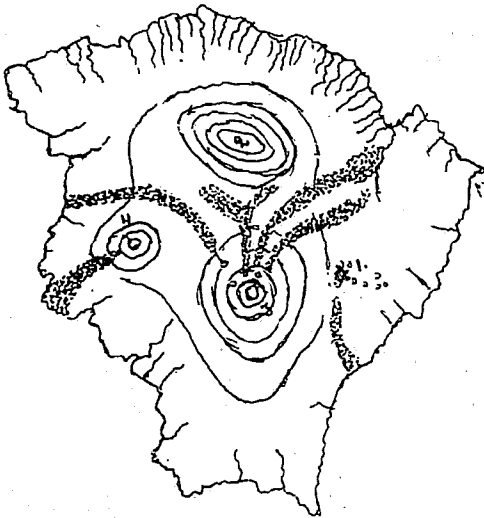
Фиг. 121. Карты и профили Кракатау (Вербеекъ) до и послѣ изверженія 1883 г.

земный гулъ былъ оглушительнъ. Утромъ 27 августа стали выбрасываться громадныя массы пепла, которыя отчасти смѣшивались съ дождемъ и выпадали на значительномъ пространствѣ въ видѣ грязи. Въ 10 часовъ вечера изверженіе достигло высшаго напряженія: цѣлыя города и деревни на прилегающемъ берегу Явы перестали существовать и часть страны была уничтожена; нѣкоторыя большія рѣки обнаружили обратное теченіе. На островахъ Себезія и Серами всѣ пристани были разрушены. Во все это время продолжался дождь грязи, сильныя подземныя удары, буря и гроза. Послѣ изверженія прибрежная полоса острововъ Суматры и Явы представила страшныя измѣненія; то же наблюдалось и съ островомъ Кракатау (фиг. 121). Еще 26 августа онъ представлялъ островъ въ 33½ кв. километра съ большимъ вулканическимъ конусомъ,

достигающимъ до 822 метровъ высоты. 28 августа большая часть острова была уничтожена: осталось отъ него только $10\frac{1}{2}$ кв. километровъ, но вокругъ разваливъ острова отложились вулканическіе продукты, такъ что нынѣ Кракатау представляетъ $15\frac{1}{2}$ кв. километровъ. Въ береговыхъ мѣстностяхъ Суматры и Явы, тамъ, гдѣ прежде былъ берегъ, глубина моря достигаетъ нынѣ 200—300 метровъ. Высота волны въ морѣ при этомъ изверженіи достигла 15—35 метровъ; точно такъ же наблюдались и сильныя колебанія барометра. Число людей, погибшихъ при изверженіи, опредѣляютъ въ 40000. Область, захваченная этимъ изверженіемъ, громадна. Оно было слышно не только въ области Индѣйскаго Океана (на Цейлонѣ, Маврикіи и т. д.), но и въ южной Африкѣ, при входѣ въ Красное море, во всемъ Тихомъ Океанѣ до западныхъ береговъ Америки, въ Атлантическомъ океанѣ, по берегу Франціи и т. д.

Ява представляетъ не менѣе интересный вулканическій островъ. Здѣсь на небольшомъ пространствѣ сосредоточено болѣе сотни потухшихъ и дѣйствующихъ вулкановъ, изъ которыхъ болѣе извѣстно до 46. Вообще вулканы Явы представляютъ рядовое расположеніе и идутъ въ нѣкоторомъ разстояніи отъ берега, причемъ нѣкоторые поднимаются до 3740 метровъ надъ уровнемъ моря. Восточнѣе Явы лежатъ острова, также богатые дѣйствующими вулканами; изъ нихъ на островѣ Сумбава находится вулканъ Темборо, извѣстный своимъ сильнымъ изверженіемъ 1815 года.

Вулканы Сандвичевыхъ острововъ.—Эта группа состоитъ изъ 12 острововъ, изъ которыхъ только четыре большихъ и обитаемыхъ. Изъ 12 извѣстныхъ вулкановъ этой группы, особенно выдающимися считаются Мауна-Кеа (4192 м.) и Мауна-Лоа (4139 м.). Оба вулкана отличаются очень пологими склонами и почти сплошь образованы лавовыми потоками (фиг. 122). Мауна-Лоа представляетъ весьма плоскій конусъ, на вершинѣ котораго находится дымящійся кратеръ. Многочисленные лавовые потоки грандіозныхъ размѣровъ



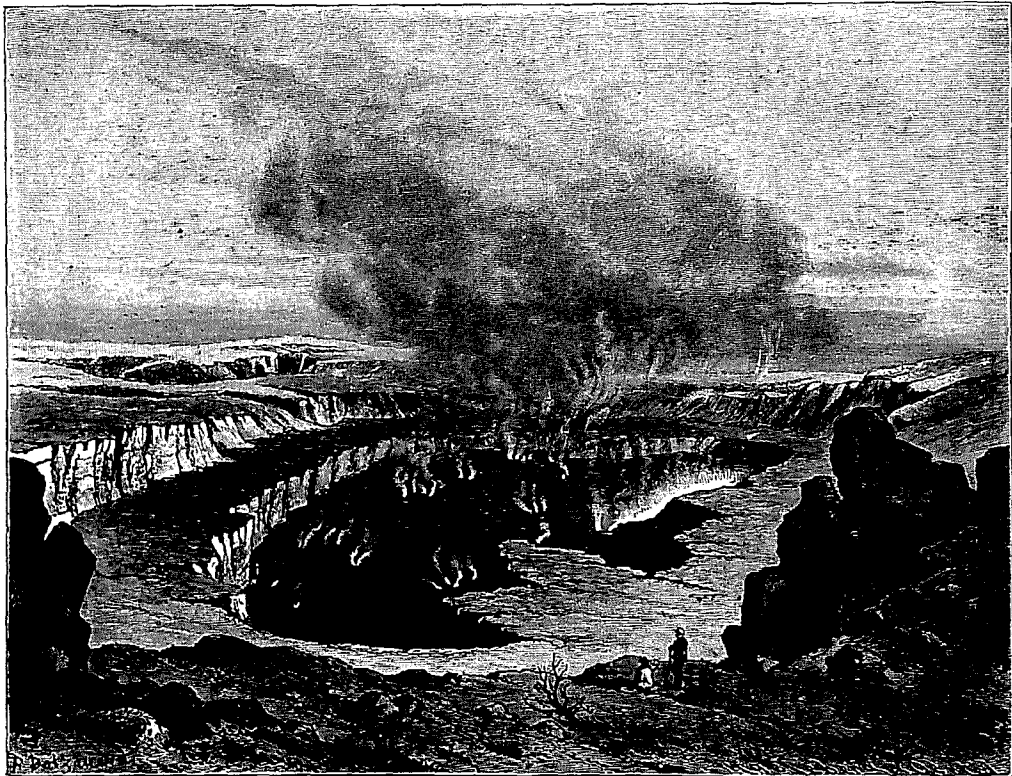
Фиг. 122. Островъ Гавайи (Сандвичевы острова). Вулканы: 1—Килауэа, 2—Мауна-Кеа, 3—Мауна-Лоа и 4—Хау-Лалей.

окружаютъ оба вулкана. Особенный интересъ представляетъ единственный въ своемъ родѣ боковой кратеръ Мауна-Лоа, извѣстный подъ именемъ Килауэа; онъ является овальнымъ бассейномъ (4500 м. длины и 2250 м. ширины), съ крутыми и высокими стѣнками (300 м.); бассейнъ наполненъ огненно-жидкою лавою, которая во многихъ мѣстахъ вспучивается и выдѣляетъ разнообразныя газы (фиг. 123). Это наиболѣе замѣчательное въ цѣломъ мірѣ лавовое озеро производило и настоящія изверженія. Такъ, въ 1840 г. значительный подъемъ уровня огненно-жидкой лавы обусловилъ выливаніе ея въ формѣ потока. Точно такое же изліяніе лавы было и 5 января 1872 года.

Вулканы Америки.—Съ Алеутскихъ острововъ цѣпь вулкановъ, окружающихъ Тихій океанъ, переходитъ на материкъ Америки, гдѣ начинается группою вулкановъ Аляски (до 5400 м.), затѣмъ тянется по западной окраинѣ Скалистыхъ горъ, вдоль побережья Тихаго океана, и переходитъ въ Мексику.

Вулканы Мексики почти всѣ лежатъ на одной прямой линіи, направляющейся съ сѣвера на югъ. Изъ шести извѣстныхъ мексиканскихъ вулкановъ: Орзаба, Толука, Тукстла, Попокатепетль, Хоруйо и Колима; о четырехъ послѣднихъ имѣются данныя съ историческихъ временъ. Пространство между ними занято обширными потоками лавы. Одинъ изъ мексиканскихъ вулкановъ—Хоруйо, по рассказамъ мѣстныхъ жителей,

возникъ вдругъ при изверженіи 1759 года. Разказы объ этомъ изверженіи весьма напоминаютъ разказы объ образованіи Монте-Нуово Флегрейскихъ полей. Почти не подлежитъ сомнѣнію, что, до указаннаго выше года, здѣсь не было вулкана. Группу Хоруйо составляютъ шесть конусовъ, изъ которыхъ главный поднимается на высоту 1343 м.; расположены они на протяженіи трехъ километровъ по линіи, перпендикулярной къ общему расположенію мексиканскихъ вулкановъ. Особенно интересны многочисленные побочные конусы, не поднимающіеся выше 1,2 и 2,7 м.: нѣкоторые изъ нихъ выдѣляютъ пары воды и обнаруживаютъ внутри себя какъ бы клокотаніе. Говорятъ, что до образованія Хоруйо здѣсь протекали двѣ рѣчки, исчезнувшія во время изверженія и снова появившіяся послѣ, въ видѣ горячихъ ключей, которыми и образованы два водопада.

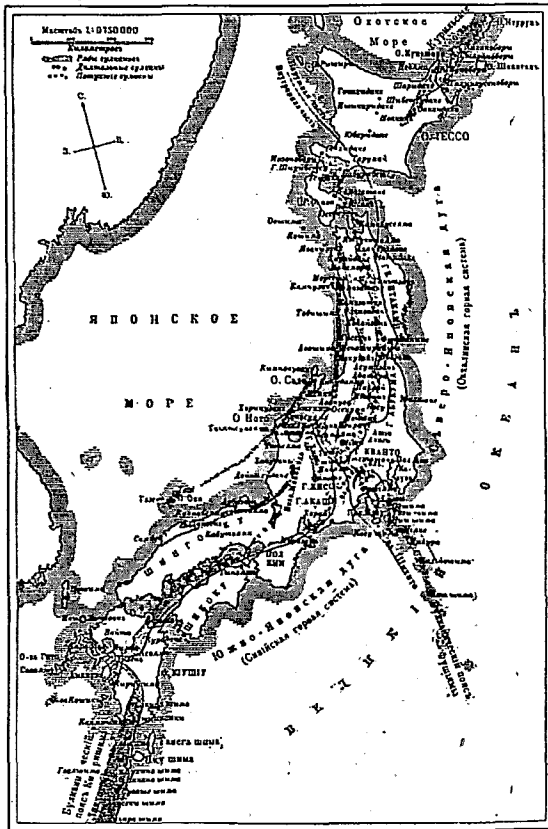


Фиг. 123. Кратеръ вулкана Килауэа въ 1840 году (Дана).

Въ центральной Америкѣ рядъ вулкановъ обнаруживается также по западному побережью, служа продолженіемъ сѣвернѣ идущей пѣни горъ. Вулканы извѣстны въ Гватемалѣ, Сальвадорѣ, Гондурасѣ, Никарагуа и въ Коста-Рикѣ. То же направленіе вдоль западнаго берега Тихаго океана они выдерживаютъ и въ южной Америкѣ. Въ Квито извѣстны вулканы: Толима, Котопахи, Автисана, Сангай, Тунгурагуа и др. Котопахи покрытъ вѣчнымъ снѣгомъ, который при изверженіи вулкана сильно таетъ и способствуетъ образованію грязныхъ потоковъ. Такъ въ 1803 г. весь снѣгъ на вершинѣ этой горы стаялъ въ одну ночь. Извѣстны вулканы въ Перу, Боливіи и Чили.

Вулканы Исландіи.—Эта страна представляетъ также одну изъ выдающихся вулканическихъ областей, гдѣ рядомъ съ многочисленными вулканами, какъ и въ Новой Зеландіи и др. мѣстахъ, наблюдаются многочисленные горячіе ключи и гейзеры. Изъ выдающихся вулкановъ замѣчательны: Гекла, поднимающаяся до 1654 метровъ

надъ уровнемъ моря и представляющая удлинненный конусъ, на вершинѣ котораго лежитъ нѣсколько кратеровъ и дымятся фумаролы. Изверженія этого вулкана извѣстны съ 1004 года; одно изъ наиболѣе сильныхъ его изверженій въ 1845 г. разрушило даже часть вулканическаго конуса. Пепель этого изверженія достигалъ острововъ Фарерскихъ. Скаптаръ-Юкиоль представляетъ другой значительный вулканъ этой мѣстности; онъ въ особенности извѣстенъ своимъ изверженіемъ 1783 года, при которомъ доставленъ на дневную поверхность одинъ изъ крупнѣйшихъ лавовыхъ потоковъ. По довольно частымъ изверженіямъ здѣсь извѣстенъ еще вулканъ Катла, лежащій недалеко отъ Геклы и въ историческія времена имѣвшій не менѣе 15 изверженій. Осо-



Фиг. 124. Карта японскихъ вулкановъ.

бепность изверженій исландскихъ вулкановъ заключается въ томъ, что они почти всегда сопровождаются страшными наводненіями, при которыхъ являются потоки воды, несущіе массу льда и камней. Такіе потоки все разрушаютъ на своемъ пути и происхожденіе ихъ обусловлено быстрымъ таяніемъ, подъ влияніемъ изверженія, скопленій снѣга и льда, лежащихъ на вулканахъ.

Вулканы Японіи. — У восточныхъ береговъ Азіи, на прилегающихъ къ ней островахъ, наблюдаются три вулканическія дуги (фиг. 124). Сѣверная дуга составлена вулканами Иессо, Курильскими островами и Камчаткою; средняя дуга образована вулканами большей части Японскихъ острововъ и южная дуга захватываетъ островъ Кіу-сіу, южные японскіе острова и вулканъ на берегу Кореи. Вулканическая дѣятельность въ Японіи извѣстна очень давно и въ ней насчитываютъ общее число вулкановъ до 100, изъ которыхъ 51 считаютъ дѣйствующими. Наиболѣе извѣстны среди японскихъ вулкановъ: Фушіяма, Асамаяма, Асояма и вулканическіе острова въ морѣ

Сатсума и Пандай. Наибольшую популярностью пользуется вулканъ Фүшіяма, поднимающийся до 3780 м. высоты и имѣющій діаметръ кратера 400—500 м., при глубинѣ его въ 167 м. Этотъ вулканъ съ конца восьмого столѣтія обнаружилъ множество изверженій, изъ которыхъ особенною силою отличалось изверженіе 1707 года, продолжавшееся почти годъ и доставившее особенно большое количество рыхлыхъ продуктовъ. Особенный интересъ японскіе вулканы представляютъ въ томъ отношеніи, что служатъ однимъ изъ лучшихъ примѣровъ рядового расположенія въ зависимости отъ тектоническихъ линій.

Вулканы Россіи. — Европейская Россія на всемъ своемъ пространствѣ не представляетъ какъ нынѣ дѣйствующихъ, такъ и потухшихъ вулкановъ. Нѣсколько богаче Азіатская Россія, которая содержитъ ихъ на нѣкоторыхъ своихъ окраинахъ: въ Закавказьи и на Камчаткѣ.

На Кавказѣ наиболѣе богато ими Армянское плоскогорье, покрытое многочисленными вулканами; почти все они должны быть отнесены къ разряду потухшихъ и только два могутъ быть причислены къ разряду дѣйствующихъ вулкановъ, хотя и проявляющихъ свою дѣятельность не выше напряженія Сольфатары Флегрейскихъ полей. Самымъ значительнымъ вулканомъ Арменіи считаютъ Араратъ, на с.-в. отъ него лежитъ Такаль-Тау, на ю.-в. Селбанъ (3350 м.). Въ двухъ миляхъ отъ Баязида находится Тандурекъ (3560 м.). На востокъ и сѣверъ отъ Арарата, между рр. Курою и Араксомъ, хребтъ нагорья усаженъ вулканическими конусами на протяженіи по крайней мѣрѣ 54 миль. Въ области теченія верхней Куры, въ обширной Ахалцхской котловинѣ, лежатъ: кратеръ Чолдырь (2980 м.), вулканъ Алагёзъ, Агманганъ, — кратеръ котораго заняты нынѣ озерамъ, Агдакъ и Босдолъ, плоскогорье Агриджа съ тремя вулканическими системами, изъ которыхъ кратеръ Карандышъ-Дагъ лежитъ на абсолютной высотѣ 3380 м. Самый южный изъ этихъ вулкановъ Киссоли-Дагъ возвышается до 3200 метровъ. На западъ отъ Эрзерума лежатъ два вулкана: Бингёль и Палапдокёнъ. Наивысшія точки Кавказа — Эльборусъ и Казбекъ также принадлежатъ къ вулканическимъ образованіямъ, хотя время ихъ происхожденія отодвинуто отъ насъ, повидимому, большимъ промежуткомъ, а потому они сильно пострадали отъ разрушительныхъ процессовъ, хотя и тотъ, и другой содержатъ прекрасно выраженные кратеры. Наконецъ, если перейти въ Малую Азію, то недалеко на востокъ отъ Смирны можно найти довольно обширный вулканическій округъ съ многочисленными вулканами, извѣстный подъ именемъ «Катакекаумене».

Какъ упомянуто, только два изъ вышеперечисленныхъ вулкановъ обнаруживаютъ нѣкоторую дѣятельность. Одинъ изъ нихъ — Тандурекъ, богатый сѣрою и доставляющій еще и до сихъ поръ водяные пары и газы, другой — Араратъ, если и не проявляющій въ настоящее время динамической напряженности, то во всякомъ случаѣ проявлявшій таковую въ историческія времена, а нѣкоторыми явленіями и въ настоящее время какъ бы напоминающій о томъ, что вулканическая дѣятельность въ немъ не угасла.

Араратъ уединенно поднимается на Армянскомъ плоскогорьѣ, представляя въ своемъ основаніи площадь въ 1020 кв. километровъ или 35 километровъ въ наибольшемъ и 25,5 км. въ наименьшемъ діаметрѣ. Араратъ слагается изъ двухъ горъ, Большого и Малаго Арарата, соединенныхъ довольно возвышенною грядою (до 2689 м. надъ ур. моря); какъ съ южной, такъ и съ сѣверной стороны оба Арарата и сѣдловина, между ними находящаяся, обнаруживаются вполне отчетливо, но съ сѣверной стороны обѣ горы представляютъ болѣе правильные конусы (фиг. 125).

Вольшой Араратъ поднимается до высоты 5600 м. надъ ур. моря, а сѣгловая линія проходитъ на немъ на высотѣ 4300 м. Такое высокое положеніе сѣгловой линіи объясняется уединеннымъ положеніемъ Арарата, сухостью атмосферы и сильнымъ нагрѣваніемъ высокой поверхности плоскогорья. Во всякомъ случаѣ, вершина Б. Арарата покрыта вѣчнымъ снѣгомъ. На этой вершинѣ никакого кратера не наблюдается, но на сѣверъ идетъ широкая расщелина, выдающаяся до вершины изъ-подъ снѣговой

покрышки своими черными краями, образованными вулканическимъ шлакомъ. Вершина конуса, представляя нѣсколько наклонную площадь, большую дугою огибаетъ глубокую долину св. Іакова, на которую одви смотрятъ какъ на длинную трещину Арарата, другіе ставятъ ее въ такое же отношеніе къ Арарату, какъ долину Валь-дель-Бове въ Эгнѣ. Съ самой верхней площадки Арарата поднимаются, покрытые вѣчнымъ снѣгомъ, семь холмовъ, вѣнчающихъ вершину. На южной сторонѣ В. Арарата также наблюдается долина, спускающаяся къ Байзиду. Въ силу значительнаго скопленія снѣга на Араратѣ, по указаннымъ долинамъ сползаютъ внизъ настоящіе альпійскіе ледники.

Вершина Малаго Арарата, имѣя абсолютную высоту до 4000 метровъ, не достигаетъ снѣговой линіи; она имѣетъ форму усѣченной четырехгранной пирамиды со склонами, значительно болѣе крутыми, чѣмъ у В. Арарата, и покрытыми значительными отложениями вулканическаго песка.

Склоны В. Арарата и его подножіе покрыты обширными лавовыми потоками, спускающимися къ Араксу, въ берегахъ котораго можно также наблюдать мощныя стѣны лавы, свидѣтельствующія, что при бывшихъ изверженіяхъ этого вулкана лавовые потоки запруживали Араксъ, который потомъ, какъ и р. Симето у подножія Эгны, прорылъ себѣ въ лавѣ новое ложе. Нѣкоторые изъ лавовыхъ потоковъ Арарата дости-



Малый Араратъ.

Большой Араратъ.

Фиг. 125. Видъ на Арараты съ сѣверной стороны (Абихъ).

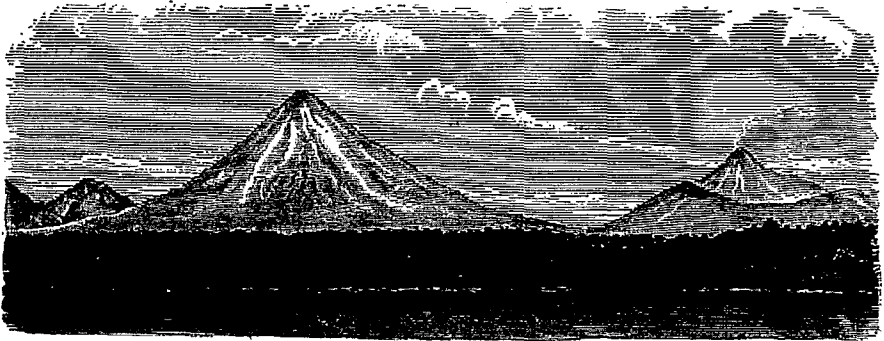
гаютъ побочнаго конуса Карнірохъ, лежащаго къ западу отъ В. Арарата. Этотъ побочный конусъ не уступаетъ своимъ размѣрами Везувію, а потоки его лавы занимаютъ площадь болѣе 55 кв. километровъ.

Относительно вулканической дѣятельности Арарата извѣстно только, что въ 341 г. по Р. Х. всѣ горы Арменіи были потрясены страшнымъ землетрясеніемъ и изъ горъ показались дымъ и пламя. Но съ этихъ поръ всѣ извѣстія указываютъ только на землетрясенія. Такое было въ XIV столѣтіи, въ 1319 году, когда въ долинѣ Аракса были разрушены многіе цвѣтущіе города. Последнее землетрясеніе Арарата было въ 1840 году, когда, подъ влияніемъ землетрясенія громадныя массы скалъ, снѣга и льда обрушились съ вершины В. Арарата въ долину св. Іакова; монастырь того же имени, а равно и деревня Архури со всѣми ихъ жителями были засыпаны. Долина св. Іакова на протяженіи 7,5 километровъ была завалена этимъ обваломъ. Весьма интересно, что чрезъ четыре дня послѣ землетрясенія масса обвала, висѣвшая надъ долиною Аракса, двинулась впередъ и, превратясь въ грязные потоки, прошла въ двѣ минуты 21 километрѣ до в. Карасу. Результатомъ этого землетрясенія, по мнѣнію Абиха, было появленіе трещины между двумя холмами, находящимися на вершинѣ Арарата. По рассказамъ Морица Вагнера, посѣтившаго Араратъ вскорѣ послѣ 30 іюня 1840 г., эта дѣятельность вулкана можетъ быть вполне признана вулканическою, потому что, по собраннымъ имъ свидѣніямъ, при концѣ долины св. Іакова образовалась трещина, изъ которой будто бы извергалась огромная масса водяныхъ паровъ и газовъ, поднявшихся выше Арарата. Эти пары и газы выбросили такое множество камней; что, по прошествіи часа, вся долина явилась ими выполненною. По мнѣнію Абиха, здѣсь былъ простой обвалъ, вызванный землетрясеніемъ. Во всякомъ случаѣ появленіе

обильного грязного потока съ вершины Арарата не лишено интереса, такъ какъ его происхождение можетъ быть объяснено выходомъ на вершинѣ вулкана паровъ и газовъ которыми и было вызвано обильное таяніе лежащихъ здѣсь снѣговъ.

Не менѣе типичнымъ вулканомъ является Алагёзъ, лежащій почти къ сѣверу отъ Арарата. Поднимаясь до высоты 4100 метровъ надъ уровнемъ моря, онъ содержитъ на своей вершинѣ прекрасно выраженный кратеръ, занятый нѣсколькими озерами. Потоки лавы этого вулкана достигаютъ на югѣ—Аракса, на западъ доходятъ до Карса, на сѣверъ до Александрополя и представляютъ радіусъ въ 213 километровъ. На сѣверныхъ и восточныхъ склонахъ Алагёза встрѣчается сѣра. Когда прекратилъ свою вулканическую дѣятельность Алагёзъ, объ этомъ никакихъ свѣдѣній не имѣется.

Проявление вулканической дѣятельности на полуостровѣ Камчаткѣ обнаруживается, начиная отъ 62° с. ш., горячими ключами; между 58°—57° встрѣчаются впервые потухшіе вулканы, и отъ 57° с. ш. и до южной оконечности Камчатки весь ея восточный берегъ покрытъ дѣйствующими и потухшими вулканами, сосредоточенными преимущественно между 55°—54° с. ш.; между тѣмъ на западномъ берегу полуострова кое-гдѣ встрѣчаются потухшіе вулканы.



Стрѣлшная сопка.

Авачинская сопка.

Фиг. 126. Вулканы Камчатки (Эрманъ).

На южной оконечности Камчатки находится нѣсколько значительныхъ вулкановъ: Явна, Голигинская, Опальная сопки, Авача, Вилучинская и Коряцкая сопки. Три послѣднія составляютъ особую группу вулкановъ, расположенную около Авачинской губы. Въ центрѣ возвышается Вилучинская сопка, а около нея къ западу находится Стрѣлшная, или Коряцкая, возвышающаяся до 3380 метровъ надъ уровнемъ моря; ея высокий, большею частью покрытый снѣгомъ, конусъ кое-гдѣ немного дымится; на востокъ расположена Авачинская сопка, представляющая отчасти разрушенный кратеръ, въ серединѣ котораго возвышается нѣсколько притупленный, всегда дымящійся, пепельный конусъ. Восточный, поднимающійся почти на высоту пепельнаго конуса, край кратера Авачинской сопки иногда носитъ особое названіе Козельской сопки (до 1520 метровъ). Высота Авачинской сопки достигаетъ 2540 метровъ. Интересное изверженіе этого вулкана наблюдалъ Станицкій въ 1828 г.; 17 апрѣля въ 8 часовъ утра земля въ окрестностяхъ горы покрылась пепломъ, а въ 10¹/₂ часовъ вся юго-западная часть горизонта потемнѣла, какъ будто въ полночь, и распространился сильный запахъ сѣры; затѣмъ 12 іюня въ 7 часовъ утра послышались громовые удары, распространился вестерпный запахъ сѣры и сопка «лопнула», то-есть началось изверженіе.

Къ сѣверу отъ Авачи находится постоянно дымящійся вулканъ—Жупанова сопка (2580 метровъ); еще немного далѣе лежитъ вулканъ Семечикъ, который лѣтомъ 1852 г. имѣлъ форму сильно притупленнаго конуса съ постояннымъ чернымъ облакомъ дыма на вершинѣ; между тѣмъ какъ за 50 лѣтъ до этого онъ имѣлъ видъ остраго высокаго конуса, постоянно дымящагося, но въ это время онъ неожиданно обрушился и его вулканическая дѣятельность на время замолкла; хотя чрезъ пять лѣтъ онъ снова сталъ «горѣть»—дымиться.

На берегу Кроноцкой бухты возвышаются три наиболѣе красивыхъ вулкана Камчатки. Кроноцкая сопка посрединѣ, возвышаясь до 3030 метровъ, а по бокамъ Унока и дымящійся Кизимень. Къ сѣверу отъ этихъ послѣднихъ поднимаютъ свои вершины, въ видѣ притупленныхъ дымящихся конусовъ—Большая (2370 м.) и Малая Толбача.

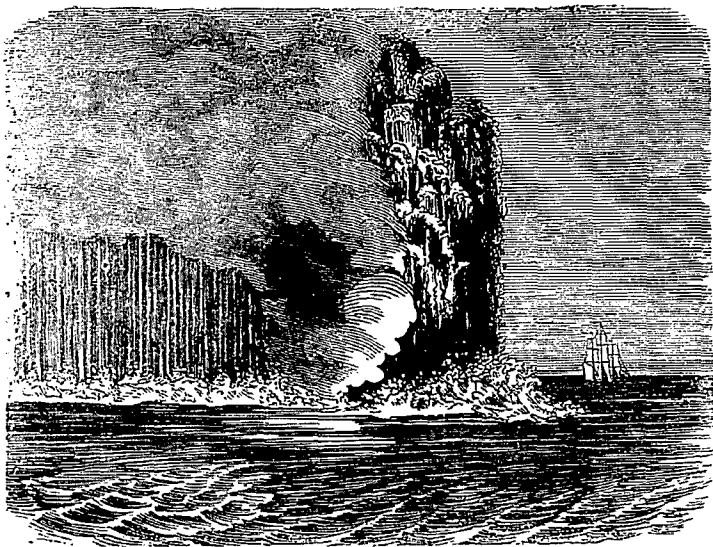
Наконецъ, еще сѣвернѣе слѣдуетъ самая значительная вулканическая группа—группа Ключевской сопки, къ которой относятся: потухшая Ушкнинская сопка (3350 м.), очень острая, тоже потухшая сопка—Крестовская, Швелючь (3030 м.) и, наконецъ, великанъ камчатскихъ вулкановъ—Ключевская сопка, возвышающаяся до 5014 метровъ. Эта сопка представляетъ совершенный конусъ и въ началѣ была типичнымъ однороднымъ конусомъ, на которомъ затѣмъ, вслѣдствіе частыхъ изверженій, образовался конусъ изъ пепла. Извѣстія объ этомъ вулканѣ имѣются съ начала 18 столѣтія; изверженія его повторялись періодически съ интервалами 7—10 лѣтъ и продолжались обыкновенно одну недѣлю, но бывали исключенія, какъ въ 1727—1731 годахъ, когда она «горѣла» около трехъ лѣтъ. Въ октябрѣ 1737 года сопка «лопнула», и громадный потокъ лавы направился къ рѣкѣ Камчаткѣ. Раскаленные массы лавы текли огненными потоками изъ трещинъ вулкана и съ страшнымъ шумомъ направлялись внизъ: вся гора казалась раскаленной; трескъ и какъ бы раскаты грома раздавались во внутренности кратера; всѣ окрестности содрогались. Наконецъ, потоки лавы уменьшились, вершина горы окуталась облакомъ пепла и изверженіе мало-по-малу прекратилось. Въ началѣ ноября снова началось изверженіе, которое продолжалось съ перерывами до апрѣля 1738 года. Затѣмъ въ 1795 году, въ 1828 году—сопка какъ бы періодически возобновляла свою вулканическую дѣятельность. Съ 1741 года, казалось, успокоилась въ ней вулканическая сила, она утихла и только небольшія облачка дыма на вершинѣ ея напоминали о скрытыхъ силахъ. Но въ октябрѣ 1853 года вулканъ неожиданно ожилъ, начались изверженія и мощный лавовый потокъ направился съ вершины горы и даже достигъ рѣки Камчатки. Изверженія продолжались; наконецъ, ночью съ 17 на 18 февраля 1854 г. вершина самаго сѣвернаго вулкана Швелючь съ ужаснымъ громомъ обрушилась, и началось сильное его изверженіе. Ключевская сопка мгновенно замолкла и только нѣсколько недѣль позже вновь проявила вулканическую дѣятельность и вновь начала дымить, между тѣмъ какъ Швелючь, прежде совершенно потухшій и только изрѣдка дымящійся, теперь пріобрѣтаетъ значительную вулканическую дѣятельность, начинаютъ сильныя изверженія, потоки лавы спускаются до рѣки Еловки, вулканической песокъ покрываетъ окрестности слоемъ въ 0,3 метра, а пепель наблюдали въ 35 миляхъ отъ вулкана въ деревнѣ Тигилѣ. Всѣхъ дѣйствующихъ вулкановъ въ Камчаткѣ 12, потухшихъ—26, изъ которыхъ 21 находится на восточной сторонѣ полуострова, а 5 на западной.

Древнія вулканическія области въ Европейской и Азіатской Россіи извѣстны въ нѣсколькихъ мѣстахъ, но о нихъ будетъ сказано при обзорѣ различныхъ геологическихъ эрѣ. Здѣсь же считаемъ не лишнимъ указать на болѣе близкія изверженія, бывшія, повидимому, недавно, на Азіатскомъ материкѣ, какъ въ мѣстностяхъ, принадлежащихъ Россіи, такъ и въ ея предѣлахъ.

Базальтовые изверженія въ сѣверной и центральной Азіи занимаютъ собою значительныя пространства; то они являются въ видѣ небольшихъ ограниченныхъ областей, то потоки и покровы базальтовъ и ихъ лавъ покрываютъ значительныя площади. Окрестности озеръ Косогола и Донъ-нора, верховья Иркуты (Тункинскія лавы) были нѣкогда очагомъ весьма сильной вулканической дѣятельности, результатомъ которой явились громадные потоки и покровы базальтовыхъ породъ; мѣстами здѣсь сохранились болѣе или менѣе даже формы древнихъ вулкановъ. Въ верхнемъ теченіи Витима болѣе или менѣе значительныя области базальтовыхъ породъ встрѣчаются по рѣкамъ: Бирей, Зазѣ, Джилндѣ и Амалату. Въ Уссурийскомъ краѣ наблюдается нѣсколько областей развитія базальтовыхъ породъ; около озера Ханка кристаллическіе сланцы прорваны базальтами. Точно такъ же и въ сѣв. Монголіи эти породы занимаютъ значительныя области; онѣ развиты по берегамъ рр. Орхона, Асхыты, Чингила, около

горь Абцыхъ-Хаирхалъ и Убту; наконецъ, значительный потокъ базальта пересѣкаетъ долину р. Туй, являясь въ видѣ отдѣльныхъ разрозненныхъ холмовъ до 50 метровъ высокою надъ дномъ долины. Въ ю.-в. Монголіи значительная область около китайской стѣны, между городами Кукухото и Калганомъ, занята базальтовыми потоками. Около озера Долой-норъ и въ горахъ Амоголотъ-ханъ также находятся небольшія области развитія базальтовыхъ и другихъ изверженныхъ породъ. Въ западной Монголіи встрѣчаются болѣе рѣдкія области развитія базальтовыхъ породъ, быть можетъ потому, что эта часть Монголіи изслѣдована еще очень мало; до сихъ поръ извѣстны выходы базальтовъ около Нарынъ-года и по р. Дзакынъ.

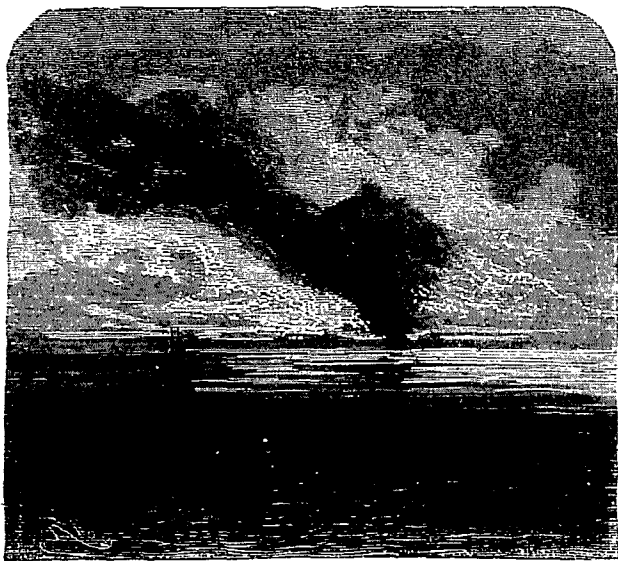
Подводные вулканы.—Трудность наблюденій надъ такими вулканами очевидна; но изъ описаній морскихъ путешествій обнаруживается,



Фиг. 127. Подводное изверженіе и образованіе острова Сабрина въ 1811 г.

что человѣкъ иногда можетъ быть свидѣтелемъ подводныхъ изверженій и даже образованія изъ извергнутыхъ продуктовъ новыхъ острововъ. Въ 1811 г. образовался такимъ путемъ островъ Сабрина, противъ острова св. Михаила, въ ряду Азорскихъ острововъ. Конусъ его достигалъ до 90 метровъ высоты и на вершинѣ его находился кратеръ, но островъ скоро былъ размытъ океаномъ (фиг. 127). Есть и другія наблюденія въ той же части океана, записанныя въ 1691 и въ 1720 годахъ. Вполнѣ такимъ же способомъ образовался и Гремовъ островъ, или Фердинанда, въ 1831 г. въ Средиземномъ морѣ, между Сициліею и островомъ Пантеллярія, лежащимъ къ югу отъ первой и представляющимъ древній потухшій вулканъ. Первоначально появился съ поверхности моря, гдѣ раньше наблюдалась довольно значительная глубина, столбъ воды съ водяными парами, которые стали мало-по-малу выносить твердые вулканическіе продукты, поднимавшіеся до высоты 500 метровъ надъ уровнемъ моря; послѣдними былъ насыпанъ новый островъ. Вулканическая дѣятельность началась здѣсь 28 іюня, а къ 4 августа островъ возросъ до 60

метровъ высоты, имѣя до 22 километровъ въ окружности. Къ концу октября отъ острова не осталось и слѣдовъ, благодаря размыванію его моремъ. Кромѣ образованія острова Фердинандеа, по южному берегу Сициліи извѣстны и другія мѣста, гдѣ наблюдались подводныя изверженія. Одно изъ нихъ было въ 1845 г., другое—въ 1846 г. Въ побережьи Исландіи, у юго-западной оконечности страны, извѣстны очень дѣятельные подводные вулканы, изверженій которыхъ до сихъ поръ насчитываютъ 13. 12 августа 1863 г. на этомъ мѣстѣ произошло новое изверженіе и былъ насыпанъ пепломъ небольшой островокъ, который, впрочемъ, былъ скоро размывъ моремъ.



Фиг. 128. Подводное изверженіе въ Атлантическомъ океанѣ.

Въ цѣпи Алеутскихъ острововъ, противъ Уналашки, появился въ 1796 году новый островъ—„Іоаннъ Богословъ“. Въ 1819 году островъ имѣлъ до семи километровъ въ окружности и до 75 метровъ высоты. Къ 1832 году онъ представлялъ уже половину своей первоначальной величины. Въ группѣ Азорскихъ острововъ также извѣстно неоднократное появленіе новыхъ (въ 1638, 1720, 1757 и 1811 гг.). Можно упомянуть еще объ образованіи въ 1825 г. новаго острова къ сѣверу отъ Новой Зеландіи; въ 1820 г.—новаго острова среди Іонійскихъ и т. д.

Подводныя изверженія въ Атлантическомъ океанѣ были замѣчены въ 1835 и 1838 годахъ, въ той его полосѣ, которая лежитъ между 20° и 22° западной долготы и на полъ-градуса къ югу отъ экватора (фиг. 128). Явленія выхода паровъ воды и вулканическаго пепла периодически наблюдались здѣсь со середины прошлаго столѣтія, но неизвѣстно, сопровождались ли эти явленія образованіемъ, хотя бы и временныхъ, новыхъ острововъ. Во всякомъ случаѣ это мѣсто дна Атлантическаго океана представляетъ значительную вулканическую область.

Нѣкоторые ученые выдѣляютъ при разсмотрѣніи вулкановъ въ особія группы: сольфатары, мофеты, гейзеры и сальзы. Впрочемъ, какъ указано выше, сольфатары и мофеты представляютъ въ большинствѣ случаевъ только извѣстную фазу дѣятельности вулкана, правда продолжающуюся иногда значительный періодъ времени, но тѣмъ не менѣе фазу едва ли самостоятельную; что же касается гейзеровъ, то съ явленіями ихъ мы уже ознакомились, а потому перейдемъ къ описанію сальзовъ, или грязныхъ вулкановъ.

ГРЯЗНЫЕ ВУЛКАНЫ.

Грязные или воздушные вулканы извѣстны въ Западной Европѣ также подъ названіемъ сальзовъ. Эти вулканы, въ отличіе отъ настоящихъ, доставляютъ на дневную поверхность не расплавленную массу, а грязь, что и даетъ нѣкоторымъ ученымъ поводъ относить грязные вулканы къ гейзерамъ и др. теплымъ ключамъ. Во всякомъ случаѣ, по своему распространенію наичаще грязные вулканы бываютъ приурочены къ вулканическимъ областямъ (напр., Ява, Америка и др.), а ихъ тѣсное соотношеніе съ нефтеносными областями представляетъ особенный интересъ.

По характеру появленія продуктовъ изъ грязныхъ вулкановъ на дневную поверхность эти послѣдніе, въ самомъ дѣлѣ, представляютъ нѣкоторое сходство съ нормальными вулканами, но, по свойству самихъ продуктовъ, они приближаются болѣе къ теплымъ минеральнымъ источникамъ или гейзерамъ, служа до нѣкоторой степени какъ бы связью между тѣми и другими.

Обыкновенно, грязные вулканы поднимаются очень невысоко надъ поверхностью земли, такъ что наичаще высота ихъ конуса не превышаетъ одного метра, иногда 5—6 метровъ и еще рѣже 100, 156, и 450 метровъ. На вершинѣ такого конуса, какъ и въ настоящихъ вулканахъ, находится отверстіе или кратеръ, въ которомъ поднимается въ видѣ огромныхъ, голубовато-черныхъ пузырей, глинистая масса. Эти пузыри лопааясь, выбрасываютъ на высоту отъ 9—12 метровъ горячую грязь, которая затѣмъ, падая, накопляется по краямъ кратера.

Продукты грязныхъ вулкановъ, могутъ быть подраздѣлены на газообразные и жидкіе. Газы, выдѣляющіеся изъ кратеровъ грязныхъ вулкановъ, обыкновенно представляютъ смѣсь, состоящую изъ углеводородовъ, углекислоты, окиси углерода, сѣроводорода, составныхъ частей атмосфернаго воздуха, и въ особенности азота. Впрочемъ, различные грязные вулканы доставляютъ различные газы. При сильномъ напряженіи дѣятельности грязнаго вулкана иногда появляются и водяные пары въ господствующемъ количествѣ. Жидкіе продукты грязныхъ вулкановъ являются въ видѣ грязи, обладающей цвѣтомъ отъ сѣраго до черно-голубого и довольно различной консистенціи: то жидкой, то болѣе тягучей. Въ этой грязи содержится въ значительномъ количествѣ поваренная соль, сѣрно-кислыя соединенія натрія и магнія и петролеумъ. Анализъ воды изъ

грязнаго вулкана Набамбребисъ, находящагося къ югу отъ г. Сигнаха, въ Тифлисской губерніи, произведенный Потылицынымъ, обнаружилъ весьма значительное содержаніе въ ней твердаго остатка; на 1000 частей воды приходится 37,9 частей этого послѣдняго, причемъ здѣсь, какъ и въ водѣ, сопровождающей нефтяные ключи, главную роль играетъ хлористый натрій. Этого послѣдняго найдено до 33,2 на 1000 частей воды; въ этой водѣ найдены также бромъ и іодъ, повидимому, въ соединеніи съ магнеіемъ.

Температура продуктовъ, выбрасываемыхъ грязными вулканами, разнообразна. Обыкновенно эти продукты холодные, но иногда температура достигаетъ 30° и даже 43° Ц.; иногда, однако же, она много выше, и при изверженіяхъ появляется огонь, выходящій изъ кратера и обусловленный горѣніемъ петролеума и другихъ углеводородовъ. Подъ вліяніемъ горѣнія выбрасываемые кусочки грязи сплавляются и такимъ путемъ образуютъ матеріалъ, весьма напоминающій своимъ наружнымъ видомъ скорію настоящихъ вулкановъ. При началѣ дѣятельности грязныхъ вулкановъ подъ ними слышны иногда подземные удары, правда, слабые, и только тогда кратеръ мало-по-малу наполняется грязью, изъ которой затѣмъ начинаютъ вырываться газы, захватывающіе съ собою куски грязи и округляющіе ихъ въ форму бомбъ. Грязь, постепенно наполняя кратеръ, наконецъ, находитъ себѣ выходъ гдѣ-нибудь въ болѣе низкомъ мѣстѣ края кратера и изливается въ формѣ потока.

Пологій конусъ грязнаго вулкана сложенъ изъ остывшей грязи, болѣею частью, голубовато-сѣраго цвѣта, а потому грязные потоки, выливающіеся изъ кратера разсматриваемыхъ вулкановъ, очень легко могутъ быть наблюдаемы издали, по своему всегда болѣе темному цвѣту, чѣмъ самый конусъ вулкана. При высыханіи потока его поверхность обыкновенно дѣлается болѣе свѣтлой и покрыта налетомъ поваренной соли.

Въ Европѣ грязные вулканы извѣстны: въ Сициліи, близъ Макалубы, у Модены, на островѣ Милосѣ, въ Исландіи и на побережьяхъ Каспійскаго, Чернаго и Азовскаго морей, а равно и на островахъ этихъ послѣднихъ.

На Таманскомъ полуостровѣ, между г. Таманью и Сукурскимъ лиманомъ, находятся, между прочимъ, два постоянно дѣйствующихъ грязныхъ вулкана. Вернейль описываетъ обстоятельства, предшествовавшія и сопровождавшія изверженіе одного изъ этихъ вулкановъ. Онъ рассказываетъ, что за три дня до изверженія были слышны сильные подземные удары, распространявшіеся до самой Анапы, т.-е. почти на 55 километровъ по прямому направленію. Эти удары, обусловили колебаніе земли въ окрестной мѣстности и буквальное дрожаніе ея близъ самаго конуса; на третій день, ночью, изъ кратера стали выбрасываться куски грязи и бомбы на высоту, достигающую 12 метровъ надъ кратеромъ вулкана, и, наконецъ, во всей окрестности сталъ распространяться сильный нефтяной запахъ. Кромѣ вышеприведенныхъ веществъ, Вернейль наблюдалъ еще выдѣленіе изъ кратера вулкана сѣрнистаго газа и отложеніе на стѣнахъ его тонкаго налета сѣры. Послѣ этого изъ кратера вышелъ грязный потокъ, который продолжалъ изливаться въ теченіе цѣлаго мѣсяца.

Ислѣдованіемъ Керченскихъ и Таманскихъ грязныхъ вулкановъ занимался, еще раньше, Паласъ, который, между прочимъ, рассказываетъ, что ему въ 1799 году

удалось наблюдать, въ разстояніи 280 метровъ отъ берега, образованіе новаго острова, имѣвшаго до 120 метровъ длины, который весь состоялъ изъ долуидкаго ила и другихъ продуктовъ изверженія грязныхъ вулкановъ и, спустя нѣкоторое время, былъ снова размытъ волнами моря.

Наиболѣе, однако же, полными свѣдѣніями относительно Таманскихъ и Керченскихъ грязныхъ вулкановъ мы обязаны Абиху, который первый составилъ подробную карту ихъ и показалъ, что въ нихъ можно различать, какъ и въ настоящихъ вулканахъ: центральные и рядовые, и что грязные вулканы Таманскаго и Керченскаго полуострововъ принадлежатъ къ рядовымъ (фиг. 129). По направленію отъ г. Тамана на востокъ къ Темрюку встрѣчается нѣсколько грязныхъ вулкановъ, расположенныхъ дѣлью и возвышающихся до 400 метровъ. Однимъ изъ первыхъ въ этомъ направленіи грязныхъ вулкановъ будетъ Караетова гора, возвышающаяся до 61 метра надъ окружающею низменною мѣстностью. Вышеупомянутое изверженіе, описанное Вернейлемъ, и принадлежитъ этому вулкану. Другой часто дѣйствующій вулканъ лежатъ въ раз-



Фиг. 129. Карта грязныхъ вулкановъ Таманскаго полуострова (Абихъ).

стояніи 27 километровъ въ томъ же направленіи и состоитъ изъ весьма правильнаго конуса до 45 метровъ высоты. Въ немъ почти постоянно наблюдается мягкая грязь, изъ которой, чрезъ отверстія, зырываются газы и вытекаетъ грязная вода. На оконечности Таманскаго полуострова лежитъ грязный вулканъ Обу, или Пекло, имѣющій высоту до 76 метровъ и представляющій правильный конусъ. Одно изъ весьма сильныхъ изверженій въ этомъ вулканѣ наблюдалось въ 1794 году; оно также сопровождалось сильнымъ подземнымъ гуломъ и землетрясеніемъ, которое было ощущаемо даже въ Екатеринодарѣ. Съ самаго начала этого изверженія показался огненный столбъ, не угасавшій въ теченіе получаса. Одновременно съ нимъ изъ кратера сталъ выдѣляться черный дымъ, не прекращавшійся въ теченіе сутокъ. Это изверженіе дало 97120 куб. метровъ грязи.

Абихъ обратилъ также вниманіе на характеръ грязи, выдѣляемой этими вулканами. Оказалось, что по химическому составу она сходна съ трахитовою лавою (хотя по внѣшнему виду скорѣе напоминаетъ глину). Позднѣе Шегренъ подвергъ грязь вулкановъ болѣе подробному микроскопическому изслѣдованію и обнаружилъ въ ея составѣ слѣдующія вещества: стекловатая зерна (изотропныя), бѣлые или бурые осколки стекла, полевоу шпаты какъ одно- такъ и трехклиномѣрный, кварцъ, свѣтлый авгитовый минералъ, зеленую роговую обманку, ромбоэдры известковаго шпата, магнитный желѣзнякъ и сѣрный колчеданъ. Стекловатая, иногда опаконья, зерна составляютъ главную часть грязи; они всегда округлены и достигаютъ иногда до 0,2 мм.

Кромѣ побережій Чернаго и Азовскаго морей, значительные грязные вулканы извѣстны еще въ окрестностяхъ города Баку и на Апшеронскомъ полуостровѣ. Здѣсь они являются крайне богатыми нефтью. По показанію Абиха, нѣкоторые Бакинскіе вулканы достигаютъ сравнительно большой величины. Такъ одинъ изъ весьма замѣчательныхъ грязныхъ вулкановъ этой мѣстности—«Агъ-Спирь»—поднимается до высоты 140 метровъ. «Торагай» — 426 метровъ. По показаніямъ того же ученаго, наиболѣе типичный примѣръ грязнаго вулкана этой мѣстности представляетъ вулканъ «Арсена», кратеръ котораго эллиптической формы и равняется двумъ третямъ кратера Везувія, а общая высота этого грязнаго вулкана 326 метровъ. Вулканы Каспійскаго побережья также представляютъ линейное расположеніе, причемъ линіи, идущія по берегу, непосредственно переходятъ и на острова. Эти вулканы почти постоянно наполнены черною грязью, которая, однако же, не вытекаетъ изъ кратера въ видѣ потоковъ, но только время отъ времени, приблизительно чрезъ каждыя 2—3 минуты, выбрасывается изъ него на небольшую высоту при помощи вырывающихся газовъ. Къ Бакинскому округу грязныхъ вулкановъ относится площадь близъ д. Балаханы, на которой насчитывается до 84 вулкановъ. Всѣ эти вулканы крайне ничтожно поднимаются надъ поверхностью окрестной страны и кратеры ихъ рѣдко достигаютъ 0,6—1,8 метровъ въ діаметрѣ.

Въ области Бакинскихъ вулкановъ одинъ изъ нихъ—Локъ-Вотанъ, близъ станціи Пути Закавказской желѣзной дороги, обнаружилъ весьма интересное изверженіе. Ночью съ 5 на 6 января 1887 года изверженіе обнаружилось подземнымъ шумомъ, который закончился какъ бы выстрѣломъ, причемъ близъ вершины сопки образовалось отверстіе около двухъ метровъ въ діаметрѣ, изъ котораго поднялся огненный столбъ до высоты 100 метровъ; этотъ столбъ стоялъ на одной высотѣ около 10 минутъ, дымъ же постепенно понижился. Въмѣстѣ съ вырывающимся пламенемъ выбрасывались отдѣльные куски грязи. Черезъ три часа послѣдовалъ второй, но болѣе слабый взрывъ, сопровождавшійся также огнемъ; чрезъ часъ послѣ него былъ новый, опять съ огнемъ. 7 января были слышны еще три слабыхъ взрыва. Грязь, выступившая при этомъ изверженіи, заняла площадь въ $1\frac{1}{2}$ квадратныхъ километра и послѣ изверженія во многихъ мѣстахъ сопки наблюдались многочисленныя трещины.

Выдѣленіе газообразныхъ продуктовъ въ области грязныхъ вулкановъ непосредственно по трещинамъ почвы давно извѣстно. Въ ближайшихъ окрестностяхъ г. Баку, въ 15 километрахъ къ с.-в. отъ города, на Апшеронскомъ полуостровѣ выдѣляющіеся газы извѣстны подъ именемъ Атемъ-Гахъ или „вѣчныхъ огней“ (фиг. 130), потому что разъ воспламененные, они постоянно обнаруживаютъ горѣніе и составляли предметъ поклоненія огнепоклонниковъ, которые построили для нихъ даже особенный храмъ. Кромѣ этихъ большихъ огней, на западъ отъ Баку есть еще малые огни, но выдѣленіе



Фиг. 130. Вѣчные огни близъ г. Баку.

здѣсь газовъ очень слабое и пламя легко потухаетъ. Такое же выдѣленіе легко воспламеняющихся газовъ наблюдается и со дна Каспійскаго моря недалеко отъ г. Баку.

Повидимому, и на днѣ Каспійскаго моря расположены такіе же грязные вулканы. Описываютъ, что по временамъ изъ воды вырывается

столбъ водяныхъ паровъ, выносятся пепель и наконецъ появляется пламя, какъ продуктъ горѣнія нефти. Эти вулканы выносятся на дневную поверхность оплавленный матеріалъ въ видѣ зеренъ, внутри полыхъ, а снаружи представляющихъ блестящую поверхность. Такой матеріалъ, въ видѣ каменнаго дождя, напр., выпалъ на одной изъ косъ Каспійскаго моря въ 1876 году, при изверженіи грязнаго вулкана острова Лось. Анализъ показалъ, что зерна эти, по своему составу, тождественны съ грязью, доставляемой сальзами, только содержатъ меньше воды. На Каспійскомъ морѣ есть нѣкоторые острова, какъ Санки-Муганъ, Свиной и Була, которые своимъ происхожденіемъ прямо обязаны скопленію грязи на днѣ моря. Кромѣ того, въ 1861 году въ маѣ мѣсяцѣ, въ Каспійскомъ морѣ, въ югу отъ Свиного острова появился новый островъ „Кумани“; существованіе его было непродолжительно, онъ въ ноябрѣ мѣсяцѣ того же года уже исчезъ, а въ 1863 году глубина моря здѣсь была 4 метра.

Выходы горючихъ газовъ, т. е. углеводородовъ, извѣстны и въ другихъ мѣстностяхъ Россіи. Такъ при артезіанскомъ буреніи въ г. Ейскѣ съ извѣстной глубины наблюдалось довольно значительное выдѣленіе газа, который могъ горѣть яркимъ пламенемъ. Еще интереснѣе выдѣленіе газа на островѣ Кокскеръ въ 30 к. м. на СВ. отъ г. Ревеля, въ мѣстности, гдѣ рѣшительно нѣтъ никакихъ слѣдовъ грязевыхъ или другихъ вулкановъ. Здѣсь также при артезіанскомъ буреніи было обнаружено настолько обильное выдѣленіе газа, что имъ въ настоящее время освѣщается маякъ, находящійся на островѣ. По анализу этого газа, состоящаго изъ 70⁰/₀ метана и 20⁰/₀ водорода, — этотъ послѣдній представляетъ сходство съ тѣмъ газомъ, который можно получить при сухой перегонкѣ такъ называемаго горючаго, или диктіографтоваго сланца кембрійской системы.

Сальзы весьма многочисленны на Аппенинскомъ полуостровѣ и, время отъ времени, обнаруживаютъ свою дѣятельность. Грязный вулканъ Сасуно въ округѣ Кастель-Санъ-Піетро въ 1839 году произвелъ изверженіе. Другой грязный вулканъ близъ Модены былъ извѣстенъ еще со временъ Плинія и позднѣе въ 1660, 1789 и въ 1835 гг. производилъ изверженія; въ послѣднее онъ доставилъ 100.000.000 кубическихъ метровъ грязи и камней.

Относительно сицилійскихъ грязныхъ вулкановъ замѣтимъ, что они имѣютъ точно такъ же видъ коническихъ холмовъ, поднимающихся отъ 3 до 4 метровъ надъ поверхностью страны, съ небольшими кратерами на вершинѣ, изъ которыхъ выбрасывается холодная вода смѣшанная съ грязью и съ горной смолой, причемъ любопытно то, что дѣятельность этихъ вулкановъ постоянно сохраняетъ настоящее свое положеніе въ теченіе цѣлыхъ 15 послѣднихъ вѣковъ. Кромѣ Европы, грязные вулканы извѣстны еще въ Бирманской имперіи, на островахъ Явъ, Целебесѣ, на Малыхъ Зондскихъ островахъ, въ Колумбіи, на островѣ Тринидадѣ, въ Новой Гренадѣ и въ Новой Зеландіи. На островѣ Явъ можно наблюдать, что подпочва грязныхъ вулкановъ состоитъ изъ базальтовой лавы. Кромѣ того, на томъ же островѣ случалось, что цѣлый вулканъ, напр., Папандаянъ въ 1772 году обрушился и оставилъ послѣ себя лишь озеро, изъ котораго въ настоящее время происходитъ иногда выбрасываніе грязи.

Грязные вулканы Турбако (фиг. 131) лежатъ къ югу отъ Картахены, въ Новой Гренадѣ. Здѣсь на равнинѣ стоятъ отъ 20 до 30 маленькихъ усѣченныхъ конусовъ, изъ которыхъ только нѣкоторые достигаютъ до 6 метровъ высоты, а самые большіе

имѣютъ до 73 метровъ въ окружности; величина же кратера колеблется отъ 0,3—2,1 метра и мѣтѣ. Газъ, выдѣляющійся изъ кратеровъ, по изслѣдованію Гумбольдта, представляетъ почти чистый азотъ. Этотъ газъ, такъ же какъ и въ сицилійскихъ гряз-



Фиг. 131. Грязные вулканы Турбакко въ Новой Гренадѣ.

выхъ вулканахъ, вырывается въ формѣ пузырей, которые, лопнувъ, выбрасываютъ грязь на дневную поверхность, причѣмъ, высыхая, эта грязь даетъ палетъ поваренной соли.

Землетрясенія.

Колебанія или сотрясенія почвы, называемыя землетрясеніями, выдѣляютъ въ особый отдѣлъ сейсмическихъ явленій. Землетрясенія присущи не только странамъ вулканическимъ, гдѣ почти каждое болѣе или менѣе сильное изверженіе вулкана сопровождается землетрясеніемъ; они захватываютъ собою и горныя страны, отдаленныя отъ центровъ проявленія вулканизма, и имѣютъ связь съ горообразовательными процессами. Это послѣднее обстоятельство указываетъ на то, что главная причина землетрясеній принадлежитъ силамъ, глубоко залегающимъ подъ дневную поверхность. Такое страшное явленіе, какъ землетрясеніе, способно причинить не только много бѣдъ человѣчеству, но иногда влечетъ за собой гибель массы людей. Наиболѣе значительныя катастрофы этого рода въ исторіи Европы представляютъ цифры въ 120.000 или даже 200.000 человѣкъ, погибшихъ при томъ или другомъ землетрясеніи. Въ 1693 году отъ землетрясенія на одномъ островѣ Сициліи погибло болѣе 60.000 человѣкъ. При знаменитомъ лиссабонскомъ землетрясеніи 1755 года погибло 30.000 человѣкъ.

Сейсмическія явленія подраздѣляютъ на макросейсмическія и микросейсмическія. Къ первымъ принадлежатъ тѣ колебанія, которыя непосредственно ощущаются людьми и иногда вызываютъ сильныя разрушительныя дѣйствія. Они происходятъ главнымъ образомъ отъ мѣстныхъ землетрясеній. Ко вторымъ относятъ колебанія недоступныя непосредствен-

ному наблюденію, а отмѣчаемыя лишь чувствительными сейсмическими инструментами. Эти послѣднія колебанія происходят преимущественно отъ отдаленныхъ землетрясеній.

Макросейсмическія наблюденія. По внѣшнему характеру землетрясеній можно различать сотрясательное или толчкообразное землетрясеніе, при которомъ наблюдается какъ бы взрывъ подъ сотрясающей точкою, причемъ камни и люди подбрасываются вверхъ, горы начинаютъ качаться вверхъ и внизъ и т. д. Иногда землетрясеніе распространяется въ родѣ волнъ на поверхности моря, а потому ему даютъ наименованіе волнообразнаго землетрясенія. Впрочемъ, оба эти вида землетрясенія нерѣдко настолько слиты, что отличить одно отъ другого невозможно. Наконецъ, наблюдались случаи, когда движеніе данной точки земли было до того беспорядочно, что такія колебанія объясняли пересѣченіемъ двухъ различныхъ системъ волнъ и называли землетрясенія круговращательными или вихреобразными, но въ настоящее время доказано, что эти послѣднія не есть самостоятельная форма, а могутъ быть легко объяснены волнообразнымъ землетрясеніемъ. Точно такъ же наблюдается различіе и въ интенсивности землетрясеній, что и дало поводъ для болѣе точнаго изученія предложить скалу силы землетрясеній. Наиболѣе распространена скала Росси-Фореля, по которому эту силу можно обозначить 10 баллами:

I. Ударныя колебанія незамѣтны непосредственному наблюденію, а обнаруживаются чувствительными инструментами.

II. Сотрясенія, записанныя инструментами и ощущаемыя кѣмъ-нибудь изъ людей, находящихся въ это время въ состояніи покоя.

III. Сотрясенія, ощущаемыя большинствомъ людей, находящихся въ состояніи покоя.

IV. Колебанія почвы, ощущаемыя людьми, находящимися въ состояніи движенія и дѣятельности. Дребезжаніе оконныхъ стеколъ.

V. Колебанія земли, ощущаемыя всѣми. Колебаніе мебели. Звонъ нѣкоторыхъ колокольчиковъ.

VI. Пробужденіе всѣхъ спящихъ. Звонъ колокольчиковъ. Остановка часовъ съ маятникомъ. Шелестъ деревьевъ. Испугъ.

VII. Опрокидываніе предметовъ. Звонъ большихъ колоколовъ. Ужась.

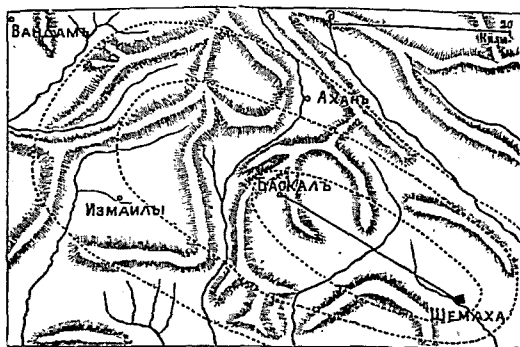
VIII. Образованіе трещинъ въ домахъ, разрушеніе трубъ. Незначительныя опустошенія и всеобщая паника и бѣгство.

IX. Разрушеніе отдѣльныхъ частей зданій или цѣлыхъ построекъ.

X. Всеобщее разрушеніе. Образованіе въ землѣ глубокихъ трещинъ, обваловъ и т. д.

Изъ общаго характера колебаній почвы при землетрясеніяхъ легко придти къ заключенію, что гдѣ-то подъ землею при всякомъ землетрясеніи имѣется точка, которую можно назвать центромъ, очагомъ, или гнѣздомъ землетрясенія и которая раньше другихъ подвергается нарушенію равновѣсія. Понятно, что передача колебанія земли отъ центра во всѣ стороны должна отразиться наиболѣе сильно по направленію кратчайшей линіи къ поверхности земли, гдѣ и будетъ наблюдаться наиболѣе сильный толчокъ. Такую ближайшую точку, которую встрѣчаетъ на поверхности земли линія, идущая отъ центра, или гнѣзда, землетрясенія по направленію радіуса земли, называютъ, согласно съ Зеебахомъ, эпицентромъ.

Ту точку, которая лежитъ въ мѣстѣ пересѣченія поверхности земли съ линіей, идущей отъ эпицентра чрезъ центръ земли, называютъ антиэпицентромъ. Отъ эпицентра землетрясеніе будетъ распространяться по нѣкоторымъ замкнутымъ кривымъ линіямъ, окружающимъ его и свачала неправильнымъ, но, съ увеличеніемъ разстоянія отъ эпицентра, приближающимися къ кругу. Линію, соединяющую на земной поверхности точки, одновременно испытывающія наступленіе землетрясенія, называютъ изосейсмическою, или косейсмальною. Такъ какъ земля не представляетъ однороднаго строенія, то и въ характерѣ ограниченія поверхности земли изосейсмическими линіями наблюдаются значительныя уклоненія отъ круга. Впрочемъ, центръ, или гнѣздо землетрясенія не всегда представляетъ собою только опредѣленную точку земли или небольшое ограниченное пространство. Весьма часто такое гнѣздо является значительно вытянутымъ по одному направленію, а потому и мѣсто наиболѣе сильнаго землетрясенія на поверхности земли выразится не точкой (эпи-



Фиг. 132. Карта распространенія землетрясенія въ Шемахѣ 30 и 31 мая 1859 г. (Абихъ). Сплошная линія указываетъ направленіе удара при землетрясеніи (эпицентрическая линія), а пунктирная—распространеніе землетрясенія (изосейсмическая, косейсмальная линія).

центромъ), а линією (эпицентрическая), отъ которой уже и будутъ расходиться колебанія въ различныя стороны (фиг. 132). Наблюденія надъ рядомъ землетрясеній въ одной и той же мѣстности обнаружили, что центръ, или гнѣздо землетрясенія съ теченіемъ времени передвигается по опредѣленнымъ направленіямъ.

Согласно вышеуказанному, уже давно установилась необходимость при изученіи землетрясеній различать: линейныя землетрясенія, при которыхъ наблюдается на поверхности земли распространеніе колебанія по направленію извѣстной линіи; центральныя землетрясенія, гдѣ наблюдается опредѣленный на поверхности земли пунктъ (эпицентръ), отъ котораго землетрясеніе расходится радіально во всѣ стороны, и, наконецъ, трансверсальныя, при которыхъ землетрясеніе исходитъ изъ цѣлой полосы (эпицентрическая линія) и распространяется подобно волнамъ. Принято при центральныхъ землетрясеніяхъ, когда область землетрясенія ограничивается кругомъ или эллипсомъ, такому пространству давать

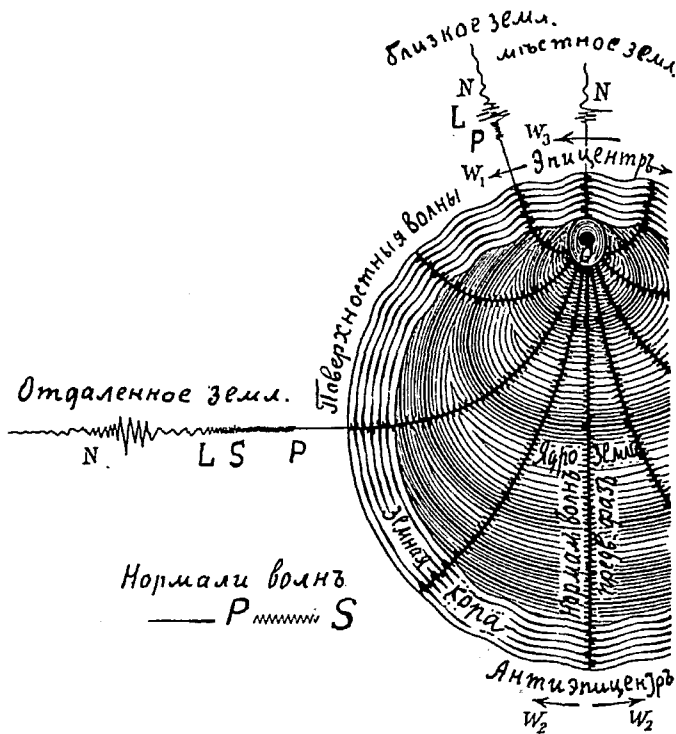
название области землетрясения. При линейномъ землетрясеніи, которое распространяется узкою полосою, эту послѣднюю называютъ поясомъ землетрясенія.

Сейсмическія волны. Въ послѣднее десятилѣтіе сейсмологія, благодаря усовершенствованію физическихъ методовъ изслѣдованія и инструментальнымъ наблюденіямъ, достигла замѣчательныхъ результатовъ въ изученіи землетрясеній.

Главнѣйшая задача инструментальной сейсмологіи заключается въ опредѣленіи характера истиннаго движенія точки земной поверхности во время землетрясенія, въ изученіи свойствъ тѣхъ упругихъ деформаций, которыя распространяются чрезъ весь земной шаръ по всѣмъ направленіямъ отъ гѣзда, при возникновеніи въ немъ сейсмическаго возмущенія. Въ этомъ случаѣ въ землѣ, какъ въ твердомъ тѣлѣ, возникаютъ и распространяются, независимо другъ отъ друга, два различныхъ рода колебаній: продольныя волны, или волны сжатія и разрѣженія, и волны поперечныя, или волны сдвига. По достиженіи сейсмическимъ движеніемъ верхнихъ слоевъ земли, въ области эпицентра возникаетъ третій родъ волнъ упругости, поперечныхъ, но распространяющихся исключительно въ верхнихъ слояхъ земли. Это такъ называемыя поверхностныя или „длинныя“ волны. Наблюденія съ чувствительными сейсмическими приборами показали, что при отдаленныхъ землетрясеніяхъ эти три рода сейсмическихъ волнъ достигаютъ мѣста наблюденія неодновременно. Всѣхъ скорѣе движутся продольныя волны, почему онѣ раньше всѣхъ и приходятъ къ мѣсту наблюденія, вызывая здѣсь первое отклоненіе сейсмографа. Этотъ моментъ называютъ началомъ первой, предварительной, фазы землетрясенія и обозначаютъ его чрезъ *P* (*undae primae*). Волны этой фазы обыкновенно мелки и обладаютъ короткими періодами. По Цепприцу и Гейгеру скорость распространенія этихъ волнъ въ самыхъ верхнихъ слояхъ земли составляетъ 7,17 клм. въ секунду. Спустя нѣкоторое время приходятъ поперечныя волны, со скоростью 4,01 клм. въ секунду, начиная вторую предварительную фазу землетрясенія, которую обозначаютъ *S* (*u. secundae*), затѣмъ приходятъ длинныя волны, моментъ вступленія которыхъ обозначаютъ чрезъ *L* (*u. longae*). Онѣ служатъ началомъ такъ называемой главной фазы, которая, даже при значительномъ разстояніи отъ эпицентра, записывается въ видѣ большихъ колебаній. Скорость распространенія этихъ волнъ на поверхности земли почти постоянна и составляетъ 3,5 клм. въ секунду. Вихертъ показалъ, что поверхностныя волны въ главной фазѣ обладаютъ періодомъ *T* около 18 секундъ. Такъ какъ произведеніе скорости распространенія волны (*v*) на ея періодъ (*T*) даетъ длину волны (λ), то $\lambda = vT = 3,5 \times 18 = 63$ клм.

Точное опредѣленіе момента прихода продольныхъ и поперечныхъ волнъ имѣетъ весьма важное значеніе при измѣреніи сейсмограммъ. Сейсмограммою называется послѣдовательная запись всѣхъ тѣхъ сейсмическихъ волнъ, которыя дойдутъ до мѣста наблюденія, гдѣ и будутъ съ помощью особыхъ приспособленій записаны сейсмографомъ. Для отдаленныхъ землетрясеній (такъ называютъ тѣ землетрясенія, для которыхъ эпицентральное разстояніе превышаетъ 1000 клм., или 1 мегаметръ) обыкновенно мо-

гутъ быть установлены три послѣдовательныя фазы *P*, *S* и *L*, соответственно приходу каждой изъ трехъ группъ волнъ; остальная часть сейсмограммы часто не представляетъ правильной кривой, а состоитъ изъ наложенія другъ на друга разнообразныхъ колебаній. Слѣдуетъ замѣтить, что въ самомъ эпицентрѣ землетрясеніе длится обыкновенно всего лишь нѣсколько секундъ, тогда какъ на сейсмограммѣ, особенно при сильныхъ отдаленныхъ землетрясеніяхъ, оно растягивается нерѣдко на нѣсколько часовъ. Причины этого явленія слѣдующія: 1) послѣдовательный приходъ къ мѣсту наблюденія различныхъ сейсмическихъ волнъ, претерпѣвшихъ отраженія отъ поверхности земли; 2) дисперсія сейсмическихъ волнъ, вслѣдствіи которой волны, вышедшія одновременно изъ гнѣзда, но имѣющія различные періоды колебаній, достигаютъ мѣста наблюденія въ различные моменты; 3) собственные колебанія различныхъ слоевъ земли, вызванныя сейсмическими волнами на основаніи принципа резонанса. Вслѣдствіе этого



Фиг. 133. Схематическое изображеніе распространенія сейсмическихъ волнъ и ихъ появленіе на сейсмограммѣ. О—гнѣздо землетрясенія (Зиббергъ).

волны, распространившіяся отъ одного землетрясенія, при своемъ приходѣ въ другое мѣсто, могутъ тамъ своей энергіей вызвать даже новое землетрясеніе (*Relaisbeben*).

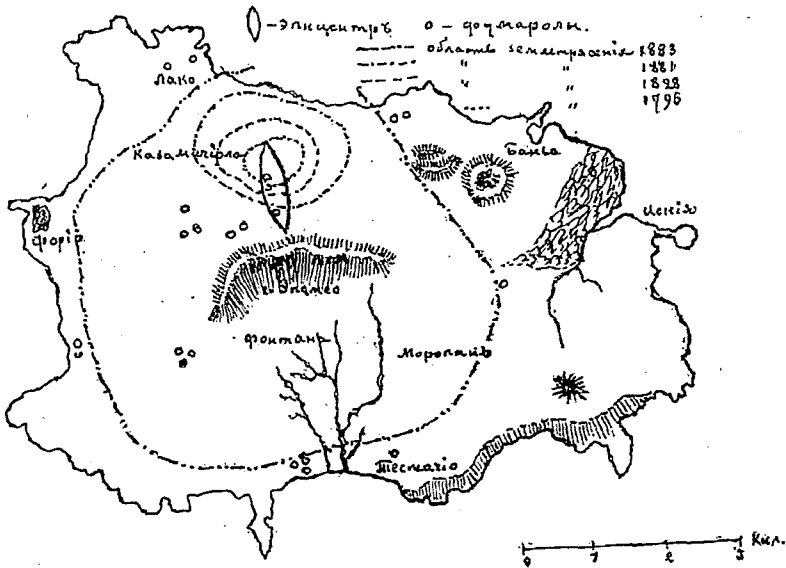
Происхожденіе заключительной фазы сейсмическаго явленія, которую обозначаютъ чрезъ *N*, еще вполне не выяснено. Конецъ сейсмограммы всегда указываетъ на постепенное затуханіе, т. е. прекращеніе сейсмическаго движенія.

На сейсмограммахъ могутъ встрѣчаться вообще очень сложные комплексы волнъ. Особенно усложняется сейсмограмма, если въ гнѣздѣ произошелъ рядъ толчковъ.

Чѣмъ ближе расположено мѣсто наблюденія по отношенію къ гнѣзду землетрясенія, тѣмъ быстрѣе слѣдуетъ одна фаза за другой на сейсмограммѣ и, если сейсмическая станція вѣжитъ совсѣмъ близко къ гнѣзду землетрясенія—500 км. и меньше,—то отдѣлится вторую предварительную фазу отъ длинныхъ волнъ больше уже не удастся. Обратное, отдѣльныя фазы въ сейсмограммѣ выступаютъ тѣмъ позже, чѣмъ дальше мѣсто наблюденія отстоитъ отъ эпицентра.

Всѣ вышеприведенныя соотношенія показаны схематически на фиг. 133. Длинные волны, распространяющіяся отъ эпицентра, обозначены черезъ W . Во время длиннаго пути часть сейсмической энергіи этихъ волнъ теряется вслѣдствіе поглощенія. По Ангенгейстеру, до антиэпицентра доходитъ всего лишь $\frac{1}{490}$ часть первоначальной энергіи. Затѣмъ антиэпицентръ беретъ на себя роль эпицентра и изъ него выходятъ поверхностныя волны W_2 ; новое исхожденіе отъ эпицентра волнъ W_3 наблюдается рѣдко.

Вліяніе геологическаго строенія на скорость распространенія землетрясеній. Скорость распространенія землетрясеній находится въ зависимости отъ геологическаго строенія мѣстности. Сила и распространеніе землетрясеній проявляютъ значительное различіе въ зависимости отъ того, развиты ли въ данной мѣстности рыхлыя или плот-



Фиг. 134. Островъ Искія.
Области землетрясеній различныхъ лѣтъ и ихъ эпицентрѣ.

ныя, массивныя или слоистыя горныя породы. На плотныхъ породахъ землетрясеніе распространяется равномернѣе и на большія пространства. На рыхлыхъ же горныхъ породахъ, гдѣ сдѣленіе ничтожно, землетрясеніе распространяется слабо, но зато проявляется въ крайне разрушительномъ видѣ. Точно такъ же разрушительно дѣйствуетъ землетрясеніе тамъ, гдѣ рыхлыя породы лежатъ на твердыхъ. Въ Южн. Америкѣ, гдѣ землетрясенія происходятъ очень часто, нѣкоторыя мѣстности или совершенно не принимаютъ участія, или очень слабо сотрясаются. Такимъ мѣстамъ даютъ наименованіе „мостовъ землетрясенія“. Размѣры площади землетрясенія точно такъ же находятся въ зависимости отъ геологическаго строенія страны. Трещины и пещеры въ породахъ значительно ослабляютъ, а иногда и задерживаютъ распространеніе землетрясеній. Такое же различіе представляетъ и измѣненіе въ составѣ горныхъ породъ: горы и горныя пѣщи часто ограничиваютъ собою распространеніе землетрясеній и какъ бы отражаютъ ихъ.

Маллетъ опытомъ надъ искусственнымъ сотрясеніемъ почвы первый представилъ ясные результаты правильности заключенія о вліяніи геологическаго состава почвы на скорость распространенія землетрясенія. Болѣе совершенные методы, примѣненные Мишель-Леви и Фука, дали нѣсколько большія цифры. Изъ опытовъ, произведенныхъ позднѣе Нагаоки и Кузакабе, выяснилось, что числа, полученные Мишель-Леви и Фука, должны быть еще больше. Вотъ результаты опытовъ Кузакабе надъ скоростью движенія волнъ въ секунду:

	Продольная	Поперечная
Сланцеватый кварцитъ	5730 м.	3060—3290
Гранитъ	3960 „	2580
Мраморъ	3550 „	1820—1850
Плотный песчаникъ	3780 „	—
Менѣе плотный песчаникъ	1670 „	570—940

Продолжительность землетрясеній точно такъ же бываетъ различна, но, болшею частью, они длятся всего нѣсколько секундъ. Землетрясеніе въ Венецуэлѣ, разрушившее Каффакасъ, длилось 5—6 секундъ, въ Санъ-Сальвадорѣ—10 секундъ. Землетрясеніе Калабрія въ 1783 продолжалось около двухъ минутъ. Землетрясеніе на островѣ Ямайкѣ въ 1692 г. продолжалось три минуты и, наконецъ, лиссабонское землетрясеніе 1755 года продолжалось пять минутъ, но самый разрушительный толчокъ длился всего 5—6 секундъ. Конечно эта продолжительность опредѣляется относительно одного землетрясенія, но извѣстны случаи, когда землетрясенія довольно быстро слѣдуютъ другъ за другомъ. Землетрясеніе, разрушившее въ 1766 году городъ Куману, продолжалось 14 мѣсяцевъ и сначала удары повторялись чрезъ каждыя часть. Послѣ знаменитаго калабрійскаго землетрясенія почва пришла въ полный покой только чрезъ десять лѣтъ; въ Лимѣ въ 1746 г. въ теченіе 5 мѣсяцевъ былъ 451 ударъ, а въ Гондурасѣ въ 1856 г. въ теченіе недѣли насчитали 108 ударовъ. Возникновеніе такихъ послѣдующихъ ударовъ объясняютъ тѣмъ, что послѣ сильнаго землетрясенія происходятъ весьма значительныя смѣщенія, почему внутренніе слои земли долго не могутъ прійти въ положеніе окончательнаго равновѣсія и продолжаютъ перемѣщаться, вызывая этимъ повторныя землетрясенія и отдѣльные удары, напряженность которыхъ съ теченіемъ времени постепенно и медленно убываетъ.

Въ большинствѣ случаевъ землетрясеніе не есть явленіе случайное для данной мѣстности или страны. Во многихъ странахъ землетрясенія повторяются болѣе или менѣе часто, не позволяя мѣстнымъ жителямъ забывать объ этомъ явленіи. Такъ для средней Германіи вычислено, что въ періодъ 1786—1846 годовъ было 168 землетрясеній. Въ бассейнѣ Рейна съ 9 столѣтія по 1845 годъ было 560 землетрясеній. По исчисленіямъ Клюге, въ періодъ семи лѣтъ, отъ 1850 до 1857 года, было 4620 землетрясеній, изъ которыхъ на южную Италію и Сицилію приходится 509. Область Средиземнаго моря является въ Европѣ вообще

однимъ изъ мѣстъ постоянныхъ землетрясеній. Наиболѣе подвержена землетрясеніямъ Южная Америка. Достаточно сказать, что г. Лима, со времени своей постройки, былъ десять разъ разрушенъ до основанія. Наиболѣе часты землетрясенія въ предѣлахъ пояса, идущаго вокругъ земного шара и заключающагося между 36° и 48° с. широты.

Области распространенія землетрясеній иногда весьма значительны. Классическій примѣръ подобнаго распространенія представляетъ лиссабонское землетрясеніе 1755 года. Оно распространилось почти на цѣлое полушаріе. Содраганіе ощущалось на площади, въ четыре раза превосходящей Европу. Въ этотъ день земля колебалась почти въ цѣлой Европѣ, въ Сѣверной Африкѣ и даже въ Америкѣ. Городъ Сетубаль, лежавшій на 20 миль южнѣе Лиссабона, былъ разрушенъ до основанія. Въ Кадиксѣ море поднялось на высоту 30 метровъ. Колебанія чувствовались въ Швеціи, Норвегіи, Голландіи, Франціи, Германіи, Швейцаріи, Италіи. Въ С. Африкѣ колебанія достигли ужасныхъ размѣровъ; отъ Алжира до Феца насчитано до 10000 убитыхъ. Землетрясеніе чувствовалось даже у Малыхъ Антильскихъ острововъ.

Связь землетрясеній съ временами года и положеніемъ луны.—Связь землетрясеній съ временами года, опредѣляемая нѣкоторыми наблюдателями, обнаружила, что наибольшее ихъ количество приходится на зиму, затѣмъ на осень, и уже менѣе — на лѣто и весну. Фольгеръ сопоставилъ 1230 землетрясеній, бывшихъ въ области Альпъ, и опредѣлилъ, что 774 пришлось на осень и зиму, тогда какъ 475 на весну и лѣто. Перрей собралъ наблюденія надъ землетрясеніями въ бассейнѣ Роны, Рейна, Мааса, Дуная, въ Италіи и въ Савойѣ, во Франціи, Бельгіи и Голландіи въ періодъ отъ 1801 по 1843 годъ и показалъ, что ихъ было 915, причемъ землетрясенія по временамъ года распредѣлились слѣдующимъ способомъ: зимой — 292, весной — 169, лѣтомъ — 224, осенью — 230. Кромѣ того, дѣлались опредѣленія и по отысканію зависимости землетрясеній отъ дня и ночи: изъ 502 землетрясеній 320 было ночью, 182 — днемъ.

Связь между землетрясеніями и положеніемъ луны подастъ поводъ нѣкоторымъ ученымъ объяснять и самую причину землетрясеній этимъ обстоятельствомъ. Допускаютъ, что луна и солнце обнаруживаютъ явленіе приливовъ на огненно-жидкое содержимое внутренности земли. Эти приливы задерживаются твердою корою, которая, подвергаясь снизу давленію, должна выйги изъ спокойнаго состоянія. Если давленіе будетъ сильно, то оно преодолѣетъ сѣпленіе частицъ твердой земной поверхности и она обнаружитъ колебанія. Если принять эту гипотезу, то полоса земли, соответствующая вершинѣ приливной волны, т.-е. жаркій поясъ, должна предпочтительно подвергаться землетрясеніямъ — это послѣднее предположеніе до извѣстной степени подтверждается наблюденіями. Основываясь на вышеуказанной гипотезѣ, Фальбъ даже предсказывалъ на двѣдцать лѣтъ не только землетрясенія, но и сильныя возмущенія атмосферы, и нѣкоторыя землетрясенія, какъ, напр., въ Ниццѣ, предсказанныя Фальбомъ, осуществились на самомъ дѣлѣ; то же наблюдалось и съ другими его предсказаніями. Изученіе землетрясеній въ послѣднее время, впрочемъ, обнаружило, что таковыя почти постоянно колеблютъ какую-нибудь мѣстность земного шара, а потому въ предсказаніяхъ Фальба едва ли возможно видѣть подтвержденіе вышеупомянутой гипотезы. Многіе сейсмологи рѣшительно отрицаютъ существованіе связи между

землетрясеніями и луной, по крайней мѣрѣ, поскольку эту зависимость хотѣли видѣть въ приливахъ огненно-жидкаго содержимаго внутренности земли. Изъ наблюдений Цепирица, Гейгера и Вихерта надъ скоростью распространенія въ землѣ продольныхъ и поперечныхъ сейсмическихъ волнъ явствуетъ, что внутренность земли должна быть тверда и что сама магма по своимъ свойствамъ должна являться не настоящею жидкостью, а тѣломъ пластическимъ и текучимъ.

Предсказаніе землетрясеній. Кевезлигети и Омори указали на то, что въ явленіи повторяемости землетрясеній въ одной и той же мѣстности, повидимому, имѣется нѣкоторая закономерность. Кевезлигети эту повторяемость объясняетъ медленными предварительными измѣненіями упругости верхнихъ слоевъ земли, т.-е. явленіемъ, похожимъ на упругое послѣдствіе, которое онъ назвалъ сейсмическимъ гистерезисомъ. Оказалось, что скорости распространенія волнъ предварительныхъ фазъ по своей величинѣ не являются постоянными для одного и того же мѣста, но измѣняются съ теченіемъ времени въ зависимости отъ степени натяженія внутреннихъ слоевъ земли. По Кевезлигети съ увеличеніемъ натяженія скорости эти убываютъ. Послѣ сильнаго землетрясенія эта скорость сначала увеличивается, переходя чрезъ нѣкоторый максимумъ, а затѣмъ постепенно убываетъ и, наконецъ, достигаетъ нѣкотораго предѣла, свидѣтельствующаго о значительномъ натяженіи во внутреннихъ слояхъ земли. Въ это время какъ разъ и можно ожидать новой катастрофы. Теорія Кевезлигети была проверена на повторявшихся японскихъ землетрясеніяхъ. Ея разработка еще не закончена и по ней нельзя, напримѣръ, предсказать землетрясенія съ точностью до одного дня, такъ какъ надо принять съ расчетъ еще метеорологическіе и другіе факторы. Во всякомъ случаѣ, она ставитъ вопросъ о предсказаніи землетрясеній на правильный научный путь.

Явленія, сопровождающія землетрясенія.—Землетрясенія сопровождаются еще и другими явленіями. Такъ, почти постоянными спутниками землетрясеній является подземный гулъ, распространяющійся на значительныя пространства. Этотъ гулъ похожъ „то на бушеваніе вѣтра, то на стукъ желѣзныхъ цѣпей, то на грохотъ тяжело нагруженной тележки, ѣдущей по каменной мостовой, то на бой барабана, то на раскаты грома, то на звонъ разбиваемой стеклянной или фарфоровой посуды“. Вообще, надо замѣтить, что землетрясеніе рѣдко бываетъ безъ гула, но нельзя сказать наоборотъ. Извѣстны случаи, когда былъ слышенъ ясный гулъ и иногда сильный, но онъ не сопровождался землетрясеніемъ. Примѣненіе новѣйшихъ открытій къ наблюденіямъ надъ землетрясеніями обнаружило и здѣсь новыя, крайне интересныя, данныя. Такъ, приспособленіе микрофона къ наблюденіямъ дало возможность обнаружить подземный гулъ въ его крайне ничтожныхъ проявленіяхъ, недоступныхъ невооруженному органу человѣка. Кромѣ подземнаго гула, къ явленіямъ, сопровождающимъ землетрясенія, относятся туманъ, электрическія и магнитныя явленія, порывы вѣтра и часто грозы. Относительно перваго, надо замѣтить, что большая часть землетрясеній сопровождается болѣе или менѣе сильными туманами. Электрическія явленія, по показаніямъ Гумбольдта, обнаруживаются во время землетрясенія на электроскопѣ то въ видѣ положительнаго, то отрицательнаго электричества. Колебаніе магнитной стрѣлки такъ же констатировано во время землетрясеній. Что касается порывовъ вѣтра и грозы, то существуетъ масса наблюдений, показывающихъ, что самыя колебанія атмосферы весьма часто находятся въ связи съ землетрясеніями и то предшествуютъ имъ, то слѣдуютъ за ними, то наконецъ, сопровождаются грозою, идутъ параллельно имъ.

Колебание почвы может передаваться соседним водоемам и вызывать колебание воды, хотя нужно замѣтить, что эта передача не всегда наблюдается. Такъ, по Клюге, изъ 15000 землетрясеній, бывшихъ въ прибрежныхъ странахъ, только въ 124 случаяхъ наблюдалось подобное явленіе, а по Перрею, изъ 1098 землетрясеній на западномъ побережьи Южной Америки—наблюдалось всего 19 случаевъ. Если колебаніе передается водѣ, то оно обнаруживается, главнымъ образомъ, въ береговой полосѣ, гдѣ первоначально наблюдаютъ быстрый отливъ и затѣмъ страшный приливъ, выбрасывающій на берегъ иногда цѣлые корабли. Во время лиссабонскаго землетрясенія волна въ 18 метровъ залила городъ; при землетрясеніи въ Кайао въ 1724 г. высота волны доходила до 24 метровъ. Послѣ землетрясенія 1854 г., образовавшаяся противъ Санъ-Франциско волна, имѣла 57 геогр. миль ширины и двигалась со скоростью 97 геогр. миль въ часъ.

Послѣдствія землетрясеній.—Колебание твердой земной поверхности при землетрясеніи должно вызывать болѣе или менѣе сильныя ея измѣненія. Землетрясенія принадлежать къ разряду въ высшей степени разрушительныхъ явленій природы. Самыми губительными являются быстрыя колебанія земли во время первой предварительной фазы землетрясенія, причемъ разрушительная сила сотрясеній опредѣляется не амплитудой колебаній, а тѣмъ наибольшимъ ускореніемъ, которое получаютъ во время этого движенія частицы земли и расположенныя на ней постройки. Наиболѣе частымъ послѣдствіемъ являются трещины; эти трещины бываютъ различныхъ размѣровъ: отъ едва замѣтныхъ до расцѣлинъ, имѣющихъ нѣсколько тысячъ футовъ длины. Наблюдались случаи, когда при землетрясеніи раньше образованныя трещины сдвигались или иногда становились еще значительнѣе. При образованіи такихъ трещинъ часто въ нихъ проваливались люди и животныя, а иногда и цѣлыя зданія. Трещины, въ большемъ числѣ образующіяся при землетрясеніяхъ, обыкновенно идутъ параллельно другъ другу; рѣже онѣ представляются расходящимися радіально отъ центра, какъ это наблюдалось въ Калабріи. Такія трещины, являются не только въ почвѣ, но и въ стѣнахъ зданій (фиг. 135).

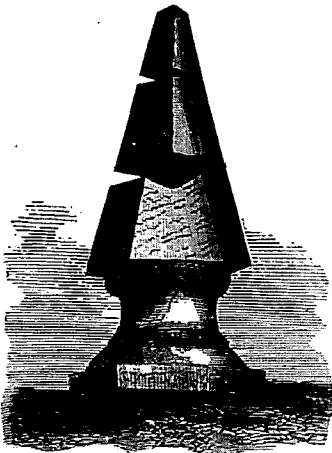


Фиг. 135. Развалины домовъ послѣ землетрясенія въ Діано-Марино.

Подъ вліяніемъ землетрясеній нѣкоторые изъ предметовъ, находящихся на земной поверхности, обнаруживаютъ перемѣщеніе первоначальнаго своего расположенія. Такъ, напр., различные памятники, сложенные изъ отдѣльныхъ частей, послѣ землетрясенія иногда представляютъ значительное перемѣщеніе послѣднихъ (фиг. 136).

Рядомъ съ образованіемъ трещинъ, къ довольно характернымъ послѣдствіямъ землетрясеній принадлежатъ провалы, представляющіе болѣею частью круглыя ямы въ нѣсколько футовъ въ діаметрѣ, суживающіяся къ низу въ формѣ воронки и покрывающія собою иногда значительныя пространства (фиг. 137).

По трещинамъ при землетрясеніи наблюдаются перемѣщенія частей земли, или по вертикальному, или горизонтальному направленію. Интересный случай наблюдался, послѣ землетрясенія, на одной изъ башенъ Оппидо въ Калабріи. Здѣсь трещина прошла какъ разъ по срединѣ башни, и затѣмъ часть, лежащая по одну сторону трещины, была приподнята, такъ что такимъ путемъ произошло перемѣщеніе только одной части башни. Съ другой стороны, извѣстны случаи и горизонтальнаго перемѣ-



Фиг. 136. Перемѣщеніе каменной памятника послѣ землетрясенія.



Фиг. 137. Провальныя ямы въ Калабріи послѣ землетрясенія 1783 г.

щенія почвы во время землетрясенія. Такъ при землетрясеніи у Сандала въ 1892 г. (фиг. 138) наблюдалось настолько сильное перемѣщеніе рельсовъ, что для выпрямленія ихъ потребовались новыя работы.

Колебаніе земли при землетрясеніи обусловливаетъ громадныя обвалы; отъ горныхъ вряжей могутъ отваливаться цѣлыя скалы и заваливать собою долины. Точно также муръ и оползни представляютъ довольно частое явленіе при землетрясеніяхъ. Такъ, напр., при землетрясеніи въ г. Вѣрномъ въ 1887 году, громадный муръ, происшедшій въ сосѣднихъ горахъ, произвелъ значительную панику среди мѣстныхъ жителей.

Вліяніе землетрясеній на источники и рѣки точно такъ же можетъ выразиться въ формѣ болѣе или менѣе крупныхъ измѣненій. Нѣкоторые изъ источниковъ или совершенно изсякаютъ, или являются обогащенными механически-взвѣшеннымъ матеріаломъ; нѣкоторые при землетрясеніяхъ повышаютъ свою температуру и т. д. Источники Теплица во время знаменитаго лиссабонскаго землетрясенія сперва изсякли, но чрезъ нѣсколько времени снова обнаружили и въ такомъ громадномъ количествѣ, что затопили окрестности. Появившаяся вода ихъ была окрашена въ красный

цвѣтъ отъ примѣси окиси желѣза. Образовавшіяся трещины, а равно и обвалы, могутъ остановить или отклонить теченіе рѣки по поверхности земли; эти измѣненія вызовутъ разливъ рѣки въ верховьѣ, а это въ свою очередь можетъ вызвать еще новое опустошеніе въ странѣ.

Методы наблюденія землетрясеній. Изъ разсмотрѣнія землетрясеній можно видѣть, что для всесторонняго ихъ изученія необходимо опредѣлить:

1. Время начала и продолжительность землетрясенія.
2. Число и родъ толчковъ или сотрясеній.

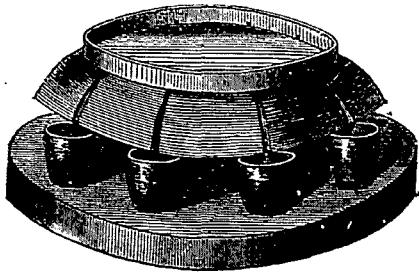


Фиг. 138. Рельсы, передвинутые горизонтальнымъ движеніемъ почвы при землетрясеніи у Саицала въ 1892 г. (Гризебахъ).

3. Направленіе землетрясенія.
4. Силу удара и какое дѣйствіе онъ произвелъ (опредѣляется по скалѣ).
5. Слышенъ ли былъ гулъ и въ какой моментъ?
6. Какія поврежденія произошли въ почвѣ и въ зданіяхъ?

Опредѣленіе времени начала и продолжительности землетрясенія производится при помощи точныхъ и нормальныхъ часовъ, по которымъ непосредственно отмѣчаютъ вышеуказанные моменты; при сильныхъ ударахъ, какъ извѣстно, останавливается колебаніе маятника, а съ нимъ и ходъ часовъ; пользуясь этимъ, можно точно опредѣлить начало землетрясенія.

Для инструментальныхъ наблюдений надъ землетрясеніями имѣются особые приборы, называемые сейсмоскопами и сейсмографами. Первый и наиболѣе элементарный сейсмоскопъ представляетъ лотъ, привѣшенный вертикально на веревкѣ и снабженный остриемъ; подъ лотомъ помѣщена предварительно выровненная песчаная поверхность, которой лотъ можетъ касаться своимъ остриемъ. При малѣйшемъ движеніи земли лотъ проводитъ по песку борозду и этимъ обозначаетъ направленіе землетрясенія. Другой сейсмоскопъ—Каччіаторе (фиг. 139)—состоитъ изъ плоскаго круглаго сосуда, въ стѣнкахъ котораго, на известной высотѣ надъ дномъ, находятся восемь отверстій, идущихъ въ желобки и расположенныхъ попарно на одной прямой линіи; подъ желобками поставлены стаканы. Если наполнить плоскій сосудъ ртутью такъ, чтобы уровень ея доходилъ до отверстій, и при этомъ расположить самыя отверстія соотвѣтственно странамъ свѣта, то приборъ готовъ для на-



Фиг. 139. Сейсмоскопъ Каччіаторе.

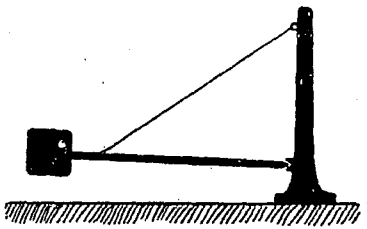
блюдения. При землетрясеніи вмѣстѣ съ колебаніями почвы будетъ колебаться и приборъ, а потому понятно, что въ ту сторону, въ которую наклонится приборъ, выльется и болѣе ртути въ стаканы. Если представить, что колебаніе будетъ идти въ двѣ противоположныя стороны, то, соединяя между собою отверстія, изъ которыхъ вылилось большее количество ртути, можно получить направленіе линіи распространенія землетрясенія. Германъ, наблюдая съ этимъ приборомъ въ Палермо, показалъ, что на 27 землетрясеній 19 распространялись съ востока на западъ, т.-е. шли отъ Этны.

Еще Аббади, въ 1849 г., наблюдалъ едва замѣтныя землетрясенія при помощи двухъ уровней, установленныхъ на прочномъ основаніи и притомъ такъ, что одинъ находился въ плоскости меридіана, другой — въ положеніи ему перпендикулярномъ. Мелкія но замѣтныя движенія пузырька на уровнѣ легко обнаруживаютъ землетрясенія. Бартелли и Росси употребляли особый приборъ (тромаметръ), состоящій изъ тонкой нити (около 1½ метра длиною), къ одному концу которой привѣшенъ маятникъ съ тяжестью въ 100 граммовъ; нить и маятникъ съ тяжестью заключены въ трубку для защиты отъ вліянія воздуха. Маятникъ оканчивается остриемъ, конецъ котораго посредствомъ призмы отражается въ микроскопъ и колебанія этого конца измѣряются микроскопическою скалою. Наблюденія послѣднимъ инструментомъ обнаружили, что почва Италіи почти непрерывно колеблется, причемъ есть періоды, около 10 дней, особенно усиленной дѣятельности. Эти періоды нѣкоторые ученые называютъ „сейсмическими бурями“; наибольшая правильность ихъ наблюдается лѣтомъ, а наибольшей напряженности онѣ достигаютъ весною и осенью. Весьма интересна связь этихъ сейсмическихъ бурь съ колебаніями атмосферы, а именно замѣчено, что пониженіе высоты барометра

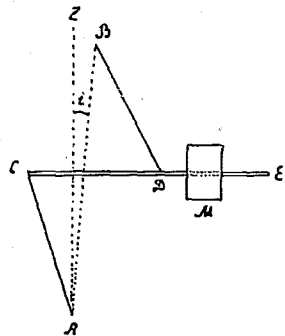
совпадаетъ съ наибольшимъ напряженіемъ сейсмической бури и обратно. То же подтверждаетъ и Фр. Дарвинъ своими наблюденіями при помощи маятника, какъ на поверхности земли, такъ и въ рудникахъ. Наблюденія съ различными микро-сейсмографами и сейсмометрами доказали, что всякому сильному землетрясенію предшествуетъ слабое колебаніе почвы, постепенно усиливающееся, а потому наблюденія съ микро-сейсмографами представляютъ весьма значительный интересъ. Вотъ почему на обсерваторіи у Везувія, а равно и на другихъ станціяхъ Италіи, ведутся ежедневныя наблюденія, могущія подчасъ представить, помимо интереснѣйшихъ научныхъ данныхъ, еще и предупрежденія о наступленіи болѣе сильныхъ землетрясеній, а въ окрестностяхъ вулкановъ—объ ихъ изверженіи.

Въ отличіе отъ примитивныхъ приборовъ—сейсмоскоповъ, обнаруживающихъ лишь самый фактъ землетрясенія, сейсмографы или сейсмометры, представляющіе собою всегда то или другое видоизмѣненіе маятника, подробно и послѣдовательно записываютъ сейсмическія колебанія, разлагаютъ сейсмическое движеніе по двумъ или тремъ взаимно перпендикулярнымъ направленіямъ и увеличиваютъ его. Подъ увеличеніемъ сейсмометра понимаютъ отношеніе амплитуды записаннаго колебанія на сейсмограммѣ къ соответствующей амплитудѣ истиннаго смѣщенія точки земной поверхности. Чувствительность сейсмографовъ увеличивается такъ же съ длиной періода ихъ собственныхъ колебаній, т. е. съ длиной маятника.

Простые вертикальные маятники, вслѣдствіе краткости періода колебанія, мало чувствительны и почти не примѣняются для сейсмическихъ наблюденій. Въ настоящее время гораздо болѣе распространены такъ называемые горизонтальные маятники, явля-



Фиг. 140. Схема тяжелаго горизонтальнаго маятника Омори-Боша.



Фиг. 141. Схема Цѣльнеровскаго подвѣса. CE —стержень маятника, BD и AC —провода, M —масса маятника, AB —ось вращенія маятника.

ющіеся вслѣдствіе большого періода ихъ собственныхъ качаній, весьма чувствительными сейсмическими приборами. Устройство горизонтальныхъ маятниковъ (фиг. 140) слѣдующее: ось вращенія прибора не горизонтальна, какъ у простыхъ вертикальныхъ маятниковъ, а почти вертикальна, т. е. составляетъ малый уголъ съ отвѣсной линіей, такъ что грузъ маятника колеблется въ плоскости, приближающейся къ горизонтальной. Положеніе равновѣсія прибора соответствуетъ самому низкому положенію центра тяжести подвижной части прибора. Періодъ собственныхъ колебаній горизонтальнаго

маятника будетъ тѣмъ больше, чѣмъ меньше уголъ i наклона оси вращенія по отношенію къ отвѣсу. Принципъ устройства горизонтальныхъ маятниковъ былъ заимствованъ изъ обыденной жизни. Всѣмъ извѣстны примѣры дверей, которыя будучи открыты, закрываются сами, возвращаясь на свое мѣсто послѣ нѣсколькихъ качаній. Горизонтальные маятники раздѣляются на тяжелые и легкіе, а также по способу своего подвѣса. Маятникъ Ребёръ-Пашвица былъ подвѣшенъ на двухъ спицахъ. Омори предложилъ горизонтальные маятники съ однимъ упорнымъ штифтомъ внизу, замѣняя верхній—провокою, идущей отъ штатива къ стержню маятника. Бошъ видоизмѣнилъ приборы Омори тѣмъ, что увеличилъ ихъ массу и приспособилъ ихъ для механической регистраціи. Въ послѣднее время Кн. В. Голицынъ и Майнка замѣняютъ упорные штифты и острія тонкими пластинками (пружинами). Цѣльнеръ предложилъ горизонтальный маятникъ (фиг. 141) подвѣшенный на двухъ проволокахъ, изъ которыхъ одна DB идетъ косо къ верху отъ стержня маятника, а другая CA —косо къ низу. Маятники Цѣльнера чрезвычайно подвижны, треніе въ нихъ сведено до минимума, вслѣдствіи чего они и обладаютъ наибольшей чувствительностью. Маятники Цѣльнера, какъ и маятники Боша, особенно распространены въ Россіи.

Вихертъ предложилъ новый типъ сейсмическихъ приборовъ, такъ называемый астатическій маятникъ, представляющій собою въ сущности опрокинутый вертикальный маятникъ. Тяжелая масса находится въ немъ сверху и прикрѣплена къ стойкѣ, кончающейся остриемъ—точка опоры. Чтобы предохранять приборъ отъ опрокидыванія, къ нему, кромѣ особыхъ упорныхъ штифтовъ, придѣланы крестообразно четыре пру-



Фиг. 142. Одна изъ первыхъ автоматическихъ записей землетрясенія въ Токио 25 іюля 1880 г.

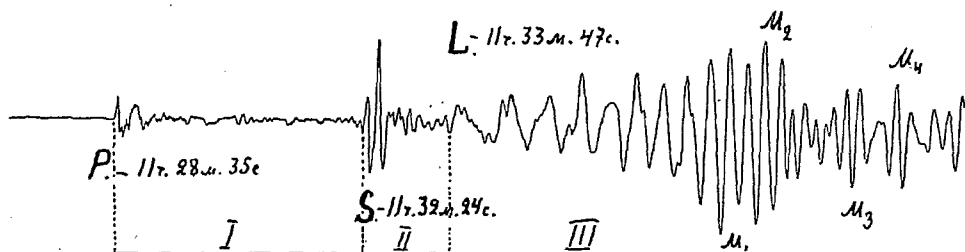
жины, прикрѣпленныя другими концами къ землѣ. Этотъ приборъ можетъ колебаться во всевозможныхъ направленіяхъ, но движеніе его механически, съ помощью особыхъ рычаговъ, расчленяется на двѣ составляющія.

Всѣ указанные маятники назначены для записи горизонтальныхъ смѣщеній почвы. Вертикальныя смѣщенія записываются такъ называемыми вертикальными сейсмографами. Они основаны на употребленіи пружинъ, къ которымъ грузъ прикрѣпляютъ или непосредственно, или съ помощью горизонтальнаго рычага, вращающагося около горизонтальной оси.

Запись истиннаго движенія земной поверхности можетъ быть искажена собственными колебаніями прибора и тогда правильное опредѣленіе моментовъ наступленія отдѣльныхъ фазъ дѣлается почти невозможнымъ. Уничтожить совсѣмъ вредное вліяніе собственныхъ колебаній нельзя, но его можно значительно ослабить, если снабдить сейсмографы такъ называемымъ затуханіемъ. Сущность его состоитъ въ томъ, чтобы уменьшить собственные качанія маятника сопротивленіемъ среды (треніе воздуха, жидкости, магнитное треніе). Если сейсмографъ снабженъ затуханіемъ, то, зная увеличеніе прибора, можно прямо заключить, по размахамъ маятника на сейсмограммѣ, о величинѣ амплитуды истиннаго движенія. Если же приборъ не имѣетъ затуханія и періодъ сейсмическаго колебанія близокъ къ періоду собственныхъ колебаній прибора, то и при небольшой величинѣ амплитуды истиннаго движенія на сейсмограммѣ могутъ получиться громадные размахи. Универсальныхъ совершенныхъ сейсмометровъ, которые могли бы записывать всѣ земныя колебанія, нѣтъ. Поэтому на сейсмическихъ обсерваторіяхъ нерѣдко устанавливаютъ различные аппараты, чтобы охватить всю длину сейсмическаго спектра. Самое записываніе производится или на обыкновенной, или на законченной, или же на фотографической бумагѣ. Въ первыхъ двухъ случаяхъ запись производится особымъ, соединеннымъ съ сейсмометромъ, перомъ или чертящимъ штифтомъ (механическая регистрація), въ третьемъ—лучемъ свѣта, отраженнымъ отъ зеркала, придѣланнаго къ сейсмометру (оптическая регистрація) или къ гальванометру

(гальванометрическая регистрація). Сущность послѣдняго способа состоитъ въ томъ, что движенія маятника, къ которому прикрѣплена рама съ индукціонными катушками, помѣщаемая между полюсами двухъ постоянныхъ магнитовъ, вызываютъ въ катушкахъ индукціонные токи, которые, въ свою очередь, приводятъ въ движеніе связанный съ ними проводомъ гальванометръ и придрѣланное къ нему зеркальце. Бумага, на которой производится запись, накладывается на барабанъ, имѣющій вращательное и поступательное движеніе. Электрическіе контактные часы въ опредѣленные моменты автоматически даютъ на барабанъ особыя отмѣтки времени, вслѣдствіе чего установленіе момента наступленія той или иной фазы, если она выражена отчетливо, можетъ быть сдѣлано на сейсмограммѣ съ достаточной точностью. На подробной сейсмограммѣ малоазіатскаго землетрясенія 9-го февраля 1909 г., записанной въ Пулковѣ (фиг. 143), очень отчетливо видны начало P , S , L , и максимальная фаза землетрясенія съ отдѣльными максимумами M_1 , M_2 и т. д.

Сейсмическія наблюденія, оборудованныя самыми усовершенствованными приборами, въ настоящее время имѣются въ различныхъ странахъ. Въ Россіи за послѣднее



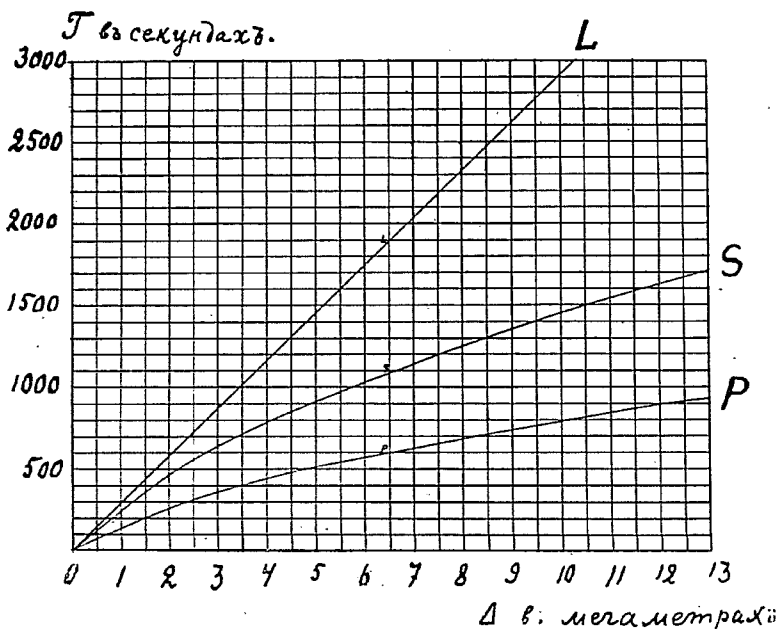
Фиг. 143. Часть сейсмограммы малоазіатскаго землетрясенія (9 февраля 1909 г.), записаннаго въ Пулковѣ. I—первая предварительная фаза; II—вторая предварительная фаза; III—начало длинных волн и главная фаза.

время они также получили широкое распространеніе. Устройство съѣти, организація наблюденій и разработка вопросовъ теоретической и практической сейсмологии составляетъ предметы заботъ, состоящей при Академіи Наукъ въ Петербургѣ особой постоянной центральной сейсмической комиссіи, которая уже успѣла раскинуть съѣти отдѣльных станцій въ различныхъ районахъ Россіи.

Опредѣленіе разстоянія до эпицентра. Обозначимъ чрезъ T_1 , T_2 и T_3 время прохожденія продольныхъ, поперечныхъ и длинныхъ волнъ отъ эпицентра до пункта наблюденія. Сейсмометрическія наблюденія показали, что между эпицентральной разстояніемъ, назовемъ его Δ , отсчитываемымъ всегда по дугѣ большаго круга по поверхности земли, и моментами наступленія обѣихъ предварительныхъ фазъ существуетъ нѣкоторая зависимость. Во-первыхъ, съ увеличеніемъ Δ увеличиваются и времена пробѣга продольныхъ и поперечныхъ волнъ, т. е. T_1 и T_2 . Во-вторыхъ, чѣмъ дальше эпицентръ, тѣмъ больше будетъ разность $T_2 - T_1$. Вихертъ и Цеприцъ, а также Бендорфъ, изъ наблюденій надъ многими землетрясеніями построили кривыя, показывающія законъ измѣненія $T_2 - T_1$ въ зависимости отъ Δ (фиг. 144). По оси абсциссъ на чертежѣ отложены эпицентральной разстоянія въ мегаметрахъ, а по оси ординатъ соотвѣтствующія времена пробѣга T_1 , T_2 и T_3 . Кривая P относится къ продольнымъ, S —къ поперечнымъ и L —къ длиннымъ волнамъ. Эти кривыя временъ пробѣга иначе называются родографомъ. Очевидно, что видъ кривыхъ временъ пробѣга зависитъ исключительно отъ закона, по которому измѣняется скорость распространенія продольныхъ и поперечныхъ волнъ съ глубиной. $T_2 - T_1$ получаютъ, измѣряя на сейсмограммѣ въ секундахъ разность между моментами S и P (фиг. 143). Пользуясь затѣмъ кривыми временъ пробѣга, можно изъ нихъ легко получить эпицентральной разстояніе Δ . Для этого поступаютъ слѣдующимъ способомъ: отмѣчаютъ на полоскѣ бумаги въ масштабѣ оси ординатъ отрѣзокъ, представляющій по своей длинѣ продолжительность

первой предварительной фазы въ секундахъ (это и будетъ $T_2 - T_1$). Далѣе, смѣщаютъ этотъ отръзокъ параллельно оси ординатъ такъ, чтобы его концы совпали съ кривыми P и S . Соответствующая найденной ординатѣ абсцисса и будетъ представлять собою искомое эпицентральное разстояніе Δ . Если начало второй фазы на сейсмограммѣ выражено неясно, то слѣдуетъ воспользоваться моментомъ прихода длинныхъ волнъ L . Цейссигъ составилъ таблицу, въ которой для каждой разности $T_2 - T_1$, указана соответствующая величина Δ въ километрахъ. По этой таблицѣ разстояніе до эпицентра находится весьма легко.

При отдаленныхъ землетрясеніяхъ для вычисленія разстоянія до эпицентра даетъ хорошіе результаты простая формула Ласки: $(y - 1) 1000 = x$. Здѣсь y обозначаетъ въ минутахъ продолжительность первой предварительной фазы, а x — вычисляемое эпицентральное разстояніе въ километрахъ. Полученное эпицентральное разстояніе еще не даетъ возможности точно опредѣлить положеніе самаго эпицентра. Оно указываетъ



Фиг. 144. Кривыя время пробѣга сейсмическихъ волнъ или годографъ (по Вихерту и Цейприцу).

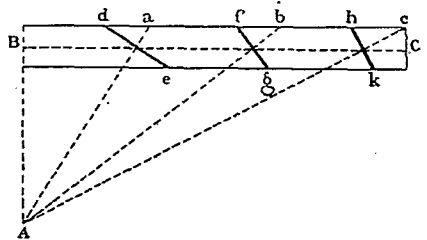
лишь, что эпицентръ находится гдѣ-то по окружности такого круга, центромъ котораго служитъ мѣсто наблюденія, а радіусъ равенъ найденному эпицентральному разстоянію. Очевидно, что если эпицентральное разстояніе для одного и того же землетрясенія будетъ вычислено для двухъ или трехъ наблюдательныхъ пунктовъ, то положеніе эпицентра опредѣлится съ гораздо большею точностью. Искомый эпицентръ въ этомъ случаѣ будетъ находиться въ точкѣ пересѣченія тѣхъ двухъ или трехъ окружностей, радіусы которыхъ равны соответственнымъ эпицентральнымъ разстояніямъ отъ данныхъ мѣстъ наблюденія.

Наблюденія Кн. В. Голицына въ Пулковѣ показали, что при достаточно чувствительныхъ сейсмометрахъ положеніе эпицентра можно довольно точно опредѣлить по даннымъ одной сейсмической станціи. Такъ какъ разстояніе до эпицентра опредѣлить легко, то нужно найти лишь азимутъ эпицентра α . Для этого нужно знать абсолютную величину наибольшаго смѣщенія точки земной поверхности въ пунктѣ наблюденія при первомъ вступленіи продольныхъ сейсмическихъ волнъ и при томъ какъ въ меридіанѣ X_n , такъ и въ первомъ вертикалѣ X_e , т. е. въ двухъ взаимно перпендикулярныхъ направленіяхъ. Отношеніе второй величины къ первой и дастъ

тангенсъ азимута эпицентра, при чемъ надо знать еще направленія измѣренныхъ проекцій смѣщенія, а также то, соответствовалъ ли фронтъ первой продольной волны сжатію или разрѣженію. Если проекціи смѣщеній направлены, напримѣръ, на сѣверъ и на востокъ, то для сѣверо-восточнаго квадранта азимуть эпицентра опредѣлится тогда по формулѣ $\operatorname{tg} \alpha = \frac{X_e}{X_n}$, (надо имѣть въ виду, что $\sqrt{X_e^2 + X_n^2} = X_h$ — полному горизонтальному смѣщенію точки земной поверхности).

Наблюденія надъ опредѣленіемъ разстоянія до эпицентра достигли довольно большой точности. Разница между вычисленнымъ и дѣйствительнымъ разстояніемъ до эпицентра обыкновенно можетъ быть объяснена тѣмъ, что эпицентръ не является точкой, а представляетъ всегда болѣе или менѣе обширную область.

Опредѣленіе глубины гнѣзда землетрясенія. Если бы гнѣздомъ землетрясенія былъ центръ земнаго шара, то, конечно, во всей области его распространенія на поверхности шара толчки и колебанія были бы равной напряженности. Точно такъ же, если представить себѣ исходную точку землетрясенія близко къ поверхности земли, то напряженность колебательныхъ движеній съ удаленіемъ отъ эпицентра должна быстро уменьшаться — пропорціонально квадратамъ пройденныхъ путей. Послѣднее дѣйствительно и наблюдается въ значительномъ большинствѣ случаевъ, слѣдовательно, гнѣздо землетрясенія лежитъ на небольшой (сравнительно съ радіусомъ земли) глубинѣ подъ дневною поверхностью. Глубина гнѣзда въ 60 километровъ составляетъ большую рѣдкость; чаще всего встрѣчаются величины отъ 10 — 30 километровъ, а при послѣднемъ землетрясеніи на островѣ Искія глубина гнѣзда опредѣлена въ $\frac{1}{4}$ километра.



Фиг. 145. Опредѣленіе по Маллету глубины исходнаго удара землетрясенія.

Одна изъ первыхъ попытокъ вычисленія глубины гнѣзда землетрясенія принадлежитъ Маллету, который исходилъ изъ того положенія, что трещины въ горныхъ породахъ образуются въ направленія, перпендикулярномъ давленію при той силѣ, подъ вліяніемъ которой нарушается сѣвленіе горныхъ породъ. Представимъ (фиг. 145) въ BC часть земной поверхности. Изъ какой-нибудь точки A , которую назовемъ центромъ, или гнѣздомъ землетрясенія, колебанія земли будутъ распространяться по направленію линий AB , Aa , Ab и Ac — къ поверхности земли. Результатомъ сотрясенія земли явится образованіе трещинъ, перпендикулярныхъ направленію давленія, т.-е. линіямъ AB , Aa , Ab и Ac ; такими перпендикулярами будутъ трещины de , fg и hk , а потому если строго опредѣлить положеніе образовавшихся трещинъ какъ относительно странъ свѣта, такъ и горизонта, то можно построить для каждой трещины перпендикуляръ и въ мѣстѣ пересѣченія ихъ между собою найти гнѣздо землетрясенія. Если соединить эту найденную точку A кратчайшею линіею съ поверхностью земли, т.-е. съ эпицентромъ, то такимъ путемъ опредѣляется и самая глубина гнѣзда землетрясенія.

Къ сожалѣнію, многочисленныя побочныя обстоятельства настолько вліяютъ на положеніе трещинъ, что сплошь и рядомъ опредѣленіе ихъ положенія, а отсюда и расчеты по способу Маллета приводятъ къ весьма шаткимъ выводамъ.

Способъ расчета глубины гнѣзда землетрясенія, предложенный Зеебахомъ, основанъ на точномъ наблюденіи времени начала землетрясенія въ точкахъ земной поверхности, различно удаленныхъ отъ эпицентра.

Формула Зеебаха выведена слѣдующимъ способомъ: назовемъ чрезъ E — эпицентръ, D — какая-либо точка земной поверхности, O — гнѣздо землетрясенія, T — моментъ начала землетрясенія въ O , t — моментъ толчка въ D , v — скорость распространенія землетрясенія. Расстояние между эпицентромъ (E) и точкою D извѣстно (y), а потому изъ прямоугольнаго треугольника легко вычислить величину гипотенузы (x), если катетъ, соединяющій гнѣздо съ эпицентромъ, назовемъ b , т.-е. $x^2 = y^2 + b^2$. Пространство, пройденное какимъ-либо движеніемъ, равно произведенію времени на скорость, поэтому $x = v(t - T)$. Вставляя эту величину въ первое уравненіе, получимъ $v^2(t - T)^2 = y^2 + b^2$, а отсюда $t - T = \sqrt{\frac{y^2 + b^2}{v^2}}$. Если наблюденія произведены въ трехъ мѣстахъ, то получаются три уравненія съ тремя неизвѣстными, которыя и могутъ быть рѣшены.

Послѣдователи этого метода предполагаютъ, что земная кора съ нѣкоторой глубины становится однородна. Мощность этой однородной части такъ велика сравнительно съ покрывающими ее осадочными образованіями, что послѣднія своею разнородностью не могутъ чувствительно вліять на распространеніе колебаній. Поэтому методъ Зеебаха примѣнимъ только къ землетрясеніямъ съ глубоко (десятки километровъ) лежащимъ гнѣздомъ. Кромѣ того, Зеебахъ полагаетъ, что гнѣздо землетрясенія представляетъ небольшой объемъ; но какъ было указано выше, при нѣкоторыхъ землетрясеніяхъ надо допустить значительные его размѣры. Ласо примѣнилъ способъ Зеебаха къ изученію землетрясенія въ Герцогенратѣ въ 1877 г. и нашелъ глубину гнѣзда въ 27,5 километровъ.

Способъ Фальба основанъ на опредѣленіи промежутка времени, протекшаго между подземнымъ гуломъ, предшествующимъ землетрясенію, и первымъ толчкомъ, ощущаемымъ земною поверхностью. Всѣ изслѣдователи признаютъ, что гулъ и колебаніе гнѣзда землетрясенія возникаютъ одновременно, но достигаютъ земной поверхности съ различною скоростью. Зависимость сказаннаго промежутка времени отъ глубины гнѣзда землетрясенія видна изъ слѣдующаго:

Назовемъ чрезъ E — эпицентръ, O — гнѣздо землетрясенія, b — его глубина, D — точка поверхности земли, гдѣ находится наблюдатель, d — ея расстояние отъ E , r — ея расстояние отъ O , e — уголъ, образованный направленіемъ толчка съ горизонтальною плоскостью въ точкѣ D , T — время, прошедшее отъ начала сотрясенія въ O до появленія толчка въ D , t — время, прошедшее отъ того же момента до появленія гула въ D , v — скорость распространенія колебаній, v_1 — скорость распространенія звуковъ въ почвѣ, $r = vT = v_1 t$ (см. способъ Зеебаха). $T - t$ обозначимъ чрезъ S . $\frac{r}{v} = T$; $\frac{r}{v_1} = t$; $r \left(\frac{1}{v} - \frac{1}{v_1} \right) = T - t = S$; $\frac{r(v_1 - v)}{vv_1} = S$; $r = \frac{v_1 S v}{v_1 - v}$. Легко усмотрѣть, что $b = r \cdot \sin e$, а отсюда $b = \frac{v_1 S v \cdot \sin e}{v_1 - v}$; далѣе $d = r \cdot \cos e$, а, слѣдовательно, $\cos e = \frac{d}{r} = \frac{d(v_1 - v)}{v_1 S v}$. Величина d — опредѣлена, S — наблюдается пе-

посредственно, v и v_1 должны быть определены непосредственнымъ опытомъ. Если ихъ отношение $\frac{v}{v_1}$ выразить чрезъ k , то формула приметъ слѣдующій видъ:

$$\cos e = \frac{d(1-k)}{Sv} \text{ и } b = \frac{Sv \cdot \sin e}{1-k}.$$

Въ этомъ способѣ есть свои слабыя стороны: нѣкоторыя величины (k) непостоянны, скорость распространения колебаній почвы (v) съ теченіемъ времени увеличивается относительно скорости распространения звука (v_1).

Такимъ способомъ опредѣляется глубина гнѣзда землетрясения (b), если наблюдение произведено въ одномъ мѣстѣ. Если же одно наблюдение промежутка времени между гуломъ и сотрясеніемъ произведено въ эпицентрѣ, а другое гдѣ-либо въ сторонѣ отъ него, то вычисленіе значительно упрощается.

Пусть s будетъ промежутокъ времени между гуломъ и сотрясеніемъ въ эпицентрѣ— E , а s_1 —въ какой-либо точкѣ земной поверхности D . Эти промежутки времени относятся, какъ разстояніе соответствующихъ точекъ отъ центра, т. е. $\frac{s}{s_1} = \frac{b}{r} = \sin e$, а $b = d \cdot \operatorname{tg} e$. Опредѣляя изъ перваго уравненія e , и вставляя его во второе, получимъ b .

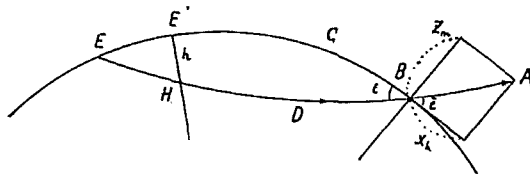
Опредѣливъ этимъ способомъ глубину гнѣзда землетрясения 1877 г. въ Герцогенратѣ, Ласо получилъ его равнымъ 27,2 километра. Дюттонъ и Гайдень предложили способъ, основанный на изученіи распредѣленія изосейсмическихъ линій, а потому примѣнимый только при большомъ количествѣ и правильномъ распредѣленіи сейсмографовъ въ области землетрясенія.

Предложенъ еще способъ опредѣлять глубину гнѣзда на основаніи наблюдений въ эпицентральной области надъ отступленіемъ величинъ Δ и T отъ нормального годографа (см. стр. 200), для котораго глубина гнѣзда была принята равной 0, т. е. гнѣздо какъ бы совпадало съ эпицентромъ. Но уже самыя простыя вычисленія показываютъ, что эпицентральное разстояніе и время пробѣга требуютъ въ этомъ случаѣ небольшой поправки δ на глубину залеганія гнѣзда. Поправки эти могутъ быть опредѣлены по формуламъ: $\delta\Delta = h \cot e$ и $\delta T = \frac{h}{v_1} \cdot \frac{1 + \sin e}{\sin e}$, гдѣ v_1 есть средняя скорость распространения продольныхъ сейсмическихъ волнъ въ верхнихъ слояхъ земли, заключенныхъ между ея поверхностью и глубиной залеганія гнѣзда (h) и e есть тотъ уголъ, подъ которымъ нормаль къ волнѣ, распространяющейся отъ гнѣзда H встрѣчаетъ поверхность земли въ мѣстѣ наблюденія B (такъ называемый истинный уголъ сейсмической радіаціи) (фиг. 146). Изъ наблюдений опредѣляется непосредственно не e , а близкій къ нему уголъ \bar{e} по формулѣ: $\operatorname{tg} \bar{e} = \frac{Z_n}{X_h}$. Уголъ \bar{e} отличается нѣсколько отъ угла e , такъ какъ часть сейсмической энергіи отражается въ точкѣ B внутрь земли. Для большихъ эпицентральныхъ разстояній разниця между e и \bar{e} является очень незначительною. По Вихерту углы e и \bar{e} связаны слѣдующею формулою $\cos e = \frac{v_1}{v_2} \sqrt{\frac{1 - \sin \bar{e}}{2}}$, гдѣ v_1 и v_2 представляютъ собою скорости распространения продольныхъ и поперечныхъ волнъ въ самыхъ верхнихъ слояхъ земли. Каждому эпицентральному разстоянію соответствуетъ опредѣленная величина угла e .

Очевидно, что если изъ наблюдений въ области эпицентра, будутъ опредѣлены $\delta\Delta$ и δT , а также e и v_1 то изъ вышеприведенныхъ формулъ можно вывести извѣст-

ныя заключенія о глубинѣ залеганія гнѣзда землетрясенія. На основаніи этого способа кв. В. Голицынъ для южно-германскаго землетрясенія 16 ноября 1911 г. опредѣлил глубину гнѣзда въ $9,5 \pm 3,5$ клм. Степень точности, получаемыхъ по этому способу, результатовъ, вѣроятно, будетъ значительно увеличена, такъ какъ наблюденія въ сейсмологіи до сихъ поръ производятся лишь съ точностью до одной секунды. Передача времени на сейсмическія станціи по радіотелеграфу, къ чему въ З. Европѣ уже приступлено, должна значительно повысить точность результатовъ всѣхъ сейсмическихъ наблюденій.

Изъ разсмотрѣннй ряда способовъ опредѣленія глубины гнѣзда или центра землетрясенія видно, какъ велика должна быть точность наблюденія различныхъ моментовъ землетрясенія. Впрочемъ, и при математической точности наблюденій, незнаніе условій залеганія и строенія



Фиг. 146. Уголь выхода сейсмической радіаціи. Z_m —вертикальная составляющая смѣщенія точка поверхности земли. X_h —полное горизонтальное смѣщеніе той же точки. NDB —нормаль къ сейсмической волнѣ, распространяющейся изъ гнѣзда H до B .

глубокихъ частей земной коры дѣлаетъ во всякомъ случаѣ невозможнымъ полученіе вполнѣ точныхъ результатовъ, какой бы изъ вышеописанныхъ способовъ ни примѣнялъ наблюдатель.

Лиссабонское землетрясеніе.—Это ужасное землетрясеніе произошло перваго ноября 1755 г. Безъ всякихъ предвѣстниковъ, въ 9 ч. 35 минутъ утра, послѣ небольшого подземнаго гула, земля вдругъ начала колебаться. Уже отъ первыхъ колебаній пошатнулись и разрушились многія зданія Лиссабона. Послѣ небольшой паузы сразу характеръ колебанія измѣнился: какъ-будто громадный экипажъ пронесся по кучамъ камней, разрушая на своемъ пути всѣ дома, церкви, публичныя зданія и погребая подъ ними почти всѣхъ жѣтелей столицы. Это землетрясеніе продолжалось въ общей сложности около 6 минутъ. Многіе жатели города, отыскивая болѣе безопасное мѣсто, высыпали на набережную, но и послѣдняя въ короткій промежутокъ времени погрузилась въ воду и похоронила съ собою всѣхъ на ней находящихся. Вслѣдъ за разрушеніемъ города, высокая волна наступила съ моря на берегъ и разрушила то, что пощадило землетрясеніе. Находящіяся на морѣ суда были сорваны съ якорей и съ страшною силою ударялись другъ о друга. Во время этого землетрясенія многія изъ горъ Португаліи были страшно потрясены, въ нихъ образовались многочисленныя трещины и громадные обвалы завалили собою долины. Въ Опорто землетрясеніе обнаружилось уже въ 9 ч. 40 мин. утра въ тотъ же день, сопровождалась сильнымъ подземнымъ гуломъ; здѣсь также въ 6—7 минутъ все было разрушено до основанія. Въ Кадиксѣ въ то же время испытывалось землетрясеніе въ теченіе 5 мин., а въ 11 ч. 10 мин. громадный валъ наступилъ со стороны моря на западную часть города, произведя въ немъ значительныя опустошенія. Въ это же утро въ теченіе 2 мин. тряслась и скала Гибралтара.

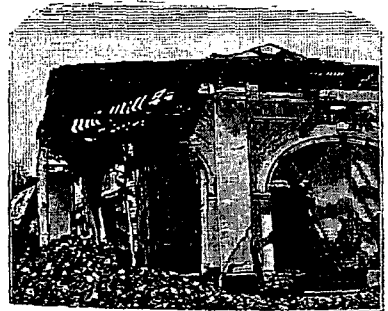
Землетрясеніе въ Калабріи существенно отличалось отъ вышеописаннаго тѣмъ, что оно продолжалось въ теченіе 51 дня; начавшись 5 февраля 1783 года, оно видимо окончилось только 28 марта того же года. Возобновляясь отдѣльными толчками безъ всякой видимой правильности, оно, повидимому, имѣло своимъ центромъ

г. Опидо и отсюда распространилось на 5 геогр. миль въ окружности, т.-е, на пространство 80 квадр. килм. Полагають, что землетрясеніе было произведено Этною, потому что кромѣ Калабріи и по ту сторону пролива оно со страшною силою ощущалось въ Сициліи, гдѣ г. Мессина былъ разрушенъ до основанія. По собраннымъ даннымъ, этимъ землетрясеніемъ было уничтожено до 400 городовъ и деревень и погибло до 100.000 человекъ. Очевидцы, посѣщавшіе Калабрію какъ во время, такъ и послѣ землетрясенія, рассказываютъ, что вся страна совершенно измѣнила свой наружный видъ. Нѣкоторыя прибрежныя горы исчезли, обвалившись въ моря и рѣки, другія дали глубокія разсѣлины; рѣки, встрѣчая неожиданныя препятствія, нагроможденныя землетрясеніями, измѣнили свое теченіе, образовавъ многочисленныя разливы. Нѣкоторыя изъ озеръ исчезли, въ другихъ мѣстахъ — образовались новыя, и значительная часть страны покрылась воронкообразными провалами.

Землетрясенія въ Средней Азіи. Знакомство съ землетрясеніями средней Азіи шло параллельно съ нашимъ постепеннымъ завоевательнымъ движеніемъ въ эту страну. Такъ какъ это движеніе началось сравнительно недавно, то понятно, что еще не могло быть собрано достаточное количество данныхъ; но уже и теперь Орловъ указываетъ, что областію наиболѣе частыхъ и сильнѣйшихъ землетрясеній служитъ гор. Ошъ



Фиг. 147. Полуразрушенная землетрясеніемъ татарская мечеть въ г. Вѣрномъ.



Фиг. 148. Уголь гостиннаго двора, разрушеннаго землетрясеніемъ въ г. Вѣрномъ.

Ферганской области, окрестности Иссыкъ-Куля, Токмака, Вѣрнаго, Ташкента, Пишпека и другія мѣста Семирѣченской области, лежація по сѣвѣдству съ отрогами юго-восточнаго Алтая и Тянь-Шаня. Съ 1885 г. землетрясенія стали съ особою силою обнаруживаться въ окрестностяхъ Иссыкъ-Куля. 22 іюля сильныя колебанія были наблюдаемы въ Токмакскомъ уѣздѣ, въ гор. Вѣрномъ, въ Намагангаѣ, Андиджанѣ и въ городѣ Ошъ, — они распространились вдоль Александровскаго хребта и особою силою и разрушительностью обладали въ той его части, противъ которой лежатъ селенія Сукулукъ, Бѣловодское и Карабалты. Центръ этого землетрясенія, повидимому, приходится на Токмакскій уѣздъ. Въ 1886 году 17 ноября ощущалось сильное землетрясеніе въ Ташкентѣ, выразившееся тремя подземными ударами. Толчки и вздрагиванія почвы здѣсь повторялись до 26 ноября, а легкое землетрясеніе ощущалось еще 28 декабря. Въ 1887 году перваго января ощущалось землетрясеніе въ Семипалатинскѣ, гдѣ ночью первоначально былъ слышенъ страшный грохотъ какъ бы колеснаго экипажа, за которымъ послѣдовали два или три замѣтныхъ толчка; это явленіе здѣсь продолжалось всего 15 секундъ.

Наконецъ, 28 мая 1887 г. обнаружилось сильное землетрясеніе въ г. Вѣрномъ. Здѣсь оно началось подземными ударами въ исходѣ пятаго часа утра и затѣмъ непрерывно по нѣскольکو разъ въ день ощущались колебанія до 26 іюня, а изрѣдка повторялись и позднѣе. Разрушена была масса домовъ, причѣмъ образовавшіися трещины послали смѣшанный характеръ; станція Коскеленъ совершенно уничтожена, а по дорогѣ къ ней образовались провалы и трещины до метра шириною: въ нѣкоторыхъ изъ нихъ показалась вода. Даже въ 15 километрахъ отъ Вѣрнаго, на Аксаѣ, вся земля

явилась покрытою трещинами, изъ которыхъ высоко вылетали струи воды. На поляхъ и прилегающихъ хуторахъ и станицахъ убито много людей и скота. Въ четверть часа г. Вѣрный былъ разрушенъ до основанія, сохранились только кое-гдѣ невысокіе деревянные дома. Какъ бы въ довершеніе всѣхъ бѣдъ, обрушившихся на г. Вѣрный, утромъ 29 мая послышался со стороны горъ необыкновенный шумъ воды, какъ бы отъ огромнаго водопада. По городу разнесся слухъ, что на него наступаетъ страшная волна воды,—все это произвело необыкновенную панику среди жителей. Позднѣе оказалось, что самый шумъ былъ произведенъ громаднымъ муромъ, происшедшимъ въ долину р. Малой Алматинки, приблизительно въ 13 километрахъ отъ г. Вѣрнаго. Увлеченный участокъ земли до 20 метровъ высотой загородилъ рѣчку и медленно подвигался, со скоростью отъ 2 до 4 метровъ въ часъ, по долинѣ; но онъ не достигъ города, рѣчка промыла въ немъ себѣ ложе и поступательное движеніе прекратилось. Другой такой же муръ произошелъ въ разстояніи около 10 километровъ отъ города по р. Аксаю. Мѣста двухъ вышеупомянутыхъ муровъ одни принимаютъ за эпицентръ землетрясенія, другіе за него принимаютъ Большую Алматинку; изъ собранныхъ до сихъ поръ данныхъ полагаютъ, что по радіусу это землетрясеніе распространилось не менѣе, какъ на 400 километровъ, хотя не коснулось снѣжныхъ вершинъ Александровскаго хребта, но захватило собою всю культурную область Семирѣчья. По другимъ показаніямъ, одновременно наблюдалось землетрясеніе въ Сергіополѣ и Ташкентѣ, отстоящихъ отъ Вѣрнаго на 700—800 километровъ. На с.-в. отъ горъ это землетрясеніе распространилось на 100 километровъ.

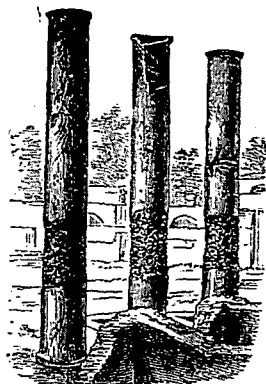
Землетрясенія въ Остзейскомъ побережьи, Петербургской губерніи и въ Крыму. Въ Остзейскомъ побережьи, а равно и въ продолженіи его — Царско-сельской градѣ, изрѣдка наблюдаются крайне слабыя подземные удары. Такіе же удары наблюдались и въ Крыму. Подобный ударъ, напр., былъ слышонъ въ 1869 году, а затѣмъ въ 1875 г. Площадь, на которую въ этомъ послѣднемъ случаѣ распространялся ударъ, довольно значительна, а именно, крайними пунктами, съ одной стороны, является г. Евпаторія, съ другой—и. Алушта, лежащія на разстояніи около 180 километровъ по прямому направленію. Наиболѣе сильно ощущался ударъ въ г. Севастополь и еще сильнѣе въ долину р. Алы. Результатомъ удара было образованіе во многихъ домахъ трещинъ: на знаменитомъ севастиопольскомъ кладбищѣ многіе изъ памятниковъ повернулись на нѣкоторый уголъ относительно своихъ пьедесталовъ.

Поднятія и опусканія.

Къ числу наиболѣе интересныхъ и вмѣстѣ съ тѣмъ весьма важныхъ проявленій вулканической дѣятельности принадлежатъ поднятія и опусканія болѣе или менѣе значительныхъ частей земной коры. Какъ тѣ, такъ и другія могутъ быть или быстры и кратковременны, или медленны и постоянны. Различныя части земной поверхности представляютъ много примѣровъ какъ быстрыхъ, такъ и медленныхъ поднятій и опусканій; но, безспорно, явленія эти наиболѣе рѣзко обрисовываются въ странахъ вулканическихъ и удобнѣе всего наблюдаются на берегу моря, которое представляетъ свою поверхностью постоянный уровень, при помощи котораго можно судить объ относительномъ положеніи суши. Эти два условія: вулканическая дѣятельность и приморское положеніе—какъ нельзя болѣе, имѣютъ мѣсто для побережья Неаполитанскаго залива, на которомъ и проявляются особенно рельефно явленія поднятія и опусканія.

КОЛЕБАНІЯ ВЪ СТРАНАХЪ ВУЛКАНИЧЕСКИХЪ.

Поднятіе и опусканіе побережья Неаполитанскаго залива. — Горныя породы побережья образуютъ множество обращенныхъ къ морю обрывовъ, населенныхъ устрицами и другими моллюсками, обитающими только подъ водою и потому почти никогда не поднимающимися выше уровня прилива: изъ послѣднихъ наичаще встрѣчается пластинчато-жаберный — *Modiola litophaga*, обладающій способностью просверливать себѣ цилиндрическіе ходы даже въ такихъ сравнительно твердыхъ породахъ, какъ мраморъ. Оказывается, что высота его ходовъ на разсматриваемомъ берегу превышаетъ высоту уровня прилива и доходитъ до 9 метровъ надъ уровнемъ моря. Уже одно это обстоятельство указываетъ на существованіе поднятія побережья; но есть и другія явленія, еще болѣе подтверждающія подобное указаніе. Такъ въ 1861 г. побережье Неаполитанскаго залива, послѣ изверженія Везувія, поднялось сразу на 0,1 метра. Значительный интересъ въ этомъ отношеніи представляютъ результаты раскопокъ храма Юпитера Сераписа, находящагося близъ г. Пуццуоли и построеннаго, какъ свидѣлствуютъ несомнѣнныя историческія данныя, на самомъ берегу моря въ 105 году до Р. Х. Большая часть колоннъ храма (фиг. 149) лежитъ на полу его и покрыта морскими устрицами и червями, и только три изъ нихъ сохранили донныя вертикальное положеніе. Эти три колонны сдѣланы изъ мрамора, тогда какъ остальные изъ гранита; онѣ несутъ на себѣ множество характерныхъ ходовъ *Modiolae litophagae*, начинающихся для всѣхъ трехъ колоннъ на одной и той же высотѣ, т.-е. на высотѣ 3,6 метровъ надъ уровнемъ залива и распространяющихся отсюда до высоты 7 метровъ; нижележащія части ихъ остались нетронутыми и совершенно гладкими и неизмѣненными. Раскопки, здѣсь произведенныя, показали, что эти нижнія части вертикальныхъ колоннъ были занесены морскимъ пескомъ, смѣшаннымъ съ раковинами, а потому были защищены отъ моллюска.



Фиг. 149. Колонны храма Юпитера Сераписа.

Всѣ вышеприведенные факты относительно Байскаго побережья Неаполитанскаго залива показываютъ, что оно сначала опустилось, а затѣмъ, послѣ болѣе или менѣе продолжительнаго покоя, снова поднялось; при этомъ опусканіе было крайне медленное и постепенное, а поднятіе, судя по нѣкоторымъ даннымъ, быстрое и кратковременное.

Въ медленности и постепенности опусканія побережья Байскаго залива убѣждаютъ результаты раскопокъ того же храма Сераписа. Море сначала затопило дворъ храма и смѣшало свои воды съ водою протекавшаго внутри храма минеральнаго ключа; съ теченіемъ времени изъ

ключа осѣлъ известковый осадокъ, въ которомъ находятъ лишь немногихъ морскихъ червей, вслѣдствіе малой еще солености воды. Затѣмъ слѣдуетъ осадокъ вулканическаго пепла, потомъ опять слой известковаго туфа и т. д. Понятно, что для образованія этихъ слоевъ было потребно не малое время. То же заключеніе можно вывести изъ постепеннаго увеличенія числа морскихъ организмовъ въ послѣдовательныхъ, вышележащихъ пластахъ. Сначала, когда храмъ стоялъ еще довольно высоко, морской воды въ него проникало немного и минеральный источникъ могъ сильно вліять на ея соленость, поэтому въ нижнихъ слояхъ находятъ очень мало морскихъ организмовъ; по мѣрѣ того, какъ храмъ осѣдалъ, вода все ближе по составу подходила къ морской, и морскихъ организмовъ попадаетъ все больше и больше. Ту же медленность опусканія подтверждаетъ и находженіе въ храмѣ двухъ половъ одного надъ другимъ; очевидно, медленное затопленіе нижняго пола моремъ побудило выстроить надъ этимъ поломъ другой. Всѣ вышеописанные факты дѣлаютъ несомнѣннымъ медленность и постепенность опусканія храма Сераписа. Вообще побережье Байскаго залива представляетъ много примѣровъ колебанія почвы. Въ тихую погоду тамъ можно видѣть подъ водою зданія, которыя, разумѣется, прежде были на сушѣ, а теперь опустились, какъ показали измѣренія, на нѣсколько метровъ.

Подобныя колебанія наблюдаются не только здѣсь, но и въ другихъ мѣстахъ. Такъ, извѣстны нѣкоторые факты относительно западнаго побережья Кавказа, доказывающіе, что здѣсь происходитъ опусканіе. Чернявскій описываетъ на днѣ Сухумской бухты остатки значительнаго города, нынѣ находящагося на глубинѣ 4—6 метровъ подъ уровнемъ и въ разстояніи 60—100 метровъ отъ берега. Среди уцѣлѣвшихъ на днѣ моря городскихъ стѣнъ поднимаются стѣны древняго замка. Подъ всѣмъ г. Сухумомъ, при рытьѣ колодезѣ, прокладѣхъ фундаментовъ и др. искусственныхъ работахъ, находятъ многочисленныя остатки древнихъ построекъ, прикрытыхъ наносами и находящихся иногда метровъ на 6—10 ниже уровня моря. По мнѣнію Чернявскаго, вышеуказанныя постройки принадлежатъ древнему городу Диоскуріи-Севастополю, основанному 32 столѣтія тому назадъ. Дюбуа-де-Монпѣре также описалъ, нѣсколько выше г. Поти, развалины древней крѣпости, погруженной въ болото. Чернявскій утверждаетъ, что по разсматриваемому побережью должны отыскаться подъ водою и другіе остатки древнихъ селеній и что погруженіе берега продолжается и понинѣ.

Поднятіе побережья въ Чили и въ Остѣ-Индіи.— Не менѣе характерны явленія поднятія побережья въ Чили, гдѣ вулканическая дѣятельность достигаетъ значительной степени развитія. Въ 1753 году, послѣ сильнаго землетрясенія, побережье поднялось на 8 метровъ, а въ 1822 г., тоже послѣ землетрясенія, оно поднялось, хотя всего на одинъ метръ, но зато на очень большомъ протяженіи (около 240 миль).

Въ Остѣ-Индіи, во время землетрясенія въ Катчѣ, въ 1819 году, обширное пространство суши поднялось выше прежняго уровня, тогда какъ сосѣдняя мѣстность опустилась. Послѣ перваго удара землетрясе-

нія, передъ восточнымъ устьемъ Инда поднялась полоса земли, длиною въ 70, шириною до 24 километровъ и высотой въ 3 метра. Въ то же время къ югу отъ этой мѣстности пространство въ 4500 кв. километровъ погрузилось подъ уровень моря и превратилось въ прибрежное озеро; находившіеся на берегу форть и деревня скрылись подъ водою, и только верхушки ихъ зданій остались свидѣтелями этого явленія.

Поднятія и опусканія въ области грязныхъ вулкановъ. — Примѣръ подобнаго рода колебаній представляетъ побережье Каспійскаго моря и особенно участокъ его, прилегающей къ г. Баку. Исслѣдованіе ближайшихъ къ морю террасъ этого побережья показало, что въ нихъ погребены нѣкоторые нынѣ живущіе въ Каспійскомъ морѣ моллюски и что, слѣдовательно, въ сравнительно недавнюю геологическую эпоху это побережье было выдвинуто изъ воды. Это обстоятельство навело Эйхвальда на мысль, что Каспійское море нѣкогда занимало гораздо большую площадь, чѣмъ нынѣ. По показанію Страбона, Волга прежде впадала въ Каспійское море у г. Царицына, находящагося теперь уже на очень значительномъ разстояніи отъ устья этой рѣки. Надо, однако, замѣтить, что подобнымъ показаніямъ не всегда слѣдуетъ довѣрять, такъ какъ они бывають основаны большею частью на разсказахъ сомнительной правдоподобности. И, дѣйствительно, сличеніе фауны Каспійскаго моря съ ископаемою фауною долины нижняго теченія Волги ясно показываетъ, что это море, безспорно, занимало нѣкогда гораздо большую площадь, чѣмъ нынѣ, но что это „нѣкогда“ относится къ эпохѣ гораздо болѣе отдаленной, чѣмъ та, въ которой жилъ Страбонъ.

Кромѣ поднятій, побережье Каспійскаго моря претерпѣваетъ въ нѣкоторыхъ своихъ частяхъ и опусканія, на что указываютъ результаты произведенныхъ Эйхвальдомъ исслѣдованій въ окрестностяхъ г. Баку. Такъ, нѣкоторыя постройки (напр., остатки стараго гостиннаго двора) уже погрузились въ море на извѣстную глубину, а мысъ, лежавшій къ югу отъ Баку, превратился въ группу островковъ.

ВѢКОВЫЯ КОЛЕБАНІЯ.

Явленія поднятія и опусканія замѣчаются также и въ такихъ мѣстностяхъ, гдѣ проявленіе вулканической дѣятельности въ видѣ вулкановъ совершенно неизвѣстно. Подобныя явленія называются у геологовъ вѣковыми колебаніями и представляютъ вообще гораздо болѣе интереса, чѣмъ предыдущія, какъ по медленности и однородности движенія и громадности площади его распространенія, такъ по тому вліянію, какое оказываютъ эти явленія на органическую жизнь вообще. Въ настоящее время, какъ указано будетъ далѣе, нѣкоторые ученые выдѣляютъ совершенно вѣковыя или медленныя колебанія изъ разряда вулканическихъ явленій и Э. Зюссъ предполагаетъ называть ихъ въ зависимости отъ тѣхъ видимыхъ измѣненій въ уровнѣ моря, которыя въ данной мѣстности наблюдаются. Такъ поднятія онъ называетъ отрицательнымъ измѣненіемъ

уровня моря или отрицательнымъ движеніемъ береговой линіи, тогда какъ опусканія—положительными измѣненіями уровня моря, или положительными движеніями береговой линіи. Впрочемъ, такое воззрѣніе на поднятія и опусканія еще можетъ быть оспариваемо; есть весьма вѣскія возраженія, о которыхъ будетъ сказано далѣе и которыя въ то же время заставляютъ и большую часть вѣковыхъ колебаній считать за явленія вулканическія.

Поднятіе Скандинавіи.—Впервые на это явленіе обратилъ серьезное вниманіе знаменитый шведскій ученый Цельзій ¹⁾. Онъ еще въ концѣ прошлаго столѣтія высказалъ мысль, что уровень Балтійскаго моря постоянно понижается, и даже опредѣлилъ величину этого пониженія въ 1,27 метра въ продолженіи столѣтія. Въ доказательство своего предположенія Цельзій приводитъ то, что утесы побережья Швеціи, прежде находившіеся подъ водою, мало-по-малу изъ подъ нея обнажаются, что на плоскихъ берегахъ море постепенно отступаетъ, что прежнія гавани находятся нынѣ на сушѣ, и что всѣ рыбаки и мореходы замѣчаютъ значительныя измѣненія въ очертаніи береговъ и глубинѣ Балтійскаго моря. Такое пониженіе уровня моря началось, по мнѣнію Цельзія, очень давно. Въ самомъ дѣлѣ, карта Европы, начертанная еще Плиніемъ, изображаетъ современный ему Скандинавскій полуостровъ въ видѣ острова; соединеніе этого послѣдняго съ материкомъ Европы совершилось, по мнѣнію Цельзія, лишь въ XI столѣтіи.

Взгляды Цельзія нашли себѣ между учеными какъ сторонниковъ, такъ и противниковъ. Изъ послѣднихъ болѣе энергичнымъ былъ Броваллій утверждавшій, что уровень Балтійскаго моря не только не понижается, а скорѣе повышается. Вотъ нѣкоторые изъ фактовъ, приводимыхъ этимъ ученымъ въ защиту только что указаннаго предположенія. Во-первыхъ, песчаный островъ Затгольмъ, лежащій противъ Копенгагена, въ продолженіе почти шести столѣтій (съ 1280 г.) не увеличился въ объемъ и остался низкою, заливаемою при вѣтрѣ; отмелью; во вторыхъ, торфяники южной Швеціи частью уже затоплены моремъ. Хотя эти факты и доказываютъ несомнѣнно, что въ указанныхъ мѣстностяхъ пониженія уровня почти не происходитъ, но они тѣмъ не менѣе ничуть не могутъ служить опроверженіемъ взглядовъ Цельзія, такъ какъ наблюденія этого послѣдняго относятся къ лежащему сѣвернѣе г. Стокгольма побережью Балтійскаго моря, а Броваллій объ этой мѣстности ничего не говоритъ.

Въ 1802 г. Плейфферъ высказалъ мысль, что измѣненія въ положеніи морского уровня зависятъ скорѣе отъ поднятія самой земли, нежели отъ пониженія моря, какъ это утверждалъ Цельзій; потому что въ послѣднемъ случаѣ явленіе должно было бы равномѣрно отразиться на пространствѣ пѣлаго океана и обозначиться на всемъ протяженіи его береговъ, чего на самомъ дѣлѣ не замѣчается,

¹⁾ Самый фактъ пониженія уровня Балтійскаго моря вдоль шведскаго побережья былъ извѣстенъ уже Иерне и Свенденборгу.

Эти, безспорно, интересныя геологическія явленія въ скоромъ времени обратили на себя вниманіе почти всего ученаго міра. Изслѣдованіемъ ихъ занялись такіе ученые, какъ Леопольдъ фонъ-Бухъ и, нѣсколько позже, Чарльзъ Ляйэлль; для этой же цѣли шведскимъ правительствомъ была снаряжена экспедиція къ берегамъ Балтійскаго моря. Всѣ эти изслѣдованія, какъ по важности затронутыхъ ими вопросовъ, такъ и по своимъ результатамъ, заслуживаютъ болѣе подробнаго разсмотрѣнія.

Въ 1800 году Леопольдъ фонъ-Бухъ предпринялъ путешествіе къ лежащимъ на сѣверѣ отъ Стокгольма берегамъ Швеціи, представляющимъ большія удобства для изслѣдованій, какъ по тому, что составляющія ихъ горныя породы, въ силу преобладанія гранита и гнейса, являются твердыми и компактными, такъ и потому, что море рядомъ шкеръ защищено отъ неблагопріятныхъ для его тишины условій. Изслѣдованія Леопольда фонъ-Буха, заключавшіяся, главнымъ образомъ, въ наблюденія надъ измѣненіями очертанія береговъ и глубины Балтійскаго моря въ указанной мѣстности, привели его къ убѣжденію, что все побережье отъ Фридрихсгалля до Або, а можетъ быть, какъ говоритъ Бухъ, и до Петербурга, съ давнихъ поръ и до настоящаго времени поднимается тихо и незамѣтно, причемъ величина этого поднятія не вездѣ одинакова и увеличивается съ юга на сѣверъ. Кромѣ производства этихъ изслѣдованій, Леопольдъ фонъ-Бухъ занялся также нанесеніемъ на выдающихся скалахъ, посѣщеннаго имъ побережья, особыхъ знаковъ, показывающихъ положеніе уровня моря во время его путешествія.

Снаряженная въ 1820 и 1821 годахъ шведскимъ правительствомъ экспедиція нашла эти знаки уже нѣсколько выдвинутыми изъ-подъ воды и новыми мѣтками обозначила положеніе уровня моря во время ея изслѣдованій. Эта экспедиція собрала вообще массу фактовъ, несомнѣнно доказывающихъ справедливость мнѣній Цельзія, Плейфера и Леопольда фонъ-Буха.

Въ 1834 году знаменитый англійскій геологъ Чарльзъ Ляйэлль предпринялъ путешествіе въ Швецію съ цѣлью подробнаго изученія всѣхъ фактовъ, относящихся къ столь интересному явленію. Ляйэлль не ограничился одними наблюденіями надъ измѣненіями очертанія береговъ и глубины Балтійскаго моря; онъ занялся также изслѣдованіемъ осадковъ шведскаго побережья. Окрестности Стокгольма представили ему много убѣдительнѣйшихъ доказательствъ значительнаго измѣненія, которое произошло въ относительномъ положеніи воды и суши. Такъ, къ сѣверо-западу отъ этого города, на высотѣ 9 метровъ надъ уровнемъ моря, лежитъ пластъ сѣрой глины, содержащій въ себѣ много такихъ видовъ раковинъ, которые и нынѣ живутъ въ Балтійскомъ морѣ (*Mytilus edulis*, *Cardium edule*, *Tellina baltica*, *Littorina littorea*), а въ разстояніи 21 километра къ югу отъ Стокгольма Ляйэлль нашелъ, кромѣ этихъ раковинъ, еще *Negetina fluviatilis* въ торфяной почвѣ, лежащей на высотѣ 21 метра надъ уровнемъ моря. Подобныя же осадки были най-

дены имъ близъ Упсалы и въ другихъ мѣстахъ на болѣе или менѣе значительной высотѣ, иногда достигавшей 30 метровъ надъ уровнемъ моря. Всѣ добытые Ляйэллемъ факты послужили новымъ подтвержденіемъ мнѣній Плейфера и Леопольда фонъ-Буха, а главное, дали возможность измѣрить величину происходящаго въ Швеціи поднятія. Ляйэлль принимаетъ ее равною отъ 0,9 до 1,2 метровъ въ столѣтіе, причемъ, однако, признаетъ, вмѣстѣ съ Леопольдомъ фонъ-Бухомъ, ея увеличеніе съ юга на сѣверъ; такъ у Нордкапа она равна уже приблизительно 1,2 метрамъ въ теченіи столѣтія. Изъ другихъ изслѣдователей Скандинавскаго полуострова надо указать на Бравэ и Броньяра. Первый во время своего путешествія по Скандинавіи въ 1838 году собралъ рядъ крайне интересныхъ наблюденій надъ береговыми мѣтками (террасами) между Альтеномъ и Гаммерфестомъ и первый указалъ на наблюдаемое на Скандинавскомъ полуостровѣ постепенное повышеніе береговыхъ мѣтокъ по мѣрѣ удаленія отъ моря. Второй, впервые, обратилъ вниманіе на то, что поднятіе этого полуострова началось уже послѣ образованія Балтійскаго моря. Въ доказательство справедливости этого мнѣнія Броньяръ приводитъ результаты своихъ палеонтологическихъ изслѣдованій новѣйшихъ береговыхъ осадковъ Швеціи и Норвегіи. Эти изслѣдованія показали, что въ пластахъ послѣдней погребены раковины очень крупныя, обитавшія несомнѣнно въ открытомъ океанѣ, а въ пластахъ Швеціи моллюски болѣе мелки и принадлежатъ Балтійскому морю, большая прѣсность водъ котораго обуславливаетъ подобное измелчаніе организмовъ.

Позднѣйшія изслѣдованія Гольмстрема надъ береговыми мѣстностями Швеціи вполне подтвердили существованіе поднятія. Онъ наблюдалъ въ 17 пунктахъ прежде нанесенные знаки и представилъ графически происшедшія измѣненія, которыя доказываютъ, что поднятія идутъ неравномѣрно въ различныхъ мѣстахъ Швеціи. Изъ его наблюденій можно усмотрѣть, что на Скандинавскомъ полуостровѣ почти всюду наблюдается поднятіе берега, но яснѣе всего оно выражается по берегамъ Ботническаго залива. Хотя авторъ и пытается объяснить это поднятіе стокомъ водъ Балтійскаго моря въ Нѣмецкое, но съ этимъ никакимъ образомъ нельзя примирить какъ наблюдаемую неравномѣрность поднятія береговъ Швеціи, такъ и почти доказанное поднятіе нѣкоторыхъ частей побережья Норвегіи. Такъ, напр., нѣкоторыя соображенія археологическаго характера заставляютъ предполагать, что восточное побережье Христианійскаго залива 2000—3000 лѣтъ тому назадъ лежало болѣе чѣмъ на 20 метровъ ниже чѣмъ оно лежитъ въ настоящее время. Точно такъ же и окрестности Скейе, судя по изслѣдованіямъ Гольмбе, претерпѣли за послѣдній геологическій вѣкъ несомнѣнное поднятіе.

Что касается самой неравномѣрности поднятія Скандинавскаго побережья Балтійскаго моря, то она, какъ показали изслѣдованія Зигера, подвержена извѣстной правильности. Соединивъ точки одинаковаго поднятія линіями, Зигеръ получилъ рядъ слѣдующихъ другъ за другомъ кривыхъ „вѣковыхъ изобазъ“, концентрически группирующихся вокругъ

суши и только мѣстами незначительно отклоняющихся въ зависимости отъ мѣстныхъ максимумовъ или минимумовъ.

Согласно новѣйшимъ опредѣленіямъ вѣковое поднятіе достигаетъ наибольшей величины въ Ботническомъ заливѣ въ проливѣ Кваркенъ, а именно 1,5 метра (у острова Ульфе), наименьшей — на восточномъ побережьи Швеціи южнѣе Стокгольма, а именно — 12 сантиметровъ около острова Скалле и 23 саятм. у сѣверной оконечности Эланда.

Поднятіе русскаго побережья Балтійскаго моря.—На основаніи всего вышеизложеннаго, можно положительно утверждать, что побережье Швеціи съ давнихъ поръ и по настоящее время постепенно и медленно поднимается. Впрочемъ, не одинъ только шведскій берегъ Балтійскаго моря претерпѣваетъ подобное явленіе: оно замѣчается также и на принадлежащемъ Россіи побережьи этого моря, какъ показали изслѣдованія Рейнеке и Козакевича. Ихъ экспедиціи было поручено изслѣдовать измѣненія нашего Балтійскаго побережья, нанести на немъ знаки и измѣрить величину поднятія въ различныхъ участкахъ; въ то же время въ Кронштадтѣ и Петербургскомъ адмиралтействѣ производились наблюденія надъ измѣненіемъ уровня воды по футштоку. Эти, а также другія изслѣдованія показали, что и наше побережье Балтійскаго моря претерпѣваетъ подобное же поднятіе, и что величина этого поднятія не вездѣ одинакова: такъ у пролива Кваркенъ она равна приблизительно 1 метру, по юго-западному побережью Финляндіи 0,55 м., а около С.-Петербурга, Ревеля, Усть-Двинска и Либавы близко къ 0 м. въ столѣтіе. Кромѣ того относящіяся еще къ 1828 году изслѣдованія береговыхъ осадковъ Прибалтійскаго края и позднѣйшія изслѣдованія въ Финляндіи показали, что въ пластахъ, находящихся на болѣе или менѣе значительной высотѣ, погребены многіе и нынѣ еще встрѣчающіеся въ Балтійскомъ морѣ виды раковинъ и что, слѣдовательно, здѣсь также наблюдалось явленіе поднятія. То же самое доказано теперь и для острововъ Хогланда и Эзеля.

Итакъ, принимая во вниманіе какъ результаты всѣхъ вышеизложенныхъ изслѣдованій побережий Балтійскаго моря съ одной стороны, такъ и отсутствіе на этихъ побережьяхъ всякой вулканической дѣятельности съ другой стороны,—необходимо придти къ заключенію, что эти побережья претерпѣваютъ медленное, такъ называемое вѣковое, поднятіе распространяющееся, какъ сейчасъ увидимъ, и далѣе на востокъ по сѣвернымъ частямъ Европы и Азіи.

Поднятіе сѣвера Россіи.—Еще въ сороковыхъ годахъ настоящаго столѣтія графъ Кейзерлингъ указалъ, что въ пластахъ долины нижняго теченія р. Печоры погребены нѣкоторыя и нынѣ еще встрѣчающіяся въ Сѣверномъ Ледовитомъ океанѣ виды раковинъ; подобныя же указанія имѣются и относительно Новой Земли, на которой Гофферъ нашелъ подобные пласты на высотѣ 90 метровъ надъ уровнемъ моря. Изслѣдованія Мурчисона и, нѣсколько позднѣе, Барботъ-де-Марни по р. Сѣв. Двинѣ показали, что на разстояніи 200 (Мурчисонъ) и даже 400 километровъ (Барботъ-де-Марни) отъ ея устья новѣйшіе осадки заклю-

чаютъ въ себѣ раковины Бѣлаго моря. Подобныя же изслѣдованія были произведены другими геологами въ сѣверной Сибири (преимущественно по Енисею и Ленѣ) и обнаружили присутствіе въ береговыхъ пластахъ океаническихъ раковинъ. Вышеприведенныя палеонтологическія изслѣдованія несомнѣнно доказываютъ, что вся сѣверная Европа и Сибирь въ болѣе или менѣе недалекомъ прошломъ были покрыты водою и потомъ мало-по-малу изъ-подъ нея выдвинулись. Здѣсь кстати будетъ замѣтить, что вообще подобныя палеонтологическія изслѣдованія, на важное значеніе которыхъ указывалъ еще Леопольдъ фонъ-Бухъ, могутъ доставить наиболѣе строгія доказательства существованія поднятія въ данной мѣстности. Вышеуказанныя наблюденія хотя и доказываютъ нѣкогда происходившее поднятіе, но никоимъ образомъ однако не могутъ служить доказательствомъ, что поднятіе продолжается и до сихъ поръ.

Изслѣдованіе береговъ и острововъ Бѣлаго моря обнаружили и здѣсь явленіе поднятія. Эти изслѣдованія показали, что многія селенія, основанныя, какъ извѣстно, новгородцами послѣ погрома Новгорода двумя Іоаннами, на самомъ берегу Бѣлаго моря, нынѣ уже удалены отъ этого послѣдствія на 5—6 и болѣе километровъ и что лишь тѣ изъ нихъ сохранили до-нынѣ свое приморское положеніе, которыя были построены на крутыхъ и высокихъ берегахъ. Отсюда можно видѣть, что берегъ Бѣлаго моря въ продолженіе почти четырехъ столѣтій получилъ значительный приростъ, обусловленный, безспорно, процессомъ поднятія. Къ сожалѣнію, существуетъ слишкомъ мало историческихъ данныхъ относительно времени и мѣста постройки этихъ селеній; но уже самый характеръ прилегающей къ нимъ мѣстности, въ которой даже ячмень не можетъ быть воздѣлываемъ; долженъ былъ сдѣлать рыбную ловлю и охоту на морского звѣря главными занятіями жителей, а слѣдовательно, обусловливалъ основаніе селеній у самаго берега.

Сравнительно болѣе обстоятельныя историческія данныя имѣются относительно Соловецкихъ острововъ, благодаря тому, что монахи расположеннаго на этихъ островахъ знаменитаго Соловецкаго монастыря, съ самаго его основанія въ 1429 году и донынѣ, ведутъ монастырскія лѣтописи, занося въ нихъ все, что касается монастыря. Многія, по свидѣтельству этихъ лѣтописей, прежде прекрасныя гавани нынѣ уже обмелѣли. Такая участь постигла, напр., гавань Св. Филиппа, изъ которой еще въ 1652 году были вывезены на большихъ корабляхъ мощи Св. Филиппа и которая нынѣ для такихъ судовъ недоступна. Пристань на Заяцкихъ островахъ (въ 1550 г.), гдѣ при Іоаннѣ IV останавливались иностранныя суда, настолько обмелѣла, что нынѣ къ ней едва можетъ подъѣхать лодка. Проливъ между Соловецкимъ и Анзерскимъ островами требуетъ постоянныхъ прибавокъ къ пристанямъ Соловецкаго и Анзерскаго острововъ и служитъ также нагляднымъ доказательствомъ поднятія побережья (а не усыхания моря, какъ думаютъ соловецкіе монахи, объясняя этотъ фактъ, какъ и Цельзій относительно Швеціи). Еще лучше можно видѣть выступаніе берега изъ-подъ уровня моря на гранитной набережной Соловецкаго острова, построенной въ 1743 году, какъ для предохра-

ненія береговъ отъ размыванія, такъ и для болѣе удобнаго доступа къ нимъ судовъ. Эта набережная во время отлива мѣстами стоитъ нынѣ на сушѣ, обнажая характерныя мѣтки, происходящія отъ того, что гранитъ на воздухѣ легко выѣтривается, такъ какъ углекислота, содержащаяся въ атмосферѣ, легко разрушаетъ одну изъ его составныхъ частей—полевою шпатъ, въ водѣ же выѣтриваніе происходитъ медленно по ничтожности содержанія въ ней углекислоты. Эти мѣтки особенно важны по двумъ причинамъ: во-первыхъ, онѣ указываютъ, что поднятіе Соловецкаго берега не только прежде происходило, но и нынѣ происходитъ; во-вторыхъ, онѣ дадутъ возможность измѣрить величину этого поднятія, равную, какъ оказалось, 1,2 метра въ теченіе столѣтія.

Также несомнѣнно доказано и вѣковое поднятіе Кольскаго полуострова. Характернымъ доказательствомъ поднятія служитъ ракообразное животное *Balanus*. Раковина *Balanus* (какъ извѣстно известковая) имѣетъ видъ усѣченнаго конуса, прикрѣпленнаго тупымъ широкимъ основаніемъ къ гранитнымъ берегамъ. По мѣрѣ поднятія берега *Balanus* попадалъ на воздухъ и, будучи животнымъ воднымъ, умиралъ—оставляя свою раковину. Находимые выше уровня моря конусы этихъ раковъ указываютъ на происходящее здѣсь поднятіе.

Если подвести итоги всему сказанному, то можно видѣть, что поднятіе имѣло мѣсто для слѣдующихъ мѣстностей: Скандинавскаго и Кольскаго полуострововъ, Остзейскаго края и Финляндіи, береговъ Бѣлаго моря, Новой Земли и Соловецкихъ острововъ, долинъ нижняго теченія рѣкъ Сѣверной Двины, Печоры, Енисея и Лены. Кромѣ того, было указано, что на берегахъ Балтійскаго моря и на Соловецкихъ островахъ поднятіе это и до-нынѣ замѣчается. На всемъ этомъ огромномъ пространствѣ вулканической дѣятельности въ настоящее время не обнаруживается. Эти обстоятельства необходимо должны привести къ заключенію, что громадный участокъ суши отъ Скандинавіи и до западныхъ береговъ Гренландіи вилучительно съ давнихъ поръ и до настоящаго времени претерпѣваетъ медленное и постепенное, такъ называемое вѣковое, поднятіе, обусловленное одной и той же причиною.

Опусканія.—Область вѣковыхъ поднятій, какъ указано выше, захватываетъ большія пространства суши. Является вопросъ, нѣтъ ли фактовъ, свидѣтельствующихъ въ пользу обратнаго явленія, т.-е. опусканія суши?

Такіе факты есть, и наглядный примѣръ въ этомъ отношеніи представляетъ мѣстность, лежащая къ юго-западу отъ Стокгольма (*Södertelje*) на разстояніи 420 километровъ отъ послѣдняго, гдѣ во время прорытія канала въ пластахъ, лежащихъ метровъ на 27 надъ уровнемъ моря и содержащихъ нынѣ живущіе виды раковинъ, были найдены лодка, якорь и желѣзные гвозди а еще ниже подъ слоемъ глины, на глубинѣ 18 метровъ отъ поверхности была открыта рыбацья хижина, покрытая сверху осадками морского происхожденія. Примѣръ этотъ, аналогичный съ развалинами Сераписова храма близъ Пупцоули, несомнѣнно доказываетъ, что здѣсь сначала была суша, на которой была построена хижина, а

потомъ море залило ее въ силу опусканія. Другимъ примѣромъ могутъ служить тѣ торфяники (къ югу отъ Стокгольма), на основаніи которыхъ Броваллій старался опровергнуть Цельзія, объяснявшаго поднятіе береговъ Швеціи „усыханіемъ моря“. Нужно допустить, что торфяники—эти вполнѣ наземныя образованія—мало-по-малу опускались, и такимъ образомъ заливались моремъ. Фактъ опусканія былъ подтвержденъ прямыми измѣреніями. Линней, контролируя Цельзія, выбралъ одну мѣстность (къ югу отъ Стокгольма), измѣрилъ мѣсто между берегомъ и отстоящимъ отъ него на нѣкоторомъ разстояніи камнемъ; потомъ, чрезъ извѣстные промежутки времени, разстояніе это снова было измѣряемо, причемъ оказалось, что оно увеличилось. Нильсонъ, провѣряя эти наблюденія, нашелъ то же самое. Однако необходимо замѣтить, что изслѣдованія самаго послѣдняго времени скорѣе указываютъ на отсутствіе каковаго то ни было опусканія шведскаго побережья въ настоящее время. Но это, конечно, нисколько не умаляетъ значенія только что перечисленныхъ фактовъ, указывающихъ на существованіе опусканія въ болѣе отдаленномъ прошломъ. Побережье Гасконскаго залива, какъ свидѣтельствуется постоянное его подмываніе береговою волною, также подвергается опусканію. То же самое наблюдается по всему южному побережью Сѣвернаго (Нѣмецкаго) моря. По берегамъ Голландіи, у Энквизена опусканіе идетъ на 1,2 метра въ столѣтіе. Зданіе, построенное при Калигулѣ, уже въ 860 году погрузилось въ море и его развалины были найдены въ разстояніи 4700 метровъ отъ берега. Вполнѣ сходныя явленія наблюдаются по берегамъ Даніи, Шлезвига и Гольштиніи, а равно и на южномъ и юго-восточномъ берегу Балтійскаго моря. По свидѣтельству Берендта, Куришь-Нерунгъ, послѣ окончанія ледниковаго періода, испыталъ двукратное поднятіе и опусканіе. Подобныхъ фактовъ опусканія суши много. Въ видѣ примѣра можно привести еще наблюденіе надъ тождественнымъ явленіемъ вдоль юго-западнаго берега Гренландіи. Все побережье, начиная отъ форта Игалико, по направленію отъ сѣвера къ югу, на протяженіи по крайней мѣрѣ 4200 километровъ, подвержено медленному, т.-е. вѣковому, опусканію. Это явленіе выражается затопленіемъ береговыхъ построекъ, нахожденіемъ свай съ вбитыми въ нихъ кольцами для прикрѣпленія судовъ и лодокъ подъ уровнемъ моря, куда всѣ эти предметы, а равно и залитыя водою строенія, попали, благодаря опусканію берега. То же самое наблюдается не только на сушѣ, но и на днѣ морей и океановъ. Дно Тихаго океана на громадномъ пространствѣ находится въ состояніи медленнаго опусканія. Въ Индѣйскомъ океанѣ замѣчается правильное чередованіе полосъ поднятія и опусканія.

Явленія опусканія дна океановъ находятъ себѣ подтвержденіе въ наблюдаемой формѣ коралловыхъ острововъ, способѣ ихъ образованія и свойствѣ самихъ полиповъ, которые могутъ жить только на извѣстной глубинѣ; между тѣмъ постройки этихъ животныхъ встрѣчаются какъ гораздо ниже, такъ и выше той черты, на которой могутъ существовать самыя животныя.

Къ послѣднему времени самыми разнообразными путями пришли къ

выводу, что поднятіе материковъ, или отрицательное движеніе моря, наблюдается къ сѣверу и къ югу отъ экватора, тогда какъ опусканію, или положительному движенію моря, подвергается экваторіальная область.

Причины вулканическихъ явленій.

Едва-ли какая-либо другая область геологіи можетъ представить такое обиліе разнообразныхъ гипотезъ,—какъ объясненіе причинъ вулканическихъ явленій. Можно, не ошибаясь, сказать, что самыя разнообразныя попытки, химическаго, физическаго, механическаго и астрономическаго основанія предлагались для объясненія какъ происхожденія самихъ вулкановъ, такъ и всего разнообразія ихъ дѣятельности. Большинство такихъ гипотезъ можетъ быть прямо отнесено къ одностороннимъ, спекулятивнымъ, попыткамъ человѣческаго ума,—попыткамъ, иногда очень блестящимъ, но оставляющимъ послѣ себя крайне мало для выясненія вопроса. Игнорировать эти попытки не слѣдуетъ, но, знакомясь съ ними, нельзя руководствоваться только ими однѣми въ столь сложномъ вопросѣ; вотъ почему считаемъ полезнымъ, хотя въ общихъ чертахъ, изложить здѣсь ихъ первоначально, оставляя за собою право, въ дальнѣйшемъ изложеніи представить и то воззрѣніе, которое можетъ считаться въ настоящее время наиболѣе принятымъ и имѣющимъ за себя наибольшее количество фактовъ.

Химическая гипотеза.—Извѣстный химикъ Гумфри Дэви, открывшій щелочи, пораженный тою энергіею, съ которою происходитъ реакція окисленія щелочей водою, предложилъ именно эту реакцію для объясненія вулканическихъ явленій.

По мнѣнію Дэви, центральная масса земли состоитъ изъ неокисленныхъ щелочей и щелочныхъ земель. Эти металлы отъ соприкосновенія съ проникающей сверху водою будутъ окисляться. Окисленіе должно вызвать отдѣленіе огромнаго количества тепла, котораго будетъ совершенно достаточно для расплавленія самыхъ тугоплавкихъ горныхъ породъ, а равно и для всѣхъ тѣхъ явленій, которыя сопровождаютъ изверженіе вулкановъ. Въ пользу этой гипотезы выставляли то тѣсное соотношеніе географическаго распредѣленія вулкановъ съ моремъ, которое наблюдаютъ въ настоящее время. Принятіе этой гипотезы обязательно требуетъ, чтобы при вулканической дѣятельности изъ вулкановъ отдѣлялся водородъ. Какъ бы въ подтвержденіе этого, Абихъ указываетъ на одно изъ изверженій Везувія (1834 года), при которомъ ему удалось видѣть пламя горящаго водорода. Вообще же для разъясненія того, почему рѣдко было наблюдаемо пламя горящаго водорода при изверженіяхъ вулкановъ, выставляли опытъ Гей-Люссака, по которому водородъ въ смѣси съ хлористо-водородною кислотою не воспламеняется, а такъ какъ присутствіе этой послѣдней въ продуктахъ изверженія уже было извѣстно равнѣе, то говорили, что по этой причинѣ и не наблюдаютъ пламени горящаго водорода. Исслѣдованія Бунзена, а позднѣе Фуке и другихъ, обнаружили присутствіе въ газообразныхъ вулканическихъ продуктахъ и водорода. Эти наблюденія какъ бы подтверждали гипотезу Дэви, однакоже Бунзенъ выдѣленіе водорода не приписываетъ разложенію воды на счетъ окисленія металловъ щелочей. По его мнѣнію, температура, которая должна бы развиться при этомъ процессѣ, настолько высока, что углекислота въ присутствіи водорода должна бы раскислиться въ окись углерода. Между тѣмъ, по тщательнымъ исслѣдованіямъ Бунзена, въ вулканическихъ газахъ удалось найти значительные запасы углекислоты, а окиси углерода не встрѣчено даже и слѣдовъ.

Не менѣе вѣское возраженіе было сдѣлано въ свое время Вишофомъ. По вычисленію астрономовъ, удѣльный вѣсъ земли равенъ 5,6, т.-е. больше, чѣмъ удѣльный вѣсъ поверхностныхъ горныхъ породъ, который колеблется между 2,5 и 3. Допуская внутри земли въ большомъ количествѣ щелочи и щелочныя земли, имѣющія, какъ извѣстно, ничтожный удѣльный вѣсъ, этимъ еще болѣе понижаемъ удѣльный вѣсъ земли. Напротивъ, чтобы довести удѣльный вѣсъ земли до 5,6, вычисленные астрономами, необходимо допустить, что внутреннее ея содержимое имѣетъ болѣе болѣе удѣльный вѣсъ, чѣмъ горныя породы, находящіяся на ея поверхности. Только однимъ этимъ допущеніемъ возможно произвести то уравненіе, которое необходимо, чтобы удовлетворить неподлежащимъ сомнѣнію вычислениямъ.

Механическія гипотезы.—Другая группа ученыхъ ищетъ объясненія вулканическихъ явленій въ процессахъ механическихъ. Представители этой группы доказываютъ, что не нужно прибѣгать ни къ химическимъ реакціямъ, ни къ внутреннему огненно-жидкому ядру нашей планеты для объясненія вулканизма. Изъ этихъ гипотезъ можно указать гипотезы Мора и Маллета; послѣдняя пользуется и до сихъ поръ авторитетомъ у нѣкоторыхъ англичанъ. Моръ для объясненія вулканическихъ явленій прибѣгаетъ къ закону вѣчности силъ, дѣйствующихъ въ природѣ. Такой запасъ силъ, между прочимъ, Моръ видитъ въ давленіи, которое обнаруживаютъ породы вышележащія на породы нижележащія, и въ явленіи проваловъ; и то, и другое, по его мнѣнію, должно вызвать развитіе достаточнаго количества тепла. Если 440 грам. земли будутъ падать съ высоты одного метра, то количествомъ развиваемаго ими тепла, при встрѣчѣ препятствія, будетъ достаточно для нагрѣванія одного грамма воды на одинъ градусъ Ц. Допуская болѣе или менѣе значительные провалы, Моръ полагаетъ, что можно вызвать ими настолько значительное количество тепла, что оно будетъ вполне достаточно для плавленія горныхъ породъ, такъ какъ для плавленія базальта достаточно 1000° Ц. Сдѣлавъ такое допущеніе, авторъ рассматриваетъ тотъ механизмъ, который управляетъ доставкой на дневную поверхность расплавленныхъ массъ въ силу выдавливанія изъ опускающимися сверху слоями. Вообще, по этой гипотезѣ нужно допустить громадныя опусканія и провалы, чтобы объяснить ту высокую температуру, которая обнаруживается при дѣятельности вулкановъ.

Провалы обнаруживаются на поверхности земли воронкообразными углубленіями, а такіе грандіозные провалы или опусканія значительныхъ участковъ земли, которые должны быть допускаемы по гипотезѣ Мора, очевидно, не могли бы скрыться отъ изслѣдователей вулкановъ. Въ дѣйствительности, ничего подобнаго не находятъ ни въ одной изъ вулканическихъ областей, а эти послѣднія должны были бы ими изобиловать. Было вычислено, что потокъ лавы, имѣющій размѣры одного изъ громаднѣйшихъ потоковъ Скаптаръ-Юкюль (Исландія), разъ вышедши на дневную поверхность, долженъ былъ обусловить провалъ, площадь котораго должна бы равняться 110 квадр. километрамъ, а глубина 100 метрамъ. Съ другой стороны, еще болѣе существеннымъ возраженіемъ противъ этой гипотезы служитъ постоянное напряженіе вулканической дѣятельности въ извѣстныхъ областяхъ земного шара. Извѣстны мѣстности, напр., сицилійскій вулканическій округъ, въ которыхъ вулканическія явленія проявляются на земной поверхности со временъ, такъ называемаго, третичнаго періода и продолжаютъ до сихъ поръ. Эту гипотезу рѣшительно нельзя объяснить постоянное напряженіе какъ цѣлой вулканической области, такъ и одного вулкана, а равно и всѣхъ сторонъ разнообразной его дѣятельности.

Гипотеза Маллета также чисто механическая. Онъ допускаетъ, что земной шаръ состоитъ изъ ядра, которое, охлаждаясь, сжимается. Окружающая его оболочка будетъ въ силу этого постоянно осѣдать и уменьшаться въ объемѣ. Такое чисто механическое напряженіе и есть единственная причина внутренняго жара. Маллетъ полагаетъ, что при этомъ должно обнаружиться страшное треніе въ горныхъ породахъ, результатомъ котораго будетъ повышеніе температуры и плавленіе ихъ. По такому толкованію лава вулкановъ представляетъ продуктъ плавленія твердыхъ горныхъ породъ земного шара и выдавлена по трещинамъ земли на дневную поверхность. Противъ гипотезы Маллета можно выставить важное возраженіе, заключающееся въ томъ, что если сжатіе твер-

дой земной поверхности обусловливаетъ такое сильное развитіе тепла, которое наблюдаютъ при вулканическихъ явленіяхъ, то спрашивается, почему эти послѣднія обнаруживаются только мѣстами, а не по всей земной поверхности? Общимъ сжатіемъ земного шара вызывается повсемѣстное треніе въ горныхъ породахъ, а слѣдовательно вулканическая дѣятельность на всей земной поверхности, чего въ дѣйствительности не наблюдается. Если на время и согласиться съ Маллетомъ, что причина плавленія заключается въ треніи горныхъ породъ, а это послѣднее обусловлено сжатіемъ, то результировать изливаіи на дневную поверхность расплавленныхъ массъ долженъ вызвать образованіе внутри земли полостей, а эти послѣднія обусловить значительные опусканія и провалы. Уже выше было указано, въ какой грандіозной формѣ должны бы явиться провалы, если принять во вниманіе размѣры нѣкоторыхъ лавовыхъ потоковъ. Кроме того, сжатіе земного сфероида могло бы быть обнаружено астрономическими наблюденіями. Въ самомъ дѣлѣ, если допустить, что сжатіе земли происходитъ по нормалямъ къ поверхности сфероида, что наиболѣе вѣроятно, то географическія широты всѣхъ точекъ въ сѣверномъ и южномъ полушаріи должны уменьшаться, такъ какъ всѣ точки приблизятся къ экватору. Хотя, дѣйствительно, замѣчено уменьшеніе географическихъ широтъ на нѣкоторыхъ европейскихъ обсерваторіяхъ, но, по незначительности этого уменьшенія и по отсутствію подобныхъ данныхъ въ обсерваторіяхъ Сѣв. Америки и южнаго полушарія, явленіе это еще нельзя считать доказаннымъ.

Химико-механическая гипотеза.—Наконецъ, нѣкоторые ученые объясняютъ вулканическія явленія какъ причинами механическими, такъ и химическими. Фольгеръ объясняетъ внутреннюю теплоту земли совокупнымъ дѣйствіемъ слѣдующихъ причинъ: 1) давленіемъ вышележащихъ слоевъ на нижележащія; 2) треніемъ просачивающейся воды и 3) химическими реакціями, ибо вода содержитъ въ растворѣ газы.

Первую изъ этихъ причинъ, по показаніямъ Цфаффа, надо считать недостаточною, потому что извѣстно изъ опытовъ надъ сжимаемостью горныхъ породъ, что температура на глубинѣ 800 метровъ отъ одной вышеуказанной причины повысилась бы всего на $\frac{1}{113}^{\circ}$ сравнительно съ температурою поверхности. Повышеніе температуры отъ просачивающейся воды будетъ еще болѣе ничтожно. Наконецъ, остается еще одинъ агентъ—это кислородъ, растворенный въ водѣ и могущій, по мнѣнію Фольгера, процессомъ окисленія, вызвать повышеніе температуры. Извѣстно, что количество кислорода, раствореннаго въ водѣ, циркулирующей въ горныхъ породахъ, незначительно; но допустимъ даже, что его столько, сколько можетъ раствориться въ водѣ до полного насыщенія, то и при такомъ допущеніи весь его запасъ, вѣроятно, потратится на окисленіе толщи земли на первой тысячѣ метровъ, и можно быть вполне утѣреннымъ, что отъ этой причины повышеніе температуры не достигнетъ и одного градуса.

Разсмотрѣнныя гипотезы относятся крайне односторонне къ причинамъ вулканическихъ явленій; большинство ставитъ эти явленія въ зависимость только отъ современнаго состоянія нашей планеты, какъ бы игнорируя то, что вулканическія явленія проявлялись на земной поверхности съ глубокой древности во всѣ геологическія эпохи и что даже въ самыхъ первыхъ фазахъ существованія вулканическія явленія были присущи земному шару. Это послѣднее обстоятельство заставляетъ многихъ ученыхъ отыскивать причины вулканизма въ самомъ способѣ образованія земли и ставить эти причины, какъ дальнѣйшее развитіе гипотезы ея образованія.

Гипотеза Канта-Лапласа.

По мнѣнію, первоначально высказанному Кантомъ и позднѣе подробно развитому Лапласомъ, нѣкогда солнце и планеты не существовали отдѣльно, но всѣ небесныя тѣла представляли одну массу. Температура этой массы много превосходила температуру современнаго солнца. Плотность этого первоначальнаго тѣла было ничтожна, а объемъ очень

великъ, такъ что діаметръ его долженъ былъ представлять размѣры не меньше діаметра солнечной системы. Это родоначальное, маточное міровое тѣло, подѣ влияніемъ низкой температуры мірового пространства, постепенно охлаждадось, а вслѣдствіе этого уплотнялось и уменьшалось въ объемѣ; въ это же именно время должно было въ немъ начаться вращательное движеніе вокругъ оси. Вслѣдствіе вращательнаго движенія, на экваторѣ первоначальнаго тѣла, подѣ влияніемъ центробѣжной силы, отрывались массы вещества, которыя сперва образовали вокругъ него такія же кольца, какія мы видимъ около Сатурна, а затѣмъ распались на куски, которые приняли шарообразную форму. Подобное отдѣленіе нынѣшнихъ планетъ отъ родоначальнаго тѣла, по мнѣнію Лапласа, подтверждается тѣмъ, что орбиты всѣхъ планетъ почти совпадаютъ между собою и съ экваторомъ солнца, а также опытомъ Плато надъ вращающеюся каплей жидкости, изъятаго изъ дѣйствія силы тяжести. Такая капля имѣетъ шарообразную форму, при вращеніи она сплющивается по оси, затѣмъ на ея экваторѣ отдѣляется кольцо, которое при дальнѣйшемъ вращеніи распадается на отдѣльныя капли. Происхожденіе планетъ тѣмъ способомъ, какъ описываетъ его Лапласъ, подтверждается существованіемъ кольца около Сатурна. По тѣмъ же законамъ планеты, въ свою очередь, образовали спутниковъ. Температура планетъ должна была понижаться еще быстрѣе, чѣмъ температура того центрального тѣла, изъ котораго онѣ произошли, потому что масса планетъ сравнительно незначительна, а астрономы опредѣляютъ температуру мірового пространства отъ -50° до -100° Ц. При извѣстной степени охлаждения, элементы начали сгущаться—наименѣе летучіе раньше, наиболѣе летучіе позже—и превращаться въ жидкости. Такимъ способомъ и земля, какъ міровое тѣло, должна была находиться въ парообразномъ и жидкомъ состояніяхъ, прежде чѣмъ отвердѣть, по крайней мѣрѣ, съ поверхности. Это охлажденіе должно было продолжаться громадный промежутокъ времени, потому что вычисленія показываютъ, что, если предположить охлажденіе поверхности земли съ 2000° до 200° Ц., то только для такой потери тепла необходимо не менѣе трехъ съ половиною милліоновъ вѣковъ. Предположеніе Лапласа подтверждается до нѣкоторой степени тѣмъ, что земля имѣетъ видъ сфероида, ось вращенія котораго короче діаметра экватора. Такое сжатіе опредѣляютъ равнымъ $\frac{1}{300}$ земнаго радіуса или 21 километру.

Съ однимъ только предположеніемъ этой гипотезы нельзя согласиться: она допускаетъ, что газы, составляющіе массу, изъ которой впоследствии образовалась наша планета, находились въ состояніи хаоса. Но газы и пары металловъ, обладающіе большею плотностью, должны были находиться ближе къ центру въ силу того, что газы въ смѣсяхъ съ другими газами располагаются независимо другъ отъ друга, но въ зависимости отъ своей плотности. Поэтому, у центра должны были находиться пары тяжелыхъ рудныхъ металловъ, а на поверхности, главнымъ образомъ, только такіе легкіе элементы, какъ водородъ, кислородъ, азотъ, щелочи и т. д.

Справедливость такого предположенія подтверждается вычисленіемъ, которое даетъ для земли средній удѣльный вѣсъ, равный 5,6, между тѣмъ какъ удѣльный вѣсъ горныхъ породъ колеблется между 2,5—3. Слѣдовательно, у центра, какъ о томъ уже было говорено выше, должны быть болѣе тяжелыя вещества, чтобы уничтожить недочѣтъ, а такими веществами являются опять рудныя металлы и между ними преимущественно желѣзо, которое, судя по метеорнымъ камнямъ и по присутствію его въ неокисленномъ видѣ въ базальтахъ, пользуется большимъ распространеніемъ и, вѣроятно, составляетъ одну изъ главнѣйшихъ составныхъ частей внутренности земли.

Спектральный анализъ.—Гипотеза Канта-Лапласа въ послѣднее время нашла себѣ подтвержденіе въ спектральномъ изслѣдованіи свѣта небесныхъ тѣлъ. Труды Секки, Гюйгенса, Миллера, Фогеля, Бредихина и другихъ, изучившихъ свѣтъ болѣе 600 міровыхъ тѣлъ, дали новые факты, подтверждающіе эту теорію.

Уже по самому цвѣту испускаемаго свѣта можно раздѣлить небесныя тѣла на четыре группы: одни испускаютъ бѣлый цвѣтъ, другія золотисто-желтый, третьи красный и, наконецъ, четвертыя не испускаютъ собственнаго свѣта, а только отраженный. Цвѣта эти указываютъ на различную напряженность тепла: бѣлый цвѣтъ долженъ соответствовать наибольшему жару, красный наименьшему и т. д.

Кромѣ того, есть факты, указывающіе, что въ сравнительно короткіе періоды времени цвѣтъ нѣкоторыхъ звѣздъ измѣнился, переходя отъ бѣлаго къ красному; слѣдовательно, температура небесныхъ тѣлъ понижается. Такой примѣръ можно видѣть въ β созвѣздія Льва: въ 1780 г. цвѣтъ ея былъ бѣлый, затѣмъ, переходя черезъ золотисто-желтый, сталъ красноватымъ.

Изслѣдованіе спектровъ показало, что элементы, которые находятся на землѣ, есть и на другихъ небесныхъ тѣлахъ. Въ спектрѣ однихъ неподвижныхъ звѣздъ наблюдаются линіи, соответствующія наименѣе летучимъ элементамъ, на ряду съ линіями, соответствующими болѣе летучимъ элементамъ; въ спектрѣ другихъ находятъ линіи, соответствующія только болѣе летучимъ элементамъ, каковымъ является водородъ. Такимъ образомъ, здѣсь опять видно постепенное пониженіе температуры, потому что для приведенія желѣза въ парообразное состояніе необходима громадная температура, а съ пониженіемъ температуры оно должно перейти въ жидкое состояніе, и линіи, ему соответствующія, исчезнуть.

Наконецъ, извѣстны нѣкоторыя небесныя тѣла, уже вполне остывшія и не испускающія собственнаго, а дающія только отраженный свѣтъ; таковы планеты и между ними земля и луна, изъ которыхъ послѣдняя представляетъ картину почти полной смерти мірового тѣла.

Предполагаютъ, что и между неподвижными звѣздами есть такія, которыя не испускаютъ собственнаго свѣта. На это предположеніе наводитъ существованіе временныхъ звѣздъ, которыя по временамъ появляются, но свѣтятъ очень недолго и затѣмъ погасаютъ. Относительно вре-

менныхъ звѣздъ предполагаютъ, что онѣ суть тѣла, уже настолько охладившіяся, что на нихъ образовалась твердая кора, не дающая свѣта. Эта кора по временамъ лопается, и тогда свѣтъ, испускаемый раскаленнымъ еще ядромъ, становится видимымъ, но чрезъ нѣкоторое время эта трещина снова покрывается корой, и звѣзда исчезаетъ. Существованіе темныхъ звѣздъ доказано и неправильными собственными движеніями звѣздъ, какъ, напр., η Сириуса, у котораго и былъ открытъ темный спутникъ, Прокіона, и сложной звѣздной системы ζ Сапсі; у послѣднихъ двухъ темныя звѣзды еще не открыты. Несомнѣнно существуютъ также темные спутники у переменныхъ звѣздъ типа Альголя, свѣтъ которыхъ меркнетъ на нѣкоторое время, когда между этими звѣздами и землею помѣщается темный спутникъ. На нѣкоторыхъ планетахъ, напр., на Марсѣ, охлажденіе дошло до того, что на нихъ періодически замѣчается свѣгъ. По крайней мѣрѣ, присутствіемъ свѣга объясняютъ бѣловатый цвѣтъ, появляющійся періодически на полюсахъ вышеназванной планеты.

Такимъ образомъ, можно видѣть, что въ міровомъ пространствѣ находятся тѣла въ различныхъ степеняхъ охлажденія. Видно, что нѣкоторыя и теперь еще продолжаютъ охлаждаться. Поэтому естественно предположить, что и земля, какъ міровое тѣло, дошла до настоящаго своего состоянія путемъ постепеннаго охлажденія, которое продолжается еще и нынѣ.

Лапласу, впрочемъ, было извѣстно одно явленіе, представляющее противорѣчіе его гипотезѣ; онъ смотрѣлъ на него, какъ на исключеніе,—это спутники Урана. Они, какъ извѣстно, отличаются тѣмъ, что обращаются вокругъ Урана не въ плоскости эклиптики, въ которой приблизительно совершаются всѣ движенія свѣтилъ солнечной системы, а въ плоскости, перпендикулярной къ эклиптикѣ. Подобнаго рода движенія не можетъ быть при единопричинномъ образованіи всѣхъ свѣтилъ одной и той же системы. Послѣ смерти Лапласа была открыта крайняя планета нашей солнечной системы—Нептунъ; у него также оказался одинъ спутникъ, представляющій явное противорѣчіе гипотезѣ Канта Лапласа: движеніе этого спутника происходитъ въ направленіи прямо противоположномъ движенію всѣхъ планетъ. Если спутники Урана могли быть разсматриваемы, какъ возможное и случайное исключеніе, то спутникъ Нептуна представляетъ явное противорѣчіе Канта-Лапласовой гипотезѣ въ ея общемъ видѣ, въ ея цѣломъ. Холь открылъ двухъ спутниковъ у Марса, изъ которыхъ одинъ, ближайшій къ Марсу, обращается вокругъ него быстрѣе, чѣмъ самъ Марсъ вращается около своей оси. По гипотезѣ Канта-Лапласа подобнаго движенія быть не можетъ. Затѣмъ, позднѣйшіе теоретическія изслѣдованія Максвелля и Гирна показали, что кольца Сатурна не могутъ служить доказательствомъ справедливости великой гипотезы міроздаанія; названные ученые доказали, что кольца Сатурна могутъ состоять только изъ собранія твердыхъ частицъ, физически между собою не связанныхъ,—изъ такъ называемой космической пыли, и не могутъ быть ни жидкими, ни газообразными, какъ то предполагалъ Лапласъ; поэтому нельзя допустить, чтобы кольца Сатурна когда-либо отдѣлились отъ самой планеты. Наконецъ, французскій ученый Фай, изучая вопросъ,—можетъ ли, при современныхъ условіяхъ, отдѣляться отъ солнца вещество для образованія колецъ, служащихъ матеріаломъ для дальнѣйшаго созданія планетъ, пришелъ къ тому заключенію, что ни одна матеріальная частица отдѣлиться отъ солнца не можетъ.

Всѣ эти обстоятельства, вмѣстѣ взятая, приводятъ Глазенапа къ заключенію, что наша солнечная система образовалась не въ томъ порядкѣ, какъ начерталъ Кантъ и развилъ Лапласъ. Многія явленія служатъ неопровержимымъ доказательствомъ того,

что въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ имѣли мѣсто не только силы, общія всей космической массѣ солнечной системы, но и другія, особыя, которыя могли даже имѣть преобладающее значеніе.

Принимая во вниманіе всѣ явленія, противорѣчащія великой гипотезѣ Канта-Лапласа, Фай дополнилъ ее и органически связалъ всѣ явленія въ нашей солнечной системѣ. По его мнѣнію, земля выдѣлилась изъ хаотической туманной массы раньше солнца; земля старѣе солнца, но въ общемъ она образовалась такъ, какъ полагали Кантъ и Лапласъ, а именно: изъ газообразной массы сконцентрировалось раскаленно-жидкое свѣтло, которое, подъ вліяніемъ постояннаго охлажденія, покрылось твердою оболочкою—земною корою.

ПРИМѢНЕНІЕ ГИПОТЕЗЫ КАНТА-ЛАПЛАСА КЪ ОБЪЯСНЕНІЮ ВУЛКАНИЧЕСКИХЪ ЯВЛЕНИЙ.

Увеличеніе температуры съ глубиною.—Для сторонниковъ примѣненія гипотезы Канта-Лапласа къ объясненію причины вулканическихъ явленій однимъ изъ доказательствъ присутствія внутри земли высокой температуры служатъ уже давно извѣстныя наблюденія надъ увеличеніемъ температуры съ глубиною.

Для изученія постоянной температуры на глубинахъ можно пользоваться всѣми искусственными выемками, которыя производятъ человѣкъ, добывая себѣ съ глубинъ полезныя ископаемыя, а потому такія наблюденія производятъ въ рудникахъ и копяхъ, а равно и въ артезианскихъ колодцахъ, доставляющихъ воду съ еще болѣе значительныхъ глубинъ.

Эти наблюденія указываютъ, что температура повышается на 1° Ц. по мѣрѣ углубленія на слѣдующую величину:

Въ Саксонскихъ Рудныхъ горахъ на	39,3	метр.	или	129	фут.
„ Ньюкэстльскихъ каменноугольныхъ копяхъ	30,4	„	„	100	„
„ Французскихъ	33,8	„	„	111	„
„ Гренелльскомъ колодцѣ Парижа	28,9	„	„	95	„
„ Нейзальдверкѣ	28	„	„	92	„
„ Шперенбергѣ	28,9	„	„	95	„

Изъ такихъ наблюденій принимали такъ называемый геотермическій градусъ въ 30 метровъ, т.-е. повышеніе температуры на 1° Ц. при углубленіи на вышеуказанную величину. По другимъ вычисленіямъ, принимаютъ повышеніе температуры на одинъ градусъ Цельсія при углубленіи на 35 — 37 метровъ. Среднюю величину геотермического градуса теперь принимаютъ въ 33 метра.

Благодаря устройству грандіозныхъ сооружений послѣдняго времени, какъ, напр., тоннелей Монъ-Сенись и Ст.-Готарда, удалось узнать и внутреннюю постоянную температуру высокихъ горныхъ кражей. Наблюденія въ тоннелѣ Монъ-Сенись, произведенныя въ 1870 г. Жіордано, обнаружили слѣдующія измѣненія въ температурѣ:

Глубина отъ поверхности земли въ метрахъ.	Разстояніе отъ южнаго входа въ метрахъ.	Температура горной породы.	Температура воздуха.
520	1000	17°, Ц.	15°,3 Ц.
910	5000	27°,5	24°,5
1370	6000	28°,8	26°,8
1609	6450	29°,4	30°,1

Наибольшая величина въ 29°,5 Ц. соотвѣтствуетъ срединѣ туннеля. Наблюденія въ туннелѣ Ст.-Готарда дали наибольшую температуру въ 30°,8 Ц. По показаніямъ Стайфа въ этомъ послѣднемъ туннелѣ увеличеніе на 1° Ц. наблюдается при увеличеніи глубины на 46,4 метра. Такая величина ясно указываетъ на охлаждающее вліяніе атмосферы на точки, выдающіяся надъ земною поверхностью, какими являются горные кряжи. Только этимъ и можно объяснить эту большую глубину для увеличенія постоянной температуры земли на 1° Ц., сравнительно съ наблюденіями въ рудникахъ и артезианскихъ колодцахъ.

Если принять увеличеніе температуры на одинъ градусъ съ глубиною въ 33 метра, то можно, не вводя произвольныхъ поправокъ, хотя бы приблизительно вычислить тѣ температуры, которыя должны встрѣчаться на извѣстныхъ глубинахъ внутри земли. Кромѣ того, еще Лавуазь далъ формулу для вычисленія на глубинахъ внутри земли того давленія, которое тамъ должно быть. По этой формулѣ Барусъ произвелъ расчеты, вплоть до центра земли, но для очень большихъ глубинъ. Для геолога представляетъ особенный интересъ знаніе того давленія, которое должно быть въ различныхъ точкахъ земной коры, т.-е. на сравнительно небольшихъ глубинахъ, такъ какъ это давленіе представляется крайне важнымъ при изученіи гидро-химическихъ процессовъ. По моему просьбѣ П. И. Броуновъ любезно произвелъ такой приблизительный расчетъ, путемъ интерполированія, до глубины въ 50 км. Нижеприводимая таблица заключаетъ въ себѣ какъ этотъ расчетъ, такъ, для большихъ глубинъ, вычисленія Баруса, а расчетъ приблизительной температуры на глубинахъ сдѣланъ мною:

Глубина отъ поверхности въ километрахъ.	Температура въ градусахъ Цельсія.	Давленіе въ атмосферахъ.
0	0°	1
0,5	15°	130
1	30°	260
2	60°	510
4	121°	1030
6	181°	1570
8	242°	2100
10	303°	2650
15	454°	3990
20	606°	5340
31,85	935°	8600
40	1212°	10860
50	1515°	13650
63,7	1960°	17400

Глубина отъ поверхности въ километрахъ.	Температура въ градусахъ Цельсія.	Давленіе въ атмосферахъ.
129,4	3921°	35600
382,2	11581°	116400
2548	77212°	1260000
5096	154418°	2770000
6370 въ центрѣ земли	193030°	3020000

Допуская увеличеніе давленія и температуры съ глубиною, надо прийти къ заключенію, что въ центрѣ земли температура должна быть около 200000° Ц. при давленіи около 3000000 атмосферъ.

Различіе во взглядахъ на состояніе внутренней массы земли.—Еще недавно принимали толщину земной коры отъ 18—22 км. Другіе считали такое положеніе для земли крайне неустойчивымъ, такъ какъ средній радіусъ земли представляетъ величину въ 6370 км. и допускали, что толщина земной коры должна быть отъ 55—74 км. На этой послѣдней глубинѣ должна господствовать уже настолько высокая температура, что подъ ея вліяніемъ должны плавиться всѣ горныя породы. Большой интересъ представило вычисленіе Вихерта, который, основываясь на различіи хода сейсмическихъ волнъ, приходитъ къ заключенію, что земная кора должна обладать толщиной въ 31,5 км. Эта цифра составляетъ приблизительно $\frac{1}{200}$ часть радіуса земли (точно это будетъ 31,85 км.) и интересна для насъ особенно тѣмъ, что на такой глубинѣ мы находимъ температуру уже весьма близкую къ точкѣ плавленія горныхъ породъ.

Однако, дальнѣйшее развитіе гипотезы Канта-Лапласа для объясненія причинности вулканическихъ явленій вызываетъ и по настоящее время значительныя разногласія. Одна группа ученыхъ допускаетъ существованіе подъ твердою земною корою сплошной огненно-жидкой массы (магмы); другая группа полагаетъ, что въ центрѣ земли находится твердое ядро, окруженное оболочкою изъ расплавленной массы, прикрытой сверху твердою земною корою; третья группа допускаетъ, что расплавленное огненно-жидкое содержимое сохранилось внутри земли только въ отдѣльныхъ резервуарахъ; четвертая группа совершенно отрицаетъ внутреннее расплавленное огненно-жидкое содержимое и утверждаетъ, что вся земля представляетъ твердое тѣло съ весьма высокой температурой внутри. Наконецъ, пятая группа ученыхъ, принимая въ принципѣ гипотезу Канта-Лапласа, полагаетъ, что вся земля уже остыла, а потому отыскиваетъ причинность вулканическихъ явленій въ другихъ силахъ; о гипотезахъ этой послѣдней категоріи уже было сказано выше.

Нѣкоторыя физическія данныя, какъ-то: наблюденія надъ колебаніемъ маятника и надъ способомъ притяженія луны землею, говорятъ въ пользу того, что внутренность земли должна имѣть болѣе удѣльный вѣсъ, чѣмъ наружная ея часть, а потому допускаютъ, что эта внутренняя часть состоитъ изъ твердой, а не жидкой массы. Это обстоятельство

породило два другихъ возрѣнія, допускающихъ только отчасти присутствіе внутри земли расплавленныхъ огненно-жидкихъ массъ.

Одно изъ такихъ возрѣній, выразителемъ котораго является Пуллетъ-Скропъ, допускаетъ, что въ то время, когда земля находилась въ жидкомъ состояніи, остываніе происходило подъ вліяніемъ температуры мірового пространства и вращенія. Тяжелѣйшія остывшія части падали во внутрь, къ центру родоначальнаго тѣла, а ихъ мѣсто занимали болѣе теплыя и легкія. Такимъ путемъ образовалось твердое ядро, окруженное огненно-жидкимъ содержимымъ. На поверхности этого послѣдняго, въ силу того же охлажденія, происходило сгущеніе жидкой массы и когда она перешла въ полужидкое состояніе, явилась возможность образованія твердой оболочки земли. По этой гипотезѣ между твердымъ ядромъ и наружною твердою оболочкою нашей планеты есть еще сплошной слой, состоящій изъ огненно-жидкой массы. Вышеуказанныя наблюденія Вихерта привели его къ заключенію, что внутреннее ядро земли состоитъ изъ металловъ (железа и никкеля) и что наружную границу этого ядра надо отыскивать на глубинѣ 1500 км. На этомъ ядрѣ покоится магма, представляющая собою тѣло пластическое, тягучее, находящееся въ промежуточномъ состояніи между жидкими и твердыми тѣлами и уже на ней покоится твердая кора земли. По этому расчету, если принять радіусъ земли за 100, мы получимъ слѣдующую картину состава внутренней части земли: кора представитъ 0,5%, магма 23% и металлическое ядро 76,5%.

Наконецъ, другое возрѣніе, выразителемъ котораго должно считать Гопкинса, а энергическимъ сторонникомъ Ляйэля, допускаетъ, что большая часть нашей планеты уже отвердѣла, но что только мѣстами, въ отдѣльныхъ подземныхъ резервуарахъ, сохранилось огненно-жидкое содержимое, которое и реагируетъ на земную поверхность.

Одно изъ возраженій, которое выставлялось противъ принятія подъ твердою земною корою общаго огненно-жидкаго содержимаго и на которое впервые было указано Сарторіусомъ фонъ-Вальтерстаузеномъ, заключалось въ томъ, что лавы различныхъ вулкановъ представляютъ большое разнообразіе въ своемъ минеральномъ составѣ, а этого не должно было бы наблюдаться, потому что ихъ питомникъ одинъ и тотъ же. Это возраженіе упускаетъ изъ виду вліяніе твердой оболочки нашей планеты, толщина которой, какъ указано выше, должна быть весьма значительною. Огненно-жидкая масса, поднимаясь по трещинамъ горныхъ породъ, должна обнаруживать на эти послѣднія сильное вліяніе. Высокая температура этой массы вызываетъ сплавленіе ея съ сосѣдними горными породами, а это обстоятельство должно вызывать и различіе въ минеральномъ характерѣ лавъ, доставляемыхъ вулканами. Впрочемъ, далѣе будетъ приведено еще и другое объясненіе, которое даютъ нѣкоторые ученые для объясненія различнаго характера лавъ.

Ляйэль выставляетъ еще одинъ аргументъ. Онъ пробуетъ провести параллель между земнымъ шаромъ, наполненнымъ огненно-жидкимъ содержимымъ, и водянымъ шаромъ, имѣющимъ ледяную оболочку въ 5—

10 географических миль толщиной, причем температура центра такого шара достигает 3500° Ц. Передача температуры от центра к периферии не только должна была бы заставить такой шар закипеть и расплавить свою оболочку, но весь шар обратился бы в парообразное состояние. Поэтому, по его мнению, при допущении расплавленного огненно-жидкого содержимого внутри земли, такая же участь постигла бы и нашу землю. Здесь, как кажется, упущено из виду весьма важное обстоятельство—постоянное, охлаждающее влияние на земную поверхность мирового пространства, имѣющаго столь низкую температуру. Это предположение подало поводъ Ляйэлю склониться къ гипотезѣ Гопкинса, т. е. объяснять явленія вулканизма тѣми отдѣльными полостями, въ которыхъ еще сохранилось расплавленное огненно-жидкое содержимое.

Четвертая группа ученыхъ, какъ Геймъ, Зюссъ, Рейеръ, Неймайръ, и другіе, совершенно отрицаетъ внутреннее огненно-жидкое состояние земли и допускаетъ существованіе внутри земли тѣлъ въ твердомъ видѣ при высокой температурѣ и подѣ громаднымъ давленіемъ. Основую для этой гипотезы вышеупомянутымъ ученымъ служили нѣкоторые новѣйшіе опыты, доказывающіе, на примѣръ, что большинство газовъ подѣ сильнымъ давленіемъ обращаются не только въ жидкости, но нѣкоторые и въ твердыя тѣла. Точно такъ же извѣстно, что температура плавленія нѣкоторыхъ тѣлъ повышается съ увеличеніемъ давленія. Такъ, на примѣръ, спермацетъ плавится при обыкновенномъ давленіи при температурѣ $47^{\circ},7$ Ц., а при давленіи 141 атмосферы требуетъ уже $50^{\circ},5$ Ц. Давленіе внутри земли должно признать громаднымъ. Юнгъ вычисляетъ, что вода на глубинѣ $80\frac{1}{2}$ географ. миль должна имѣть плотность ртути, гранитъ долженъ уменьшиться на $\frac{1}{6}$ своего объема и т. д. Понятно, что при такомъ громадномъ давленіи точка плавленія многихъ горныхъ породъ должна повиситься, и онѣ должны встрѣчаться на глубинахъ въ твердомъ видѣ, несмотря на то, что находятся при температурѣ много выше ихъ точки плавленія. Хотя для сторонниковъ этой гипотезы вышеприведенныхъ данныхъ вполне достаточно, чтобы, обобщая ихъ, объяснить ими дѣятельность вулкановъ, но нужно имѣть въ виду факты иного свойства. Всѣмъ извѣстенъ примѣръ перехода воды въ ледъ, при которомъ наблюдается явленіе, совершенно обратное тому, о которомъ говорено было раньше: вода при переходѣ въ ледъ не уменьшается, а увеличивается въ объемѣ; совершенно такими же свойствами обладаютъ желѣзо и висмутъ. Нѣкоторыя изъ этихъ тѣлъ точно такъ же отличаются и своимъ отношеніемъ къ давленію; вода подѣ давленіемъ не переходитъ въ ледъ, а наоборотъ, этотъ послѣдній отъ давленія обращается въ жидкость. Изъ вышеуказаннаго легко прийти къ заключенію, что фактъ, положенный въ основу этого новаго ученія, далеко не представляетъ универсальности, а потому и обобщеніе его едва ли имѣетъ особое значеніе. Кромѣ того, если даже и принять за доказанное, что точка плавленія всѣхъ тѣлъ увеличивается съ увеличеніемъ давленія, то можно ли выводить изъ этого представленіе о твердомъ состояніи тѣлъ, находящихся внутри земли? Вполнѣ доказано, что съ глубиною увеличивается

температура; но въ какомъ отношеніи давленіе повышаетъ точку плавленія относительно увеличенія температуры, — это остается въ области предположеній, и если допустить, что послѣднее идетъ пропорціонально первому, то отвердѣваніе произойти не можетъ. Впрочемъ, есть одно косвенное соображеніе, которое скорѣе говоритъ въ пользу пропорціональности увеличенія давленія и температуры. Уже неоднократно упоминалось, что удѣльный вѣсъ земли, вычисленный разнообразными способами, равенъ 5,6. Если исходить изъ прямыхъ опытовъ надъ сжимаемостью горныхъ породъ и предположить, что тотъ же матеріалъ наполняетъ и внутренность земли, то только въ силу одного уплотненія подъ вліяніемъ давленія получается удѣльный вѣсъ земли, значительно большій, чѣмъ вычисленный, а если принять, что внутри земли вещества распределены сообразно ихъ удѣльному вѣсу, то получится средній удѣльный вѣсъ земли еще большій. Очевидно, внутри земли существуетъ какая-то сила, приводящая давленію, которое стремится уплотнить вещества, а эта сила должна расширять тѣла. Такую силу легко найти въ теплотѣ и въ ея повышеніи по мѣрѣ углубленія въ землю. Удѣльный вѣсъ земли свидѣтельствуетъ, что необходимо допустить повышеніе температуры съ глубиною и, вѣроятно, пропорціональное ей давленіе, что, конечно, не представитъ условій, благоприятныхъ для образованія внутри земли твердыхъ веществъ. Не лишено интереса указаніе Спенсера, по вычисленіямъ котораго, чтобы получить извѣстный удѣльный вѣсъ земли, принимая во вниманіе увеличеніе давленія съ глубиною, необходимо допустить, что внутренность земли наполнена самыми легкими газами, уплотненными давленіемъ. Такой составъ нашей планеты едва-ли возможенъ. Впрочемъ, если даже допустить, что давленіе увеличивается съ глубиною больше, чѣмъ температура, то и при этомъ нельзя прійти къ заключенію о твердомъ состояніи веществъ, находящихся внутри земли. Сименсъ прямыми опытами надъ расплавленнымъ стекломъ показалъ, что уменьшеніе объема и уплотненіе произошло въ немъ не въ моментъ отвердѣнія, а въ промежуточномъ состояніи, т.-е. тогда, когда оно было въ тѣсто- или сиропообразномъ состояніи. Отсюда видно, что и этотъ опытъ опровергаетъ твердое состояніе веществъ внутри земли и дѣлаетъ правдоподобнымъ скорѣе тѣстообразное ихъ состояніе. Нѣсколько другимъ путемъ къ подобному же выводу пришелъ и Вихертъ. Изъ наблюденій надъ распространеніемъ поперечныхъ сейсмическихъ волнъ отъ дальнихъ землетрясеній можно вывести заключеніе, что магма не жидкость, такъ какъ чрезъ настоящія жидкости поперечныя упругія волны не могутъ распространяться, а представляетъ собою тѣло пластическое и тягучее — нѣчто среднее между твердыми и жидкими тѣлами.

Нѣкоторыя астрономическія данныя дали интересный матеріалъ для заключенія о жидкомъ или вязкомъ внутреннемъ состояніи земли. Извѣстно, что вращеніе по инерціи шара твердаго и шара, наполненнаго жидкостью или вязкимъ тѣломъ, различно; въ послѣднемъ случаѣ наблюдаются незначительныя колебанія оси вращенія. Поэтому, если внутри земли находится жидкое или вязкое, а не твердое содержимое и кора земли пред-

ставляетъ сравнительно со всею ея массою незначительную толщину, то при вращеніи земли должны происходить колебанія ея оси, и эти колебанія могутъ быть замѣчены непосредственными наблюденіями надъ положеніемъ полюса земли относительно неподвижныхъ звѣздъ. Такія колебанія оси земли, происходящія въ небольшіе промежутки времени, называются суточною нутаціею. Астрономъ Фоли собралъ значительный рядъ наблюденій надъ суточною нутаціею, доказывающій, какъ думаетъ упомянутый ученый, съ несомнѣнною достовѣрностію, что внутренность земли занята жидкою или вязкою, а не твердою массою.

Точно также противъ принятія полного отвердѣнія земли или противъ очень толстой земной коры даютъ наблюденія надъ періодическимъ измѣненіемъ географическихъ широтъ, которыя приводятъ къ заключенію, что земля состоитъ изъ твердой оболочки и жидкаго или вязкаго ядра.

Съ отдѣльными резервуарами, какъ очагами вулканической дѣятельности, едва-ли можно согласиться. Этому обстоятельству противорѣчить самый ходъ охлажденія земли подъ вліяніемъ температуры мірового пространства, и не видна причина, почему въ однихъ мѣстахъ, по этой гипотезѣ, произошло полное охлажденіе, въ другихъ нѣтъ, тогда какъ и тѣ, и другія находились въ одинаковыхъ условіяхъ. Кромѣ того, распространеніе вулкановъ свидѣтельствуетъ, что иногда обширныя пространства земной поверхности обнаруживаютъ вулканическія явленія. Весь Тихій Океанъ окаймленъ, какъ кольцомъ, вулканами, которые, кромѣ того, являются и на островахъ, а потому здѣсь, согласно гипотезѣ Гопкинса и Ляйэлла, нужно было бы на короткихъ разстояніяхъ допустить цѣлый рядъ вулканическихъ очаговъ, отдѣленныхъ другъ отъ друга. Но едва-ли это возможно. Можно было бы допустить подъ всѣмъ Тихимъ Океаномъ одинъ общій резервуаръ, но это допущеніе равносильно принятію подъ твердою земною корою одного общаго резервуара. Въ пользу послѣдняго мнѣнія говоритъ и еще одно обстоятельство. Точное изученіе дѣятельности различныхъ и значительно отдаленныхъ другъ отъ друга вулкановъ, какъ, напр., мексиканскихъ и Везувія или Этны, обнаруживаетъ вездѣ одни и тѣ же явленія, а потому и причины, ихъ обусловливающія, должны быть общи. Наконецъ, въ нѣкоторыя эпохи динамической напряженности вулкановъ довольно рѣзко обнаруживалась ихъ связь между собою. Такъ, напр., извѣстны факты, когда при сильной напряженности вулканической дѣятельности Везувія—Этна бездѣйствовала, и обратно. Съ другой стороны, также извѣстно, что сильныя проявленія вулканической напряженности иногда обнаруживаются одновременно. Въ 1865 году одновременно стали дѣйствовать Везувій и Этна, а столь постоянный вулканъ, какъ Стромболи, почти удвоилъ свою дѣятельность. Затѣмъ въ вышеупомянутыхъ вулканахъ дѣятельность прекратилась и проявилась снова въ группѣ Греческаго архипелага замѣчательнымъ изверженіемъ Санторина.

Все это приводитъ къ заключенію, что главный виновникъ вулканизма—внутреннее содержимое земли, находящееся при крайне возвышенной температурѣ и подъ громаднымъ давленіемъ и образующее, по

всѣмъ вѣроятіямъ, непрерывный слой подъ твердую земную поверхность. Доказанная связь вулкановъ съ горами и вообще съ мѣстностями, гдѣ наблюдается сильное нарушеніе первоначальнаго расположенія слоевъ и присутствіе трещинъ, заставляеть допустить, что эти послѣднія уменьшаютъ давленіе, даютъ возможность заключеннымъ внутри массамъ увеличиваться въ объемѣ и приближаться къ земной поверхности.

Разнообразіе петрографическаго характера лавъ нѣкоторые объясняютъ еще, кромѣ вліянія на огненно-жидкое содержимое нашей планеты горныхъ породъ, по которымъ проходятъ трещины, облегчающія изверженіе вулкана, различною плотностью огненно-жидкой массы. Допускаютъ (Смитъ), что подъ вліяніемъ вѣшняго охлажденія огненно-жидкое содержимое представляетъ различной плотности слои, концентрически расположенные подъ твердую оболочку. Кромѣ того, эта послѣдняя не должна представлять на всемъ своемъ протяженіи одинаковую толщину: она толще тамъ, гдѣ материкъ, и въ особенности, гдѣ горы, тоньше—тамъ, гдѣ моря и низины. При образованіи на поверхности земли складокъ отъ охлажденія, а, слѣдовательно, отъ уменьшенія объема, складки являются, по мнѣнію сторонниковъ такого взгляда, не только на поверхности, но соотвѣтственно имъ и внутри, направленные въ огненно-жидкую массу. Согласно этому взгляду должно представить, что высокія горы и вообще неровности земной поверхности должны имѣть соотвѣтственные имъ корни, направленные внутрь земли. Здѣсь видятъ какъ бы аналогію съ явленіемъ плавающей по поверхности моря ледяной горы, для поддержанія которой необходима известной величины подводная часть, превосходящая надводную. Точно такъ же нѣкоторые смотрятъ и на горы и неровности вообще—какъ имѣющія соотвѣтственные имъ корни большихъ размѣровъ, чѣмъ наружныя высоты. Понятно, что въ различныхъ мѣстахъ твердой земной коры эти корни опускаются въ нижележащую расплавленную массу на различную глубину, а допуская различный составъ отдѣльныхъ слоевъ этой послѣдней, дѣлается вполне понятнымъ и разнообразіе лавъ, поднимающихся по трещинамъ. Ту же мысль высказываетъ и астрономъ Эри, допускающій существованіе корней подъ горами. По мнѣнію приверженцевъ этого взгляда точно такъ же легко объясняется такимъ допущеніемъ и явленіе поднятій и опусканій; стоитъ только сдѣлать предположеніе, что возможно наростаніе или уменьшеніе объема этихъ вдающихся въ огненно-жидкую или вязкую массу неровностей твердой оболочки земли. При наростаніи ихъ плавающая твердая оболочка должна приподниматься, при уменьшеніи—опускаться. Кромѣ того, размываніе, а равно и отложеніе новыхъ осадковъ, можетъ, въ свою очередь, вліять на колебаніе твердой оболочки земли, покоящейся на огненно-жидкомъ ея содержимомъ.

Остается еще одинъ вопросъ, какая причина управляетъ выходомъ на дневную поверхность расплавленныхъ массъ? Здѣсь опять есть нѣсколько объясненій.

УЧАСТІЕ ВОДЫ ВЪ ВУЛКАНИЧЕСКИХЪ ЯВЛЕНІЯХЪ.

Одинъ изъ пунктовъ, на которомъ сходятся многіе ученые, это громадное значеніе воды при вулканическихъ изверженіяхъ и вообще связь вулкановъ съ водою. Такое воззрѣніе находитъ себѣ подтвержденіе: въ географическомъ распредѣленіи вулкановъ, въ обильномъ выдѣленіи паровъ воды при изверженіяхъ и, наконецъ, въ характерѣ вулканическихъ продуктовъ какъ газообразныхъ, такъ и продуктовъ возгона, или сублиматовъ.

Географическое распредѣленіе вулкановъ въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ большими водоемами, какъ указано выше, представляетъ фактъ, прочно установленный. Болѣе половины вулкановъ принадлежитъ къ островнымъ и подводнымъ, не считая тѣхъ, иногда значительныхъ, подводныхъ вулканическихъ областей, о которыхъ можно только догадываться. Материковые вулканы, въ свою очередь, также обнаруживаютъ своимъ положеніемъ любовь къ водѣ: большинство дѣйствующихъ вулкановъ помѣщается или на длинныхъ мысахъ материковъ, или вдоль ихъ береговъ. Потухшіе вулканы, какъ указано выше, при реставрировкѣ времени ихъ дѣятельности, тоже оказываются береговыми. Наконецъ, вулканы центральной Азіи, которые часто выставлялись какъ противорѣчіе общему правилу, въ настоящее время утратили всякое значеніе, потому что оказались не вулканами, а результатомъ подземныхъ каменноугольныхъ пожаровъ.

Водяной паръ является однимъ изъ непремѣнныхъ дѣятелей при вулканическихъ изверженіяхъ. Съ начала динамической напряженности вулкана и до конца его дѣятельности всякое изверженіе сопровождается выдѣленіемъ водяного пара, количество котораго громадно. Выносъ на дневную поверхность всевозможныхъ рыхлыхъ продуктовъ исключительно обуславливается водянымъ паромъ.

Образованіе какъ главнаго, такъ и побочныхъ конусовъ также принадлежитъ исключительно дѣятельности водяного пара. Водяной паръ, какъ видѣли выше, выдѣляется не только изъ кратера вулкана, но и изъ лавоваго потока въ видѣ обильныхъ фумароль, и выдѣленія эти иногда крайне убѣдительно доказываютъ, что при вулканическихъ изверженіяхъ механизмъ дѣйствія обуславливается энергичнымъ выдѣленіемъ изъ лавы паровъ воды. Образованіе на поверхности лавы конусовъ изъ шлаковъ и другія явленія, сопровождающія дѣятельность фумароль, даже такихъ знатоковъ вулканической дѣятельности, какъ Пальміери, могутъ иногда ввести въ заблужденіе. Уже было указано, что при сильномъ изверженіи Везувія 1872 г. громадная фумарола, обнаружившаяся изъ лавоваго потока, подала поводъ Пальміери видѣть въ ней открывшійся новый кратеръ,—настолько явленія, сопровождавшія дѣятельность этой фумаролы, были сходны съ явленіями, обнаруживающимися при изверженіи вулкана.

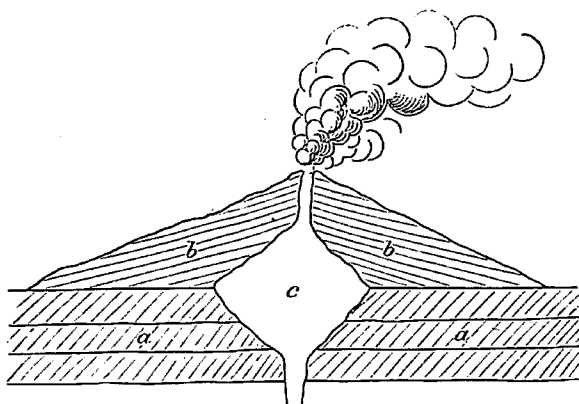
Тѣсное соотношеніе между огненно-жидкою лавою и парами воды объясняется конденсаціею расплавленной массою воды или водяного пара, а, вѣроятно, и другихъ газовъ. Поглощеніе газовъ и паровъ воды извѣстно въ настоящее время для многихъ другихъ веществъ, находящихся въ расплавленномъ состояніи: серебро обладаетъ способностью поглощать кислородъ, а при охлажденіи выдѣляетъ его, обуславливая трудность полученія королька съ ровною, какъ бы полированную, поверхностью; мѣдь и бронза поглощаютъ кислородъ, а при охлажденіи его выдѣляютъ; расплавленный чугуны, особенно марганцовистый, поглощаетъ значительное количество H , CO , и немного N ; окись свинца поглощаетъ кислородъ, сѣра—пары воды. По Девилю стекло, полученное сплавленіемъ изумруда съ известью, растворяетъ водородъ, выдѣляющійся при охлажденіи. Кислые ванадаты щелочныхъ металловъ поглощаютъ кислородъ, который также выдѣляется при охлажденіи. Такое же точно отношеніе можно видѣть между расплавленою лавою съ одной стороны, водою и различными парами и газами съ другой. На большихъ глубинахъ, гдѣ происходитъ соприкосновеніе лавы съ водою, послѣдняя, подъ значительнымъ давленіемъ, конденсируется лавою, а по мѣрѣ приближеніи этой послѣдней къ дневной поверхности, по мѣрѣ уменьшенія давленія и охлажденія лавы, вода, обращаясь въ водяной паръ, будетъ освобождаться и выдѣляться, обуславливая тѣ явленія, которыя наблюдаются при изверженіяхъ вулкановъ. Вотъ почему напряженность выдѣленія водяного пара столь различна при началѣ изверженія и концѣ его.

Такимъ отношеніемъ расплавленныхъ массъ къ водянымъ парамъ подъ давленіемъ большимъ, чѣмъ атмосферное, воспользовался Гохштеттеръ для полученія искусственнаго вулкана.

Этотъ ученый сплавлялъ въ паниновомъ котлѣ сѣру съ водою подъ давленіемъ отъ двухъ до трехъ атмосферъ. Такъ какъ для опыта сѣры требовалось много, то опытъ производился на содовой фабриктѣ, въ котлѣ значительныхъ размѣровъ. Сплавленная масса была вылита въ большую деревянную чашку, чтобы замедлить охлажденіе. На поверхности очень скоро образовалась кора, причеиъ охлажденіе и затвердѣваніе шло отъ краевъ къ центру; изъ свободнаго, непокрытаго еще корою, центрального отверстія стали вырыватья водяные пары, выносившіе на поверхность мелко измелченную сѣру, на подобіе вулканическаго пепла, и отлагавшіе ее вокругъ отверстія въ видѣ конуса, совсѣмъ какъ въ настоящихъ вулканахъ. Расплавленная сѣра поднималась въ отверстіе конуса и, стекая по склонамъ, разливалась, подобно лавѣ. Такія изверженія происходили периодически, въ продолженіе отъ одного до полуторыхъ часовъ; при этомъ образовались конусы отъ 0,3 до 0,45 метра въ діаметрѣ и отъ 0,025 до 0,037 метра высоты. Когда дѣятельность центрального искусственнаго вулкана прекратилась, можно было думать, что вся сѣра остыла въ чашкѣ. Гохштеттеръ для того, чтобы убѣдиться въ этомъ, искусственно пробуравилъ образовавшуюся твердую кору и изъ сдѣланнаго имъ отверстія снова обнаружилась непродолжительная дѣятельность, при помощи которой былъ насыпанъ небольшой побочный конусъ. Здѣсь, очевидно, дѣятельность въ главномъ конусѣ прекратилась только потому, что сѣра, поднимаясь по каналу и остывая въ немъ, прекратила возможность дальнѣйшаго выхода паровъ, а упругость ихъ въ это время была недостаточна для преодоленія препятствія. Конечно, когда вся сѣра затвердѣла, вызвать вулканическую дѣятельность было невозможно,—весь водяной паръ уже былъ выдѣленъ.

Этотъ опытъ Гохштеттера представляетъ еще и другой интересъ. Миниатюрные конусы изъ сѣры можно изучать до малѣйшихъ подробностей, можно готовить изъ нихъ разрѣзы по различнымъ направленіямъ. Такой разрѣзъ, приготовленный Гохштеттеромъ и проведенный чрезъ средину конуса, обнаружилъ слѣдующее: среди разрѣза можно было наблюдать (фиг. 150) какъ бы двѣ воронкообразныя полости, поставленныя другъ на друга (с). Нижняя воронка, направленная широкимъ отверстіемъ къверху, была заключена въ горизонтальныхъ слояхъ застывшей сѣры (а); верхняя воронка широкимъ отверстіемъ направленная книзу, заключалась въ наклонныхъ чередующихся слояхъ какъ мелко измельченной сѣры, такъ и ея потоковъ (b). Вся ограниченная ими полость, послѣ остыванія искусственнаго вулкана, явилась выполненною крупно-кристаллическою сѣрою.

Подтвержденіемъ того, что при вулканической дѣятельности вода играетъ одну изъ важнѣйшихъ ролей, а равно въ доказательство, что эту роль играетъ, повидимому, вода морская, служить изученіе сопровождающихъ изверженія газовъ, а равно и продуктовъ возгона, или сублиматовъ.



Фиг. 150. Схема вулкана Гохштеттера.

Въ составъ морской воды, какъ извѣстно, входятъ: хлористый натрій, сѣрнокислая известь, хлористые калий и магній. Въ ряду газообразныхъ выдѣленій вулкановъ хлористоводородная, сѣрнистая кислота и сѣроводородъ играютъ весьма выдающуюся роль, а эти продукты относительно легко получаютъ изъ вышеприведенныхъ солей морской воды. Фука, напр., фактически доказалъ, что подъ вліяніемъ перегрѣтаго водяного пара поваренная соль, разлагаясь, даетъ хлористоводородную кислоту. Сѣрнокислая соль извести точно такъ же въ присутствіи свободнаго водорода, при высокихъ температурахъ, можетъ давать какъ сѣрнистую кислоту и сѣроводородъ, такъ, наконецъ, и самородную сѣру. То же самое подтверждаютъ продукты возгона, въ числѣ которыхъ господствуютъ хлористыя соединенія натрія, калия, магнія и т. д., т.-е. соли, наиболѣе распространенныя въ морской водѣ.

Такое видное участіе воды и, вѣроятно же всего, морской въ вулканическихъ явленіяхъ подаетъ поводъ отыскивать именно въ ней причины пароксизмовъ вулканическихъ явленій. Полагаютъ, что вода проникаетъ по трещинамъ горныхъ породъ до расплавленной огненно-жидкой массы; здѣсь она конденсируется массою, находящеюся при высокой температурѣ

и громадномъ давленіи, увеличиваетъ ея объемъ и заставляетъ выступать по трещинамъ по направленію къ поверхности земли. На извѣстныхъ глубинахъ, гдѣ давленіе меньше, вода обращается въ паръ и, расширяясь при этомъ, выдавливаетъ внутреннюю массу на поверхность земли. Давленіе водяного пара во всякомъ случаѣ громадно, такъ какъ для поднятія только въ одномъ конусѣ вулкана высотой въ 3000 метровъ нужно допустить давленіе не менѣе 1000 атмосферъ.

Такой взглядъ на воду, какъ на причину періодической дѣятельности вулкановъ, встрѣчаетъ со стороны нѣкоторыхъ ученыхъ, между прочимъ и Лаппарана, возраженія. Эти возраженія относятся какъ къ тому географическому расположенію вулкановъ въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ водою, о которомъ было сказано раньше, такъ и къ парамъ воды, газамъ и продуктамъ возгона.

Первое изъ возраженій касается какъ бы нѣкоторой неправильности взгляда на то, что всѣ вулканы лежатъ на берегахъ морей. Примѣры указываются изъ цѣпи вулкановъ Андовъ, которые только, въ силу малаго масштаба географическихъ картъ, кажутся побережными вулканами, а въ сущности удалены на значительное разстояніе отъ моря. Вулканы Толима и Котопахи по прямому разстоянію отстоятъ на 200 километровъ отъ моря, Антисана на 230, а Сангай на 250 километровъ. Сангай дѣйствуетъ постоянно, а Котопахи, вмѣстѣ съ лавою, доставляетъ на дневную поверхность хлористоводородную кислоту. Попокатепель въ Мексикѣ, доставляющій большое количество хлористоводородной кислоты, отстоитъ отъ моря на 245 километровъ. Приводили еще вулканы центральной Азіи; но для насъ теперь этотъ примѣръ не убѣдителенъ. Эта относительная отдаленность вулкановъ отъ берега моря служитъ для вышеуказанныхъ ученыхъ однимъ изъ возраженій противъ принятія морской воды, какъ механическаго дѣятеля вулканизма. По ихъ мнѣнію, 250 километровъ представляютъ громадную цифру для прониканія морской воды, но для этихъ же самыхъ ученыхъ не представляется препятствіемъ, при объясненіи артезианскихъ колодезей, отыскивать для нихъ питательные резервуары въ разстояніяхъ еще большихъ, чѣмъ вышеприведенныя. Съ другой стороны, на какомъ основаніи можно утверждать, что именно тамъ, гдѣ проникаетъ морская вода по трещинамъ, тамъ и должно произойти изверженіе, развѣ это послѣднее не можетъ найти себѣ выходъ въ другомъ мѣстѣ, гдѣ встрѣчается меньше препятствій, даже на разстояніи 250 километровъ отъ морского бассейна? Наконецъ, если такимъ ученымъ необходимо нужно, чтобы вулканическая дѣятельность обнаружилась тамъ, гдѣ морская вода будетъ соприкасаться съ внутреннею массою, находящеюся при высокой температурѣ, то не проще ли допустить провиканіе морской воды по трещинамъ до подземнаго резервуара подъ то мѣсто, гдѣ лежитъ данный вулканъ, и соединеніе этого послѣдняго съ резервуаромъ болѣе короткою, широкою и самостоятельную трещиною, черезъ которую, какъ ближайшую, и будетъ происходить изверженіе, а по длиннѣйшей трещинѣ — доставка изъ моря воды.

Другое возраженіе направлено противъ принятія паровъ воды, га-

зовъ и продуктовъ возгона за части, происшедшія какъ отъ разложенія, такъ и отъ обращенія въ паръ морской воды. По мнѣнію противниковъ такого взгляда, вода, проникая горныя породы и приближаясь къ расплавленной огненно-жидкой массѣ, должна обратиться въ паръ и этимъ послѣднимъ прекратить дальнѣйшій доступъ воды. Въ этомъ возраженіи, съ одной стороны, упускается изъ виду, что на такихъ глубинахъ и при такомъ громадномъ давленіи вода находится въ жидкомъ состояніи, и какъ бы умышленно игнорируется то тѣсное соотношеніе между парами, газами и лавою, которое въ настоящее время вполнѣ констатировано. Такъ какъ эта встрѣча должна происходить на глубинахъ, т.-е. подъ громаднымъ давленіемъ, то расплавленная масса должна въ громадномъ количествѣ конденсировать воду и газы, а слѣдовательно, скорѣе будетъ притягивать ихъ, чѣмъ препятствовать ихъ доступу. Это подтверждается и опытомъ Добрэ, который бралъ пластинку песчаника въ 2 см. толщиною и помѣщалъ на нее воду, а снизу сильно накаливаль; несмотря на громадное различіе температуры, доходящее до 160° Ц., и давленіе до двухъ атмосферъ, вода быстро проникала сверху до нагрѣтой поверхности, Этотъ опытъ вполнѣ подтверждаетъ способность раскаленныхъ тѣлъ притягивать воду, просачивающуюся по тонкимъ трещинамъ.

Другія газообразныя вещества, а равно и продукты возгона, также, по мнѣнію этихъ ученыхъ, не могутъ служить подтвержденіемъ прониканія морской воды къ расплавленнымъ массамъ; они пытаются объяснить ихъ происхожденіе другимъ способомъ. Первое ихъ возраженіе основано на значительномъ количествѣ углекислоты, которое наблюдается въ газообразныхъ продуктахъ изверженія. Такъ какъ въ морской водѣ ея находятъ только слѣды, то невольно задаются вопросомъ: откуда же она берется, если въ морской водѣ ея нѣтъ? Отвѣтомъ на это служитъ слѣдующее. Известняки представляютъ горную породу, крайне распространенную въ природѣ, и если представить, что та громадная трещина, чрезъ которую идетъ доставка расплавленнаго содержимаго земли на дневную поверхность, прошла, между прочимъ, и чрезъ известнякъ, то высокая температура огненно-жидкой массы, а равно и сплавленіе известняка съ нею, должны обусловить выдѣленіе угольной кислоты, тѣмъ болѣе, что по опытамъ Добрэ углекислая известь (исландскій шпатъ), уже при 440° Ц., обнаруживаетъ начало диссоціаціи, а при 850° упругость углекислоты достигаетъ 85 мм. ртутн; слѣдовательно, даже просто пары воды, находящіеся въ сильно перегрѣтомъ состояніи, могутъ дѣйствовать разлагающимъ способомъ на известнякъ. Кромѣ того, выдѣленіе въ большомъ количествѣ углекислоты изъ нѣдръ земли можно объяснить и тою химическою реакціею, которая вызвана дѣйствіемъ кремневой кислоты на известняки и доломиты на глубинахъ подъ значительнымъ давленіемъ.

Чермакъ, Рейеръ, Лаппаранъ и нѣкоторые другіе ученые, исходя изъ самаго способа происхожденія земли изъ огненно-жидкаго состоянія, допускаютъ, что пары и разнообразныя газы были нѣкогда конденсированы расплавленою массою и что выдѣленіе ихъ при вулканическихъ

изверженіяхъ является результатомъ ослабленія давленія на глубинахъ. Эти пары и газы, по ихъ мнѣнію, впервые видятъ дневную поверхность земли. Э. Зюссъ, раздѣляя вышеуказанное возрѣніе, подраздѣлилъ ключи на вадозные и ювенильные (см. стр. 56). Въ этихъ послѣднихъ онъ и видитъ результатъ освобожденія паровъ и газовъ изъ нѣдръ земли. Трудно допустить, что при современномъ состояніи охлажденія земли, внутри ея сохранилось такое обильное количество паровъ и газовъ, которое наблюдается при изверженіи вулкановъ. Всѣ паро-, газообразные продукты и сублиматы значительно легче объяснить разложеніемъ морской воды и ея солей. Здѣсь не надо задаваться вопросомъ: почему мы встрѣчаемъ въ вулканическихъ изверженіяхъ господствующими только газы, происшедшіе отъ разложенія морскихъ солей и среди нихъ нѣтъ рѣшительно всѣхъ газовъ, которые должны были быть въ первоначальной расплавленной массѣ?

Противники гипотезы періодической дѣятельности вулкановъ, въ силу просачиванія къ расплавленной массѣ морской воды, принимаютъ, что поднятіе лавы къ дневной поверхности обусловлено охлажденіемъ земного шара, сжатіемъ его твердой оболочки и давленіемъ ея на нижележащую неотвердѣвшую часть, чѣмъ и обуславливается выжиманіе этой послѣдней и выходъ на дневную поверхность, причемъ съ оговорками принимаютъ, что во время выхода расплавленной массы она можетъ встрѣчать и морскую воду, просачивающуюся или стремящуюся по трещинамъ внизъ. Подобное же допущеніе во всякомъ случаѣ не объясняетъ періодичности въ дѣятельности вулкановъ; по этой гипотезѣ дѣятельность ихъ должна быть постоянною. Что морская вода принимаетъ участіе при изверженіи вулкановъ объ этомъ говоритъ и Аррениусъ. Онъ допускаетъ просачиваніе морской воды на значительныя глубины и кромѣ ея физическаго вліянія на нижележащую расплавленную массу здѣсь предполагается и вліяніе химическое. Исходя изъ того положенія, что при значительномъ повышеніи температуры (до 1000° Ц. и болѣе) пары воды обнаруживаютъ болѣе значительную кислотность, чѣмъ господствующая въ расплавленной массѣ кремневая кислота. Въ результатъ этого является и вліяніе химической реакціи: разложеніе силикатовъ, образованіе гидратовъ и т. д. Во всякомъ случаѣ, въ силу двухъ вышеуказанныхъ причинъ, Аррениусъ допускаетъ сильное увеличеніе объема расплавленной массы, а съ этимъ и приближеніе ея къ дневной поверхности, въ связи съ которымъ находится выдѣленіе паровъ и газовъ, обуславливающихъ изверженіе вулкана.

Разсмотрѣніе тѣснаго соотношенія воды съ огненно-жидкою лавою, а равно и разборъ возраженій, укрѣпляетъ насъ въ слѣдующемъ общемъ взглядѣ на причины вулканическихъ явленій. Земля, какъ міровой организмъ, произошла тѣмъ же способомъ, какъ и другія міровыя тѣла, т.-е. изъ расплавленныхъ огненно-жидкихъ массъ. Твердая ея оболочка покоится на сохранившемся до сихъ поръ общемъ слоѣ, находящемся при высокой температурѣ и громадномъ давленіи. Охлажденіе твердой оболочки, образованіе на ней складокъ и трещинъ обуславливаетъ нѣко-

торое давление на нижележащую массу и способствует ее поднятию по трещинамъ къ поверхности земли. По трещинамъ этой твердой оболочки морская вода проникаетъ до внутренняго содержимаго и подъ сильнымъ давленіемъ отчасти конденсируется этимъ послѣднимъ, отчасти дѣйствуетъ химически. Такое явленіе обуславливаетъ увеличеніе объема внутренней массы, давленіе на нее и выдавливаніе по тѣмъ трещинамъ, которыя представляютъ наименьшее препятствіе. Въ моментъ соприкосновенія морской воды съ расплавленной массою, необходимо допустить не только образованіе тѣхъ газовъ, которые являются спутниками изверженія, но и процессовъ раскисленія самой воды, на что указываетъ водородъ; можно полагать, что внутренняя масса содержитъ отчасти неокисленные тяжелые металлы, на что указываетъ, между прочимъ, нахожденіе самороднаго желѣза въ базальтахъ. Поднятіе расплавленныхъ массъ по трещинамъ съ различной глубины и среди разнообразныхъ горныхъ породъ должно, по нашему мнѣнію, отражаться на минеральномъ характерѣ выходящихъ на дневную поверхность лавъ и обуславливать ихъ петрографическое различіе. Такому различію, можетъ быть, до извѣстной степени способствуетъ и различіе въ составѣ слоевъ внутренней массы въ зависимости отъ глубины изверженія, какъ о томъ упомянуто выше. По мѣрѣ приближенія расплавленныхъ массъ къ дневной поверхности, поглощенные подъ громаднымъ давленіемъ вода и газы должны, въ силу уменьшенія давленія, охлажденія и измѣненія въ направленіи химическихъ реакцій отъ двухъ упомянутыхъ причинъ, выдѣляться изъ лавы, и это выдѣленіе должно обусловить почти весь тотъ внѣшній эффектъ, который наблюдается при изверженіи всякаго вулкана.

Причины землетрясеній уже давно отыскивались также въ вулканическихъ явленіяхъ, главнымъ образомъ, потому, что почти всегда сильныя изверженія вулкановъ или сопровождаются колебаніями не только самого вулкана, но и его окрестностей, иногда на значительныя разстоянія, или такія колебанія сплошь и рядомъ предшествуютъ изверженіямъ. Въ послѣднемъ случаѣ объясняютъ подземные толчки тѣмъ, что развивающіеся подъ землею пары и газы, не находя выхода, обнаруживаютъ страшное давленіе снизу на земную пору и приводятъ этимъ ее въ движеніе, причѣмъ развитіе вышеупомянутаго давленія приписывали по преимуществу взрывамъ паровъ и газовъ. Другіе объясняютъ происхожденіе землетрясеній совокупнымъ вліяніемъ солнца и луны на огненно-жидкое содержимое земли и вызванные этимъ обстоятельствомъ приливы (см. стр. 191). Третьи допускаютъ непрерывное сотрясеніе внутренней огненно-жидкой массы, вызванное постояннымъ уменьшеніемъ объема твердой земной коры, ея растрескиваніемъ, колебаніемъ и постояннымъ давленіемъ на нижележація массы. Наконецъ, четвертая группа ставитъ причины землетрясеній только въ зависимость отъ внутренняго строенія земли. Такъ, присутствіе въ горныхъ породахъ полостей и ихъ разрастаніе можетъ повести къ проваламъ, а движеніе при этомъ массы земли должно вызвать сотрясеніе прилегающихъ мѣстно-

стей. Точно также и перемѣщеніе по трещинамъ однихъ участковъ горныхъ породъ относительно другихъ должно вызвать колебанія земли и т. д.

Такое разнообразіе въ толкованіи причинности землетрясеній, повидному, вызвано тѣмъ, что каждый изслѣдователь какого-нибудь исключительнаго землетрясенія, предлагая для объясненія его свою гипотезу, считалъ послѣднюю универсальною и думалъ только ею объяснить всѣ землетрясенія. Намъ кажется, что въ разсмотрѣніи этого вопроса необходимо имѣть въ виду три господствующихъ рода землетрясеній; одни — присущія странамъ вулканическимъ и для такихъ землетрясеній едва ли можно найти болѣе простую причину, чѣмъ та, которою объясняютъ и дѣятельность самихъ вулкановъ, т.-е. высокая температура внутренности земли. Такія землетрясенія мы называемъ вулканическими. Другія землетрясенія находятся въ связи съ внутреннимъ строеніемъ горныхъ породъ: съ нарушеннымъ ихъ напластованіемъ, съ присутствіемъ въ нихъ полостей и т. д. Эти землетрясенія не могутъ пользоваться такимъ значительнымъ распространеніемъ, какъ первыя, и въ нѣкоторыхъ случаяхъ причины ихъ происхожденія прямо обнаруживаются на дневной поверхности провальными ямами или земляными воронками. Такимъ образомъ, можно, напр., объяснять землетрясенія, которыя періодически наблюдаются въ Крыму. Наконецъ, въ горообразовательныхъ процессахъ нельзя не видѣть и третьей, повидному, наиболѣе распространенной причины землетрясеній. Такъ какъ такіе процессы находятся въ зависимости отъ жизни земли, т.-е. постепеннаго охлажденія и сокращенія ея объема, то землетрясенія, вызванныя этимъ явленіемъ, должны быть и болѣе постоянными и захватывать большія пространства земной поверхности. Землетрясенія, обусловленные двумя послѣдними причинами, мы называемъ тектоническими.

Причины поднятій и опусканій мѣстностей могутъ быть различны въ зависимости отъ того, имѣютъ ли дѣло съ явленіями, выражающимися быстро и рельефно, или съ медленными, вѣковыми. Быстрыя выступанія или опусканія мѣстностей надъ или подъ уровень сосѣдняго водоема имѣютъ мѣсто всегда въ вулканическихъ областяхъ, а потому иного объясненія дать имъ и нельзя, какъ сопоставляя причину ихъ съ причинами дѣятельности вулкана. Другое дѣло вѣковыя колебанія. Площади, захватываемыя ими, громадны и часто совсѣмъ лишены нынѣ дѣйствующихъ вулкановъ, а потому непосредственно сопоставлять причину ихъ съ причиной дѣятельности вулкановъ, хотя и возможно, но и другія соображенія не должны быть чуждыми при попыткахъ объясненія этого явленія. Съ одною изъ попытокъ такого объясненія мы познакомимся ниже при описаніи процессовъ минеральной жизни горныхъ породъ. Другую попытку можно видѣть въ новѣйшемъ возрѣніи, по которому явленія поднятій, или отрицательныхъ колебаній уровня, и опусканій, или положительныхъ колебаній, ставятся въ зависимость отъ явленія притяженія воды материками и островами; такъ какъ эта сила притяженія обусловлена массою, то, при увеличеніи материковъ и острововъ, они

будутъ сильнѣе притягивать воду и у береговъ будутъ наблюдаться явленія положительнаго колебанія уровня, трансгрессія моря или опусканія, а при ихъ уменьшеніи — обратное явленіе. Такое объясненіе явилось какъ результатъ непосредственныхъ наблюденій надъ уклоненіями отвѣса въ различныхъ мѣстностяхъ земнаго шара. Эти наблюденія указываютъ, что сила притяженія наименьшую величину имѣетъ среди материковъ, тогда какъ наибольшая соотвѣтствуетъ срединамъ океановъ, несмотря на то, что здѣсь надо было бы ожидать уменьшенія силы притяженія. Такія наблюденія какъ бы невольно говорятъ въ пользу того, что въ срединѣ океановъ наблюдатель находится ближе къ центру притяженія земли, чѣмъ на материкахъ и у ихъ береговъ, а отсюда легко вывести заключеніе, что поверхность моря значительно поднимается въ силу притяженія твердыми земными массами у береговъ и стоитъ значительно ниже въ срединѣ океана. Листингъ называетъ „геоидомъ“ эллипсоидальную поверхность моря, измѣненную притяженіемъ материковъ. Различные расчеты, сдѣланные въ этомъ направленіи, указываютъ на разницу уровня воды у береговъ и въ открытомъ морѣ отъ 36 и до 2000 метровъ, т.-е. уровень моря приподнять у различныхъ береговъ неравномѣрно, хотя въ то же время градусное измѣреніе отъ Чернаго и Балтійскаго морей къ Ледовитому океану обнаружило находженіе уровня ихъ на одной и той же высотѣ. Лейпольдъ въ позднѣйшее время, рассматривая добытые наблюденіями факты, указываетъ, что въ ряду ихъ наблюдаются значительныя несоотвѣтствія. Такъ, у береговъ Европы, одного изъ крупнѣйшихъ материковъ, уровень водъ стоитъ много ниже, чѣмъ у береговъ Америки. Въ Южн. Америкѣ, напр., уровень по восточному берегу на 500—600 метровъ выше нормы, тогда какъ на западномъ, гдѣ тянется громадный массивъ Кордильеровъ, онъ выше всего на 300 метровъ. По мнѣнію Лейпольда, изъ добытыхъ данныхъ можно видѣть, что наблюдается масса неправильностей въ самомъ объясненіи измѣненія уровня моря, неправильностей, не подчиняющихся никакимъ расчетамъ. Съ другой стороны, тотъ же изслѣдователь обращаетъ вниманіе и на барометрическія наблюденія въ различныхъ мѣстахъ земнаго шара, которыя, по его мнѣнію, нисколько не соотвѣтствуютъ расчетамъ, сдѣланнымъ на основаніи наблюденій надъ колебаніемъ отвѣса, и приводятъ къ другимъ результатамъ, т.-е. хотя и указываютъ мѣстныя небольшія поднятія уровня моря у материковъ, но никоимъ образомъ не подтверждаютъ тѣхъ громадныхъ цифръ, которыя выводили изъ наблюденій надъ отвѣсомъ, а потому онъ скорѣе согласенъ приписать неправильности, наблюдаемыя изъ колебанія отвѣса, вліянію мѣстныхъ горныхъ породъ.

Изъ данныхъ, извѣстныхъ по настоящее время, конечно, нельзя видѣть въ уровнѣ моря величину постоянную; колебанія этого уровня находятся въ зависимости отъ многихъ причинъ и въ томъ числѣ и отъ притяженія воды материковъ, хотя при этомъ нельзя допустить такой громадной разницы, какъ это принимаютъ нѣкоторые. Съ другой стороны, имѣются факты, доставленные изученіемъ строенія горныхъ кражей, доказывающіе, что и за земною корою необходимо допустить извѣстную долю

подвижности, а съ тѣмъ вмѣстѣ и возможность нарушенія причинами вулканическими того равновѣсія, которое могло установиться въ данной мѣстности между сушею и омывающимъ ее моремъ.

Значеніе вулканическихъ явленій для геологіи.

Вулканизмъ во всѣхъ своихъ проявленіяхъ представляетъ крайне важное значеніе для геологіи. Вулканы, проявляя свою дѣятельность, постоянно напоминаютъ о громадныхъ запасахъ внутри земли высокой температуры. Вода, просачивающаяся чрезъ горныя породы и теряющаяся такимъ способомъ съ поверхности земли, отчасти снова возвращается вулканами на эту поверхность. Наконецъ, твердый матеріалъ дѣятельности вулкановъ, появляясь изъ нѣдръ земли, долженъ постоянно увеличивать земную поверхность. Чтобы видѣть, какъ значительно измѣненіе конфигураціи земной поверхности, обусловленное исключительно дѣятельностью вулкановъ, достаточно взглянуть на массивы Эльборуса и Казбека, представляющіе грандіозное нагроможденіе вулканическихъ продуктовъ, или на громадныя площади Исландіи, покрытыя лавовыми потоками или рыхлыми продуктами вулканической дѣятельности, а если прибавить къ этому, что вулканическая дѣятельность присуща землѣ съ начала ея образованія, то, конечно, неудивительно, что значительное количество памятниковъ жизни земли обязано своимъ происхожденіемъ вулканамъ.

Есть еще одна сторона, на которую слѣдуетъ обратить вниманіе. Разнообразные твердые продукты, доставляемые вулканами, хотя и представляютъ значительное различіе минералогическаго характера, но, тѣмъ не менѣе, всѣ содержатъ достаточное количество щелочей, а потому доставленіе ихъ на дневную поверхность можетъ дать крайне важный и полезный матеріалъ для жизни растений. Нѣкоторыя мѣстности прямо обнаруживаютъ то значительное вліяніе — какое могутъ имѣть продукты изверженія вулкановъ. Достаточно указать на вулканической округъ Неаполя, въ особенности на окрестности Везувія. Непогодородныя, обнаженныя известняковыя скалы Аппенинской горной цѣпи въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ Неаполемъ представляютъ рѣзкій контрастъ съ мѣстностями, занятыми лавовыми потоками Везувія. Обильные виноградники и питомники другихъ культурныхъ растений часто могутъ служить прямыми указателями тѣхъ мѣстъ, гдѣ нѣкогда проходилъ лавовый потокъ; непосредственно на его поверхности встрѣчаютъ густую культурную растительность.

Значеніе землетрясеній для геологіи уже было указано въ своемъ мѣстѣ (стр. 193), гдѣ говорилось о непосредственныхъ ихъ результатахъ.

Наибольшее значеніе для геологіи представляютъ явленія поднятій и опусканій. Извѣстно, напр., что высокіе горные кряжи представляютъ собою опредѣленные пояса или зоны растительности: извѣстно, что въ

связи съ ними находится и жизнь животныхъ, а потому малѣйшее нарушеніе установившихся въ такихъ мѣстахъ условій влечетъ за собою иногда крайне крупныя измѣненія; въ тѣхъ горныхъ кряжахъ, которые, подъ вліяніемъ или опусканій, или поднятій, измѣняютъ свою абсолютную высоту, должно произойти измѣненіе и перемѣщеніе составляющихъ ихъ зонъ. Тѣ же высокіе горные кряжи своими пониженіями могутъ открыть плодородныя мѣстности холоднымъ сѣвернымъ вѣтрамъ и этимъ обусловить сильное измѣненіе климата, а вмѣстѣ съ тѣмъ и условій существованія организмовъ. Точно такъ же и поднятіе кряжа, не достигающаго снѣговой линіи, за предѣлы этой послѣдней, можетъ вызвать появленіе ледниковъ, которые, спускаясь часто много ниже снѣговой линіи, должны вліять своею массою на охлажденіе климата.

Опусканіе и поднятіе земной поверхности часто могутъ обнаружить свое вліяніе на мѣстности, сравнительно отдаленныя отъ тѣхъ, гдѣ наблюдаются подобнаго рода явленія. Какъ примѣръ, можно привести объясненіе Эшера-фанъ-деръ-Ливта и Дезора, данное этими учеными для нѣкогда бывшаго и значительнаго оледенѣнія Альповъ. Изученіе альпійскихъ ледниковъ уже давно обнаружило, что сравнительно недавно эти ледники пользовались гораздо большимъ распространеніемъ, чѣмъ нынѣ. Наблюденіе надъ современными ледниками также давно показало, что теплые экваторіальныя вѣтры (по преимуществу сирокко) сильно способствуютъ таянію нынѣшнихъ ледниковъ. Если эти вѣтры господствуютъ въ теченіе нѣсколькихъ дней, то теплый, приносимый ими, воздухъ настолько сильно дѣйствуетъ на ледники Альповъ, что эти послѣдніе своимъ таяніемъ вызываютъ обильныя наводненія рѣкъ, берущихъ изъ-подъ нихъ начало. Такъ какъ нынѣ такими теплыми вѣтрами обусловлено сильное таяніе ледниковъ и такъ какъ своимъ происхожденіемъ эти теплые вѣтры обязаны Сахарѣ, то очевидно, что и въ своихъ объясненіяхъ вышеупомянутые ученые старались искать причину нѣкогда бывшаго болѣе сильнаго развитія въ Альпахъ ледниковъ въ зависимости отъ состоянія Сахары. Изученіе этой страны уже давно подавало поводъ считать ее еще недавнимъ дномъ моря. Въ пользу этого приводили: 1) пески, которые покрываютъ Сахару и въ которыхъ найдены раковины современныхъ морскихъ моллюсковъ; 2) присутствіе въ этой пустынѣ соляныхъ озеръ—какъ бы послѣднихъ слѣдовъ пребыванія моря, и 3) ограниченіе Сахары, какъ съ сѣвера, такъ и съ юга, уступами или террасами, которыя, какъ извѣстно, могли произойти только на берегу воднаго бассейна. Эти факты какъ бы подтверждали ту мысль, что Сахара еще недавно находилась подъ уровнемъ воды, а это обстоятельство должно было оказать сильное вліяніе на климатическія условія Альпійской горной цѣпи. При тѣхъ условіяхъ, въ которыхъ нынѣ находится Сахара, солнечные лучи, вертикально падая, нагрѣваютъ пески пустыни, а отъ нихъ и воздухъ. Этотъ послѣдній, подчиняясь законамъ воздушныхъ теченій, будетъ направляться къ полюсамъ, проходя надъ Средиземнымъ моремъ. Здѣсь теплый и сухой воздухъ можетъ заимствовать только ничтожное количество влаги и приходитъ къ горамъ въ видѣ теплаго и сухого воздушнаго

теченія. Встрѣчая на пути своего движенія Альпы, онъ отклоняется этими послѣдними въ болѣе высокіе и холодные слои атмосферы. Прямымъ результатомъ этого отклоненія и будетъ то обильное таяніе альпійскихъ ледниковъ, которое наблюдается при продолжительныхъ южныхъ вѣтрахъ. Представимъ тотъ случай, когда поверхность Сахары опустится подъ уровень моря. Вертикально падающіе подъ экваторомъ лучи солнца, встрѣтивъ здѣсь поверхность воды, конечно, будутъ нагрѣвать ее и обращать часть ея въ парообразное состояніе. Такой переходъ воды изъ жидкаго въ парообразное состояніе, какъ извѣстно, переводитъ часть теплоты въ скрытое состояніе. Теплое воздушное теченіе, здѣсь образующееся, уже является въ достаточной степени охлажденнымъ и обогащеннымъ водянымъ паромъ, а проходя надъ остальнымъ пространствомъ Сахары, покрытымъ моремъ, и надъ поверхностью Средиземнаго моря, оно должно приносить къ Альпамъ громадныя запасы атмосферной влаги, которая и могла питать тѣ громадныя ледники, которые существовали нѣкогда въ Альпахъ. Итакъ, допустивъ, что сравнительно недавно Сахара находилась подъ уровнемъ моря, а затѣмъ была выведена поднятіемъ изъ-подъ этого послѣдняго, можно вполне удовлетворительно объяснить тѣ грандіозныя измѣненія, которыя замѣчены въ Альпахъ ¹⁾.

Теплое морское теченіе Гольфштремъ, нагрѣтое до 30° Ц., выходя изъ Мексиканскаго залива, отклоняется, въ силу закона Бэра, къ востоку и встрѣчаетъ здѣсь западные берега Европы. Извѣстно, что одинъ кубическій футъ воды при охлажденіи на 1° Ц. способенъ нагрѣть 3300 куб. ф. воздуха на одинъ градусъ. Понятно поэтому, что Гольфштремъ долженъ крайне благотворно дѣйствовать на климатъ Западной Европы, и ничѣмъ инымъ нельзя объяснить то, что граница винограда отодвинута въ Западной Европѣ почти на десять градусовъ къ сѣверу сравнительно съ Сѣверной Америкой. Точно также только Гольфштрему должно приписать, что средняя годовая температура западнаго побережья Франціи, подъ широтою г. Вѣны, достигаетъ 11° Ц., тогда какъ подъ тою же широтою въ Сѣверной Америкѣ, не омываемой теплымъ теченіемъ, всего 0° Ц. Если представить, что на пути движенія Гольфштрема къ берегамъ Западной Европы дно Атлантическаго океана подвергнется медленному поднятію, то это постепенно выступающее дно, должно встрѣтить Гольфштремъ и отклонить его отъ береговъ Зап. Европы, а съ тѣмъ вмѣстѣ лишить эту послѣднюю той согрѣвающей силы, благодаря которой она пользуется такими превосходными климатическими условіями. Уничтоженіе ихъ повлечетъ за собою и отодвиганіе современной растительности къ югу, а за нею должна послѣдовать и фауна.

До сихъ поръ приводились отдѣльные случаи, на которыхъ дѣлались попытки показать важность явленій опусканій и поднятій мѣстностей.

¹⁾ Благодаря работѣ Циттеля, въ значительной степени поколеблено мнѣніе Эшера и Дезора. Циттель показалъ, что если Сахара и была сравнительно недавно покрыта моремъ, то на крайне незначительной площади, потому что большая часть ея покрыта третичными и мѣловыми образованіями.

Современныя явленія поднятій, захватывающія такія громадныя площади, какъ Скандинавія и весь сѣверъ Европ. и Азіат. Россія, а равно и опускающія, захватывающихъ собою почти всю поверхность Тихаго океана, вполне убѣдительно свидѣтельствуютъ, что на громаднѣхъ пространствахъ земной поверхности, въ широкомъ масштабѣ, можетъ быть и понынѣ наблюдаемъ обмѣнъ между сушею и моремъ. Поэтому весьма вѣроятно, что можетъ представиться случай, когда, при сохраненіи тѣхъ же отношеній между сушею и моремъ, какія наблюдаются и нынѣ, всѣ материки сосредоточатся у полюсовъ, а моря—подъ экваторомъ. Придерживаясь того же разсужденія, которое принимали для объясненія нѣкогда бывшихъ громаднѣхъ ледниковъ Альповъ, должно будетъ прійти къ заключенію, что предположенное распредѣленіе материковъ и морей вызоветъ наибольшее напряженіе холода по всей земной поверхности. Теплыя воздушныя теченія, зарождающіяся подъ экваторомъ, найдутъ на своемъ пути обширную поверхность моря, въ значительной степени будутъ охлаждены этой послѣдней и обогащены водяными парами. Проходя затѣмъ надъ поверхностью моря далѣе, они еще болѣе поглотятъ влаги и дойдутъ до материковъ, лежащихъ въ странахъ полярныхъ, изобилуя атмосферными осадками. Эти послѣдніе своимъ скопленіемъ вызовутъ образованіе обширныхъ и мощныхъ ледниковъ или, можетъ быть, и общаго ледниковаго покрова. Въ томъ и другомъ случаѣ сползаніе въ море массы льда будетъ давать начало плавающимъ ледянымъ горамъ, которыя, разъ получивъ толчокъ, будутъ разноситься далеко по его поверхности и, въ свою очередь, вліять на пониженіе температуры воздуха.

Если взять другой крайній случай и предположить, что всѣ материки сосредоточатся подъ экваторомъ, а всѣ моря въ странахъ холодныхъ, то при этомъ условіи климатъ по всей земной поверхности будетъ теплый и влажный, т.-е. будутъ достигнуты климатическія условія, диаметрально противоположныя тѣмъ, которыя имѣли бы мѣсто при сосредоточеніи материковъ въ странахъ холодныхъ.

Изученіе твердой земной поверхности вполне убѣждаетъ въ томъ, что обмѣнъ между сушею и моремъ совершался и въ предшествующія геологическія эпохи. На высокихъ горахъ находятъ часто морскія отложенія, переполненныя организмами, — вся поверхность суши, главнымъ образомъ, состоитъ изъ водныхъ отложеній различныхъ геологическихъ эпохъ, а эти послѣднія могли сдѣлаться сушею только вслѣдствіе выступанія дна моря изъ-подъ уровня этого послѣдняго. Нахожденіе морскихъ образованій на высотахъ, иногда достигающихъ 5000 метровъ надъ уровнемъ моря, вполне убѣждаетъ въ томъ, что со времени отложенія этихъ образованій явленіе поднятія вывело эти осадки на столь значительную абсолютную высоту. Какъ въ наиболѣе древнихъ памятникахъ жизни нашей планеты, такъ и въ самыхъ новѣйшихъ, можно видѣть цѣлый рядъ крайне разнообразныхъ соотношеній между осадками. То на морскіе слои налегаютъ слои солоноватыхъ водъ, переходящія постепенно къверху въ прѣсноводныя, то на осадки солоноватыхъ водъ снова нале-

гаютъ морскіе и т. д. Такіи взаимныя отношенія можно объяснить только какъ слѣдствіе поднятій и опусканій.

Изученіе памятниковъ жизни земли даетъ возможность реставрировать материки и моря опредѣленныхъ геологическихъ эпохъ, а сравненіе такихъ реставрировокъ между собою приводитъ къ заключенію, что сдѣланное предположеніе о послѣдствіяхъ сосредоточенія материковъ у полюсовъ или у экватора нисколько не преувеличено. Между этими двумя крайностями возможно много промежуточныхъ состояній. Такія-то промежуточныя фазы и находятъ при реставрировкѣ распредѣленія древнихъ материковъ и морей, а, въ зависимости отъ этого, указанія на крайне разнообразныя измѣненія климатическихъ условій.

Если въ геологической дѣятельности атмосферы и воды преобладаетъ нивеллирующее начало, то въ вулканическихъ явленіяхъ надобидѣть наиболѣе энергичнаго ихъ антагониста. Во всѣхъ своихъ проявленіяхъ вулканизмъ стремится нарушить то однообразіе, которое обуславливаетъ геологическая дѣятельность атмосферы и воды, и современное состояніе нашей планеты есть выраженіе той борьбы, которая ведется между этими наиболѣе значительными ея геологическими дѣятелями. Что конецъ этой борьбы еще далекъ, что и въ современную геологическую эпоху она выражается еще весьма рельефно, объ этомъ свидѣтельствуютъ понынѣ высоко поднимающіяся горы и глубокія низины, наблюдаемыя въ видѣ грандіозныхъ глубинъ на днѣ океана, доказывающія, что результаты геологической дѣятельности атмосферы и воды еще далеко не привели къ тому однообразію, которое должно было бы наблюдаться, еслибы только онѣ однѣ дѣйствовали на земную поверхность.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДѢЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗМОВЪ.

Вліяніе растеній на измѣненіе земной поверхности.

Жизнедѣятельность растеній можетъ въ значительной степени вліять на земную поверхность. Съ одной стороны, она обуславливаетъ извѣстныя измѣненія поверхностныхъ горныхъ породъ, съ другой стороны, остатки растеній могутъ отлагаться въ низинахъ и въ котловинахъ въ болѣе или менѣе значительныхъ массахъ и въ различной степени разложенія. Въ послѣднемъ случаѣ представляется возможнымъ отличать отложенія, происшедшія изъ наземныхъ и водныхъ растеній, а потому, для болѣе подробнаго знакомства съ жизнедѣятельностью растеній, необходимо разсмотрѣть образованіе почвъ, болотъ и торфяниковъ, скопленіе наземныхъ растеній въ рѣкахъ и озерахъ и скопленіе растительныхъ остатковъ въ моряхъ и океанахъ.

РАЗЛОЖЕНІЕ РАСТЕНІЙ НА ВОЗДУХЪ И ВЪ ВОДѢ.

Прежде чѣмъ перейти къ специальному разсмотрѣнію жизнедѣятельности растений въ отдѣльныхъ вышеупомянутыхъ случаяхъ, необходимо остановиться на весьма важномъ вопросѣ о томъ, какимъ процессамъ подвергается растеніе въ томъ случаѣ, когда оно прекратило свое существованіе?

Нужно замѣтить, что въ разложеніи растенія наблюдается довольно крупное различіе, въ зависимости отъ того—погибло ли оно на открытомъ воздухѣ, или въ землѣ, или въ водѣ. Такъ какъ всякое растеніе состоитъ изъ углерода, водорода, кислорода, азота и минеральныхъ веществъ, или золы, то въ случаѣ гибели растенія на открытомъ воздухѣ, подъ вліяніемъ кислорода этого послѣдняго, происходитъ образованіе ряда газообразныхъ продуктовъ, которые смѣшиваются съ атмосферою, и въ концѣ концовъ отъ растенія остается только одна зола. Когда растеніе гибнетъ, покрываясь землею, можно отличить два рѣзко обособленныхъ случая: одинъ—въ климатѣ сухомъ, другой—во влажномъ. Въ первомъ изъ этихъ случаевъ ходъ разложенія растенія представить полное подобіе ходу разложенія растений на открытомъ воздухѣ, — все органическое вещество растений будетъ сгорать. Второй случай, наоборотъ, представляетъ подобіе ходу разложенія растений въ водѣ, а потому прежде и надо разсмотрѣть наиболѣе чистый ходъ разложенія растений, защищенныхъ отъ атмосферы слоемъ воды.

Различныя воды, хотя и содержатъ въ растворѣ составныя части воздуха, но, какъ извѣстно, въ небольшомъ количествѣ (на 100 объемовъ морской воды всего 2,06% воздуха). Кислородъ, растворенный въ водѣ, конечно, долженъ обнаружить свое окисляющее дѣйствіе на погибшій растительный организмъ и этотъ послѣдній будетъ отчасти подвергаться сгоранію, но дальнѣйшее сгораніе должно произойти на счетъ составныхъ частей самого растенія. На счетъ кислорода и углерода растений образуется углекислота, на счетъ водорода—углеводороды. Впрочемъ, помимо такого главнаго хода разложенія, при этомъ наблюдаются болѣе сложныя явленія: образуется какъ рядъ соединеній индифферентныхъ—ульминъ и гуминъ, такъ и рядъ кислотныхъ продуктовъ—разнообразныхъ гуминовыхъ, креновыхъ, апокреновыхъ, торфяниковыхъ и т. п. кислотъ, растворимыхъ въ видѣ солей въ водѣ. Что, дѣйствительно, подъ водою растенія разлагаются на счетъ своихъ составныхъ частей, это, между прочимъ, доказываютъ газы, выдѣляющіеся изъ болотъ, напр., болотный газъ (CH_4), получившій отсюда даже свое наименованіе. То же можно доказать и другимъ способомъ. Такъ какъ въ растеніи больше всего углерода, то понятно, что, по мѣрѣ соединенія его съ заключающимся въ растеніяхъ кислородомъ и водородомъ, остатокъ, получающійся отъ разложенія, долженъ съ теченіемъ временемъ обогащаться углеродомъ и бѣднѣть кислородомъ и водородомъ. Это предположеніе подтверждается

анализами мха и различныхъ торфовъ, взятыхъ изъ одного и того же болота, но съ различныхъ глубинъ, а потому представляющихъ растенія различной древности погребенія.

	Углеродъ.	Водородъ.	Кисло- родъ.	Азотъ.	Зола.
Мохъ (Sphagnum)	49,88	6,54	42,42	1,16	—
Бурый торфъ съ поверхности . .	57,75	5,43	36,06	0,80	2,72
Торфъ съ глубины 2,6 метра . .	62,02	5,21	30,67	2,10	7,42
Черный торфъ съ глубины 4,6 метра	64,07	5,01	26,87	4,05	9,16

Правильность вышеприведеннаго заключенія подтверждается еще и другими данными. Въ природѣ встрѣчаются въ различныхъ геологическихъ образованияхъ породы углерода; обязанныя своимъ происхожденіемъ растеніямъ и представляющія всевозможныя степени обѣднѣнія растеній кислородомъ и водородомъ и обогащенія углеродомъ, причемъ такое измѣненіе находится въ связи съ временемъ захороненія растеній, т.-е. породы углерода тѣмъ богаче углеродомъ, чѣмъ древнѣе ихъ происхожденіе.

Растенія, разлагающіяся въ землѣ въ странахъ съ влажнымъ климатомъ, подвергаются почти такимъ же процессамъ, какъ и въ водѣ: образуется гуминъ и ульминъ, и рядъ кислотныхъ продуктовъ, которые пропитываютъ собою землю и препятствуютъ произрастанію на ней нѣкоторыхъ растеній. Конечно, между сухимъ и влажнымъ климатомъ существуетъ множество переходовъ, а потому можетъ представиться большое разнообразіе и въ характерѣ разложенія растеній, погребенныхъ въ землѣ. Въ климатахъ средней влажности значительная часть кислотныхъ продуктовъ можетъ сгорѣть, въ силу прониканія въ землю воздуха, и этимъ процессомъ часто обуславливается образованіе весьма плодородныхъ почвъ.

Разложеніе растеній подъ водою идетъ во всякомъ случаѣ крайне медленно и, конечно, находится въ зависимости и отъ размѣровъ разлагающейся части растенія. Разложеніе стволовъ деревьевъ, извлекаемыхъ изъ воды, показываетъ, что иногда нужно нѣсколько тысячелѣтій для того, чтобы дерево замѣтно обогатилось углеродомъ. Такъ анализъ чернаго дуба, извлеченнаго изъ слоевъ, въ которыхъ рядомъ съ нимъ были найдены одновременные ему по захороненію остатки человѣка глубокой доисторической древности — временъ каменнаго вѣка, свидѣтельствуетъ, что за это время дубъ обогатился углеродомъ всего на 2,37% и пропорціонально этому обѣднѣлъ кислородомъ и водородомъ.

П О Ч В Ы.

Растительность, селящаяся на поверхности земли, производит въ поверхностныхъ породахъ цѣлый рядъ измѣненій и вызываетъ образованіе особыхъ отложеній, генетически связанныхъ съ нижележащими породами и извѣстныхъ подъ именемъ почвъ. Такъ какъ главными образователями почвъ являются растенія, то понятно, что только тѣ горныя породы могутъ дать начало почвамъ, которыя удовлетворяютъ требованіямъ, необходимымъ для жизни растеній. Эти требованія заключаются въ извѣстной разрыхленности горной породы, которая даетъ возможность закрѣпляться корнямъ растеній, и въ содержаніи въ горныхъ породахъ нужныхъ для питанія растеній минеральныхъ веществъ, притомъ неизмѣнно въ формѣ, удобоусвояемой растеніями. Первое изъ вышеупомянутыхъ условій можетъ быть крайне различно для различныхъ растеній: лишайники, мхи, верескъ, а также нѣкоторые кустарники ютятся почти на голыхъ скалахъ, тогда какъ многія травы, изъ нихъ въ особенности злаки, требуютъ тонкоизмельченнаго матеріала. Точно такъ же второе условіе, содержаніе неорганическихъ веществъ, можетъ представить нѣкоторое разнообразіе, правда, менѣе значительное, чѣмъ въ вышеупомянутомъ случаѣ. Принимая во вниманіе, что для жизни растенія требуются небольшія количества неорганическихъ соединеній, можно прійти къ заключенію, что почти всѣ горныя породы, при участіи растеній, способны образовать почвы.

Вышеуказанныя два условія въ коренныхъ горныхъ породахъ приготавливаются природою путемъ цѣлаго ряда процессовъ. Вліаніемъ составныхъ частей атмосферы, ея температуры, атмосферныхъ осадковъ и сгущеніемъ на поверхности земли амміака, поверхностные выходы горныхъ породъ разрушаются, разрыхляются, и этимъ открывається возможность закрѣпляться корнямъ растеній. Такое поверхностное разрушеніе, представляя и физическое, и химическое измѣненіе горныхъ породъ, обуславливаетъ также переводъ нѣкоторыхъ минеральныхъ веществъ въ соединенія удобоусвояемыя растеніями. Такими соединеніями являются водныя кремнекислыя, сѣрнокислыя, углекислыя и другія соли щелочныхъ и щелочноземельныхъ металловъ, между которыми главную роль играютъ гидратныя соли кремневой кислоты — такъ называемые цеолиты; растворяясь при помощи кислыхъ выдѣленій корней растеній, они даютъ этимъ послѣднимъ возможность поглотить изъ нихъ нужныя для растенія щелочныя и щелочноземельныя вещества и въ то же время, не растворяясь въ водѣ, предохраняютъ почву отъ вымыванія изъ нея вышеуказанныхъ веществъ. Кромѣ того, цеолиты, обладая способностью обмѣниваться своими основаніями съ другими соединеніями, поглощаютъ изъ этихъ послѣднихъ вещества, полезныя для растеній. Этимъ свойствомъ цеолитовъ, между прочимъ, объясняется способность почвы поглощать изъ протекающихъ чрезъ нее растворовъ одни вещества и отдавать другія.

Когда на приготовленной для жизнедѣятельности корней горной породѣ поселяется растительность, эта послѣдняя, въ свою очередь, производитъ рядъ измѣненій, которые можно назвать собственно почвенными процессами. Растеніе, разъ укрьпивъ свой корень, сразу становится живымъ посредникомъ между горною породою и атмосферою: съ одной стороны, оно извлекаетъ изъ горныхъ породъ и выводитъ на поверхность земли рядъ минеральныхъ веществъ, съ другой — передаетъ въ почву рядъ органическихъ соединений, приготовленныхъ имъ изъ угольной кислоты подъ вліяніемъ свѣта и солнечной теплоты. Затѣмъ, погибающее растеніе не только возвращаетъ въ горную породу ранѣе поглощенные изъ нея минеральныя вещества, переработавъ ихъ въ другую болѣе подвижную форму, но кромѣ того обогащаетъ горную породу органическимъ веществомъ. Ходъ разложенія растений въ зависимости отъ влажности или сухости климата принимаетъ, какъ указано выше, различное направленіе. Согласно Тэеру, принято всему комплексу органическихъ, окрашенныхъ въ черный цвѣтъ, соединений, придающихъ почвамъ болѣе или менѣе темный цвѣтъ, давать названіе гумуса. Понятно, что гумусъ, въ зависимости отъ сухости или влажности климата, долженъ представить громадное разнообразіе своего состава, чѣмъ легко, напр., объяснить происхожденіе почвъ кислыхъ и почти лишенныхъ кислыхъ продуктовъ. При образованіи гумуса, а равно и азотнокислыхъ соединений (нитратовъ), довольно дѣятельное участіе принимаютъ микроорганизмы, а пережѣиванію и болѣе тѣсному соединенію минеральныхъ веществъ съ органическими способствуютъ и другіе болѣе крупныя организмы (черви, кроты, суслики и т. д.).

Накопленіе въ почвѣ всѣхъ вышеупомянутыхъ веществъ, въ связи съ дѣятельностью растительныхъ и животныхъ организмовъ, влечетъ за собою еще большее разрыхленіе почвы, дѣлаетъ ее болѣе доступною вліянію атмосферныхъ агентовъ и тѣмъ увеличиваетъ напряженіе процесса вывѣтриванія. Чѣмъ долѣе почва находится подъ растительностью, тѣмъ болѣе она приспособлена къ жизнедѣятельности растений и дѣлается все болѣе и болѣе доступною разнообразному числу растительныхъ формъ. Первые пионеры растительности — лишайники — съ трудомъ извлекаютъ пищу изъ населяемыхъ ими скалъ, разтѣдая твердую горную породу только при помощи выдѣляемой ихъ корнями щавелевой кислоты. Истлѣвая, лишай готовятъ почву, на которой съ меньшимъ трудомъ могутъ укорениться верескъ и другія неприхотливыя растенія; за ними селятся и кустарники, которые, раскинувъ и углубивъ свои корни въ щели горныхъ породъ, изъ глубины ихъ переводятъ на поверхность земли извѣстную долю питательныхъ веществъ. Усовершенствованная такимъ способомъ почва даетъ возможность произрастать на ней еще болѣе прихотливой растительности. Такимъ путемъ поверхностныя выходы горныхъ породъ, сдѣлавшись средою для произрастанія растений, или почвою, становятся вмѣстѣ съ тѣмъ и ареною для борьбы растительныхъ формъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ различнаго рода растительность, предъявляя почвѣ извѣстныя требованія, при исключительномъ своемъ разви-

ти и благодаря своимъ свойствамъ и характеру, въ свою очередь, вліяетъ на строеніе и составъ почвы. Деревья (слѣдовательно и лѣса), посылая свои многолѣтніе корни за поисками пищи въ глубь горныхъ породъ и раскидывая ихъ на сравнительно большія пространства, менѣе способствуютъ накопленію органическихъ веществъ въ поверхностныхъ слояхъ почвы, чѣмъ травянистая растительность, корни которой не углубляются такъ глубоко въ горную породу и не такъ долговѣчны, какъ древесныя. Рѣдкіе древесные корни, переплетаясь въ почвѣ между собою, образуютъ рѣдкую сѣтку и, разсѣкая горную породу въ разнообразныхъ направленіяхъ, обуславливаютъ крупную пористость лѣсной почвы и способность ея дѣлиться на многогранники, извѣстные въ простонародіи подъ именемъ „орѣховъ“. Наоборотъ, корни травянистой растительности, живя ближе къ поверхности, бесконечно переплетаясь другъ съ другомъ въ тонкую частую сѣть, при почти ежегодной гибели, способствуютъ, кромѣ накопленія въ почвѣ гумуса, и тѣсному перемѣшиванію органическихъ соединеній съ минеральными, поэтому травянистыя почвы—типомъ которыхъ служатъ степныя почвы, и въ особенности черноземъ—однороднѣе лѣсныхъ и богаче ихъ гумусомъ.

На основаніи вышесказаннаго легко прійти къ заключенію, что активнымъ почвообразователемъ является растительность, а пассивнымъ—горная порода. Отъ разнообразныхъ сочетаній этихъ двухъ почвообразователей и зависитъ, главнымъ образомъ, разнообразіе почвъ. Сообразно коренной породѣ, изъ которой произошли почвы, можно въ нихъ различать: глинистыя, песчаныя, супесчаныя, известковыя, рухляковыя и т. д., согласно растительности—лѣсныя, степныя почвы и т. д. Впрочемъ, этимъ еще далеко не исчерпывается разнообразіе почвъ, потому что характеръ первыхъ двухъ почвообразователей находится въ большой зависимости отъ климата и рельефа мѣстности, а потому при разсмотрѣніи вопроса о происхожденіи почвъ нужно вводить и этихъ, хотя второстепенныхъ, но важнѣйшихъ дѣятелей—климатъ и рельефъ мѣстности. Точно такъ же, принимая во вниманіе, что свойство почвы измѣняется съ теченіемъ времени, нужно имѣть въ виду и еще коэффиціентъ—возрастъ почвъ. Впрочемъ, накопленіе въ почвахъ гумуса, а равно и характеръ вывѣтриванія имѣютъ извѣстный предѣлъ, при которомъ количество выдѣляемыхъ изъ почвы и вносимыхъ въ почву веществъ будетъ между собою въ равновѣсіи.

Такъ какъ значительная поверхность земли представляетъ, за малымъ исключеніемъ, условія благопріятныя для образованія почвъ, то за этими послѣдними должно признать одно изъ выдающихся геологическихъ образованій, хотя и не пользующееся значительною мощностью, но зато необыкновенно широкимъ распространеніемъ. Почвы не образуются только тамъ, гдѣ, накапливаемое растеніями органическое вещество, способно сгорѣть въ теченіе лѣта, — въ такихъ мѣстахъ для рыхлыхъ горныхъ породъ открывается возможность передвиженія ихъ атмосферою и образованія уже знакомыхъ дюнныхъ отложений—такую картину между прочимъ представляютъ юго-восточныя степи Европ. Россіи, Сахара и др.

Болота и торфяники.

Болота образуются обыкновенно въ стоячихъ водахъ, хотя и слабое теченіе не препятствуетъ ихъ образованію. Стоячая вода первоначально покрывается водорослями, представляющимися въ видѣ зеленой пленки, плавающей на поверхности, причемъ у береговъ стоячаго бассейна онѣ скопляются въ наибольшемъ количествѣ. Когда поверхность затянется болѣе или менѣе плотною пленкою изъ водорослей, на ней селится мохъ, который обладаетъ способностью, отмирая нижними частями, возрастать верхними. Отгнивающія нижнія части падаютъ на дно, и такимъ способомъ мало-по-малу бассейнъ начинаетъ наполняться разлагающимися органическими веществами какъ сверху, такъ и снизу. Мхи, въ свою очередь, образуютъ почву для высшихъ растений и почва эта, уплотняящаяся отъ давленія и переплетанія мховъ, даетъ возможность расти хвощамъ, осокамъ, камышу, пушицамъ и др. Въ нашихъ широтахъ роль пионеровъ, отвоевывающихъ шагъ за шагомъ у воднаго бассейна участки его поверхности, играютъ: вехъ идовитый, сабельникъ, вѣйникъ, болотный щавель и др. Послѣ этихъ растений, своими остатками еще болѣе увеличившихъ растительный слой, появляются кустарники, а за кустарниками даже деревья. Корни деревьевъ, проходя сквозь почву, дающую имъ опору, достигаютъ, наконецъ, воды и начинаютъ подгнивать. Пораженное гнилое дерево скоро засыхаетъ, часто валится вѣтрами и, разлагаясь, своими остатками увеличиваетъ растительную массу. Случается иногда, что дерево, когда оно достигнетъ значительныхъ размѣровъ, проваливается въ глубь воднаго бассейна, давшаго начало болоту, потому что поверхностный слой не въ состояніи выдержать тяжести этого дерева. Такимъ образомъ, водный бассейнъ постепенно заполняется растительными остатками, образуя торфяникъ. Что именно таковъ постепенный ходъ образованія болотъ и торфяниковъ, въ этомъ убѣждаетъ изученіе торфяниковъ сѣверной Россіи — Финляндіи и Олонецкой губерніи. Здѣсь можно наблюдать ихъ въ различныхъ фазахъ развитія: то встрѣчается еще настоящее озеро съ каемкой изъ мхового покрова по берегамъ, то озеро болѣе или менѣе затянато и только по срединѣ осталось немного воды, то оно уже сплошь покрыто растительностью и лишь въ центрѣ масса еще недостаточно плотна; наконецъ, встрѣчаются бывшія озера, уже покрытыя лѣсомъ. Въ такихъ мѣстахъ деревья могутъ служить признакомъ, вполнѣ ли оплотнѣлъ торфяникъ, или подъ нимъ еще сохранилось значительное количество воды; въ этомъ послѣднемъ случаѣ деревья, стоящія ближе къ центру болота, являются засохшими. Толщина торфяниковъ достигаетъ иногда значительныхъ размѣровъ; извѣстны торфяники въ 24,6 метра мощности. Въ той фазѣ образованія болота, когда не вся поверхность покрыта растительностью, надвигающійся покровъ, достигающій иногда въ толщину до одного метра, можетъ, во время бури и волненія на озерѣ, отрываться и давать начало плавающимъ торфянымъ островамъ.

Торфъ представляетъ остатки неполнѣ разложившихся растений. Разложеніе здѣсь, повидимому, останавливается на той фазѣ, когда продуктами его являются разнообразныя органическія кислоты: гуминовыя, креновая, апокреновая, торфяниковая и др.; окончательно оно, однако, не прекращается, такъ какъ газы выдѣляются изъ болотъ постоянно и иногда въ весьма значительномъ количествѣ, притомъ даже довольно низкія температуры не останавливаютъ ихъ выдѣленія. На присутствіе кислотныхъ продуктовъ въ послѣднее время обратили вниманіе потому, что ими думали объяснить свойство торфа предохранять различныя тѣла отъ разложенія, а этимъ свойствомъ онъ обладаетъ въ высокой степени. Въ тропическихъ странахъ торфяники находятъ весьма рѣдко, но количество ихъ увеличивается по мѣрѣ удаленія отъ тропиковъ. Объяснить это возможно только тѣмъ, что въ умѣренныхъ странахъ процессъ образованія болотъ идетъ гораздо энергичнѣе, такъ какъ тамъ не такъ сильно испареніе, а кромѣ того и морозъ способствуетъ тому, что разложеніе растительныхъ остатковъ не идетъ до конца, между тѣмъ какъ тепло благоприятствуетъ полному ихъ сгоранію. Въ теплыхъ и сухихъ мѣстностяхъ разложеніе углеродистыхъ соединеній на счетъ кислорода воздуха идетъ энергично, и происшедшія кислоты превращаются, сгорая, въ углекислоту и окись углерода, какъ окончательные продукты окисленія. Въ Ирландіи, гдѣ торфяники занимаютъ $\frac{1}{10}$ часть всей странѣ, въ Англіи, Голландіи и на сѣверѣ Россіи можно видѣть массу торфяниковъ. Вся сѣверная Сибирь представляетъ почти сплошной торфяникъ. Торфяники находятся и въ южномъ полушаріи, на Огненной землѣ, только матеріаломъ для нихъ послужили не одни мхи, а почти всѣ мѣстныя растенія, даже травы и, по мнѣнію Дарвина, преимущественно *Astelia pumila*.

Быстрота роста торфяниковъ бываетъ чрезвычайно различна; такъ, напримѣръ, голландскій ученый Ванъ-Марумъ утверждаетъ, что торфяникъ утолщается на 1,2 метра въ одинъ годъ; но въ Бременскихъ болотахъ наростаніе идетъ много медленнѣе. Изъ указаній различныхъ наблюдателей, производившихъ измѣренія быстроты наростанія торфа болотъ въ различныхъ мѣстностяхъ, можно прійти къ заключенію, что средняя годовая величина прироста колеблется въ предѣлахъ отъ 0,061 до 0,026 метра.

Различныя остатки, сохранившіеся въ залежахъ торфа, даютъ нѣкоторую возможность судить о древности послѣднихъ, а слѣдовательно, и о быстротѣ, съ какою нарастаетъ торфъ. Въ Тиролѣ, напримѣръ, подъ торфомъ, на глубинѣ 1,2 метра, была открыта большая римская дорога; въ Англіи, на глубинѣ 2,4 метра, найдены сооруженія, относящіяся ко времени владычества римлянъ; въ Нидерландахъ, подъ слоемъ торфа въ 1,2 метра толщиной, найденъ деревянный мостъ временъ императора Германика. На берегахъ р. Лены найденъ въ торфѣ трущъ мамонта, жившаго на землѣ тогда еще, когда человѣкъ не зналъ другихъ оружій и орудій, кромѣ каменныхъ.

Первое и главное условіе образованія торфяниковъ составляетъ при-

существованіе стоячей воды. Поэтому торфъ образуется въ котловинахъ, дно которыхъ состоитъ изъ твердыхъ кристаллическихъ породъ или глинъ, не пропускающихъ воду. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ иногда можно бываетъ осушить торфяникъ, не только спуская его воду въ мѣста болѣе низменныя, но и артезианскимъ буреніемъ, если къ тому представляются благопріятныя условія. Для этого необходимо, чтобы подъ дномъ болота находились слои, способные насыщаться водою, которая такимъ способомъ и будетъ удалена изъ торфяника. Среди гранитовъ и гнейсовъ часто встрѣчаются торфяники. Нужно замѣтить, что въ такихъ странахъ осушеніе болотъ затруднительно, потому что кристаллическія породы представляютъ значительныя препятствія для работъ при спускѣ воды изъ мѣстъ возвышенныхъ въ мѣста низменныя. На обширной площади Скандинавіи торфяники находятся среди скалъ, въ котловинахъ горныхъ породъ. Замѣчательны торфяники Финляндіи и Олонецкой губерніи, которые тоже расположены на кристаллическихъ породахъ. Они весьма различны по величинѣ и лежатъ на различныхъ высотахъ. Благопріятныя условія для образованія торфяниковъ могутъ существовать и по берегамъ морей, озеръ и даже рѣкъ. Къ берегамъ морей и озеръ волненіями, а къ первымъ и приливами, приносится песокъ, илъ и др. твердыя вещества, которыя отлагаются на побережьи въ видѣ валовъ. Эти валы, преграждая стокъ атмосферной водѣ, обуславливаютъ ея застаиванье и образованіе болотъ и торфяниковъ. По берегамъ Финскаго залива можно видѣть многочисленныя примѣры такихъ торфяниковъ. По берегамъ рѣкъ торфяники образуются отъ того, что во время половодья, при разливахъ, рѣки оставляютъ на самомъ берегу часть несомого ими осадка и, такимъ образомъ, мало-по-малу, повышаютъ самый берегъ, тогда какъ за нимъ остается низина; вода во время половодья попадая въ эту низину, уже не можетъ стечь обратно, когда рѣка входитъ въ свои берега, и въ скоромъ времени образуется здѣсь болото. Такимъ путемъ, повидимому, образовались извѣстныя Пинскія болота. Мѣстомъ образованія торфяниковъ можетъ также служить нижній конецъ ледника и выходы ключей, находящихся на склонахъ горы, потому что какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ являются благопріятныя условія для жизни мховъ. По способности впитывать воду торфъ сходенъ съ обыкновенной губкой, а потому нерѣдко, напитавшись дождевой водой, торфяникъ вздувается въ средней своей части—происходитъ выпуклый торфяникъ. Случается, что вздувшійся торфяникъ разрывается и при этомъ изъ него по склону горы (если это произошло съ выпуклымъ торфяникомъ) вытекаетъ масса грязнаго ила, причиняя значительный вредъ окрестной мѣстности. Въ Ирландіи болото Файэрлохъ послѣ сильныхъ дождей, продолжавшихся 11 дней, вздулось на 9 метровъ и, наконецъ лопнуло, образовавъ значительный мутный потокъ, залившій окрестную мѣстность. Въ Ирландіи же, близъ Фуммора, были залиты подобнымъ иломъ 300 акровъ земли.

При разработкѣ торфа иногда находятъ на различныхъ глубинахъ дѣлыя деревья, вполнѣ сохранившіяся и вообще подвергшіяся крайне

слабому разложенію. Нахожденіе древесной растительности въ торфяникахъ важно въ томъ отношеніи, что даетъ возможность судить объ измѣненіи климата данной мѣстности.

СКОПЛЕНІЕ НАЗЕМНЫХЪ РАСТЕНІЙ РѢКАМИ.

Большія рѣки, въ особенности вскрывающіяся въ верховьѣхъ раньше, чѣмъ въ низовьѣхъ, во время половодья способны забирать съ собою громадное количество растительнаго матеріала. Достаточно сказать, что одна Миссисипи выноситъ въ море ежегодно около 1100 милліоновъ куб. метровъ дерева. Иногда сносятся водой цѣлыя роши. Хотя удѣльный вѣсъ дерева больше воды, но оно можетъ плавать на поверхности послѣдней, благодаря громадному количеству поръ, выполненныхъ воздухомъ. Если рѣка на пути своего движенія къ морю переноситъ этотъ матеріалъ чрезъ озеро, то въ послѣднемъ можетъ произойти значительное скопленіе деревьевъ, плавающихъ на поверхности воды. На такихъ сплоченныхъ деревьяхъ могутъ селиться другія растенія, и этимъ путемъ образуются плавающіе острова, которыми богаты нѣкоторыя американскія озера, напр., Невольничье и др. Если же рѣка на своемъ пути не протекаетъ озера, то часть матеріала она выноситъ въ морѣ, гдѣ деревья и плаваютъ до тѣхъ поръ, пока не потонуть. Если же недалеко отъ устья рѣки проходитъ теченіе, то оно захватываетъ деревья и переноситъ ихъ иногда на значительныя разстоянія. Такъ, около Новой Земли можно встрѣтить бамбукъ или плоды деревьевъ, растущихъ въ южной части С. Америки; нахожденіе ихъ здѣсь, понятно, нельзя объяснить ничѣмъ инымъ, какъ дѣятельностью Гольфштрема. Слѣдовательно, морскія теченія оказываютъ громадную помощь для переноса матеріала по морю. Что моремъ переносится много лѣса, въ этомъ убѣждаютъ описанія путешественниковъ въ арктическихъ странахъ. Оказывается, что Исландіи доставляетъ матеріалъ для топлива исключительно море. Карлъ Фохтъ, въ своемъ путешествіи на сѣверъ, описываетъ берега острова Янь-Майень, у которыхъ ему удалось наблюдать громадное скопленіе деревьевъ, иногда какъ бы наслоенныхъ другъ на друга. Онъ былъ такъ пораженъ громаднымъ количествомъ лѣса, пропадающаго бесполезно въ побережьяхъ сѣверныхъ странъ, что предлагалъ снаряжать особыя экспедиціи для его эксплуатаціи. Лордъ Дюфферинъ, описывая побережья Шпицбергена, указываетъ на обширныя береговыя площади, занятыя лѣсомъ, принесеннымъ моремъ въ эту совершенно безлѣсную страну.

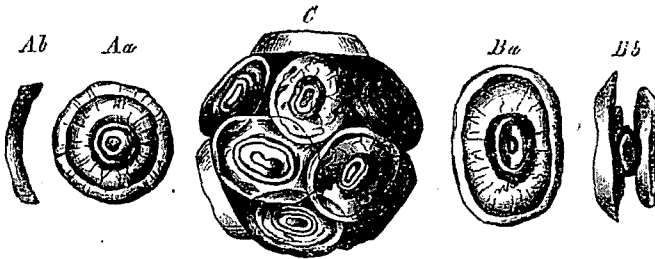
Сибирскія сѣверныя рѣки выносятъ громадное количество плавающего лѣса, который частью скопляется въ значительныхъ массахъ по берегамъ и извѣстенъ подъ именемъ лѣса Адама и Ноя, или прямо „Адамовщины“ или „Ноевщины“, частью выносится въ море и, попадая въ морскія теченія, достигаетъ даже архипелага Франца-Иосифа и др. отдаленныхъ мѣстностей.

Если дерево находится въ водѣ продолжительное время, то оно постепенно пропитывается водою и падаетъ на дно. Какъ въ руслѣ, такъ особенно при устьяхъ рѣкъ, выносящихъ большое количество деревьевъ, такимъ способомъ можетъ произойти скопленіе значительнаго количества растительнаго матеріала, чему, между прочимъ, хорошимъ примѣромъ служить р. Мэккензи, на значительномъ протяженіи заваленная деревьями и ихъ корнями, составляющими существенное препятствіе для судоходства.

СКОПЛЕНІЕ РАСТИТЕЛЬНЫХЪ ОСТАТКОВЪ ВЪ ОЗЕРАХЪ, МОРЯХЪ И ОКЕАНАХЪ.

На днѣ крупныхъ водныхъ бассейновъ живетъ большое количество растительныхъ организмовъ, которые могутъ также обусловить скопленіе растительныхъ остатковъ на морскомъ днѣ. Эти скопленія должны быть очень значительными, потому что и самая подводная растительность поражаетъ своими размѣрами. Въ моряхъ и океанахъ она образуетъ или поля, плавающія по поверхности, или полосы, вытянутыя параллельно берегамъ острововъ или материковъ. Особенно большой интересъ въ этомъ отношеніи представляютъ фукусы и ламинаріи, растущіе на глубинахъ 24—30 метровъ. У британскихъ острововъ такихъ водорослей насчитываютъ до 370 видовъ, относящихся къ 105 родамъ. При изученіи распространенія организмовъ въ водныхъ бассейнахъ было обнаружено, что ламинаріи занимаютъ собою обширную прибрежную полосу, которую Форбесъ даже назвалъ полосой ламинарій. Такія зоны, состоящія изъ *Fucus podosus* и *vesiculosus*, наблюдаются по берегамъ Шотландіи и Ирландіи. Размѣры водорослей поразительны. *Laminaria saccharina* и *digitata* достигаютъ 4—6,5 метровъ длины и толщиной бываютъ въ руку человѣка. Въ Атлантическомъ и Тихомъ океанахъ встрѣчаются исполинскія аларіи до 12 метр. длины, при нѣсколькихъ — ширины. Исполинскій *Fucus giganteus* наблюдалъ Дарвинъ у Огненной Земли. Кукъ близъ земли Кергуэленъ описываетъ фукусы отъ 7 до 18 метровъ. Мейенъ нашелъ водоросли до 60 метровъ длины. Если принять во вниманіе громадность скопленій такихъ водорослей въ океанѣ, то необходимо признать въ нихъ важное геологическое значеніе. Между Азорскими островами и оконечностью Флориды помѣщается почти сплошное поле, состоящее, главнымъ образомъ, изъ скопленій водоросли *Sargassum baccifugum*, представившее Колумбу значительное препятствіе при его путешествіи для открытія Америки. Поверхность такихъ полей опредѣляется въ 40000 кв. геогр. миль. Подобныя же скопленія водорослей встрѣчаются и въ Тихомъ океанѣ (къ сѣв. отъ Сандвичевыхъ острововъ и близъ Алеутскихъ и Курильскихъ). Во Франціи ежегодно обрабатывается до 3 милл. килограммовъ золы фукусовъ для добыванія іода, а въ Шотландіи это количество еще больше. На Аркадскихъ островахъ около 20000 жителей занимаются добычею водорослей, изъ которыхъ готовятъ соду.

Кромѣ скопленія на днѣ водныхъ бассейновъ органическаго матеріала, нѣкоторыя растенія способствуютъ образованію осадковъ и путемъ отложенія минеральныхъ веществъ. Къ такимъ принадлежатъ, напр., известковыя и кремневыя водоросли. Извѣстно, что нѣкоторыя водоросли обладаютъ твердыми отложеніями, то состоящими изъ углекислой извести, то изъ кремнезема. Среди водорослей съ известковыми отложеніями заслуживаютъ особеннаго вниманія: коккосферы и рабдосферы — организмы пелагическіе, положеніе которыхъ въ системѣ водорослей еще мало изучено и которые еще недавно приписывались проблематическому батибію. Умирая, они распадаются на тѣ мельчайшія тѣльца, присутствіе которыхъ въ глубоководныхъ осадкахъ извѣстно давно, и которыя получили названіе кокколитовъ, ціатолитовъ, рабдолитовъ, дисколитовъ, и т. д. (фиг. 151). Особенно ихъ много въ такъ называемомъ глобигериновомъ илѣ, хотя они найдены и въ другихъ глубинныхъ отложеніяхъ. Они



Фиг. 151. Известковыя отложенія, относимыя къ водорослямъ. Аа—дисколить, Аb—онъ же съ боку, Ва—ціатолить, Вb—онъ же съ боку, С—коккосфера.

встрѣчаются въ горныхъ породахъ, соответствующихъ глобигериновому илу, какъ, напр., въ бѣломъ мѣлу и т. д. Кромѣ этихъ организмовъ известковыми отложеніями обладаютъ также нуллипоры и сифонеи.

Среди сине-зеленыхъ водорослей образованіе известковыхъ выдѣленій доказано для нѣкоторыхъ *Rivularia*, а среди зеленыхъ—для такъ называемыхъ *Dasycladeae*. Скелетъ этихъ водорослей состоитъ изъ полыхъ цилиндриковъ, боченочковъ, трубочекъ и другихъ образованій полыхъ внутри и со стѣнками, продырявленными цѣлою системою каналовъ и полостей. Послѣ смерти растенія, членики эти распадаются и постепеннымъ скопленіемъ своимъ образуютъ цѣлые слои. Въ настоящее время, за немногими исключеніями, *Dasycladeae* живутъ только въ южныхъ моряхъ, а потому мало еще извѣстно объ условіяхъ ихъ накопленія. Въ Средиземномъ морѣ извѣстенъ только одинъ родъ—*Acetabularia*—въ видѣ маленькихъ зонтичковъ на известковой ножкѣ. Остатки этого рода были найдены въ громадномъ количествѣ въ миоценовыхъ пластахъ Крыма, гдѣ изъ нихъ, близъ Севастополя, состоятъ цѣлые слои известняковъ. Многочисленные виды эоценовыхъ и мезозойскихъ *Dasycladeae* считались прежде за остатки корненожекъ. Среди триасовыхъ отложеній Альповъ роды *Dactylopora*, *Gyroporella* и др. образуютъ известковыя толщи, называемыя по имени образующихъ ихъ водорослей.

Между флоридеями значительную роль въ скопленіи углекислой извести играютъ такъ называемыя нуллипоры (*Lithothamnium*). Онѣ образуютъ на днѣ моря, на глубинѣ, начиная съ 100 метровъ, обширные луга, отличающіеся необыкновенно богатымъ населеніемъ. По изслѣдованіямъ Вальтера, въ Неаполитанскомъ заливѣ и въ настоящее время идетъ превращеніе нуллипоровыхъ скопленій въ плотный безструктурный известнякъ, благодаря дѣйствию свободной углекислоты, развивающейся влѣдствіе разложенія органическихъ веществъ водорослей. Понятно, что такія банки нуллипоръ по осушеніи могутъ дать мѣсто образованію мощныхъ пластовъ известняка, какіе дѣйствительно и встрѣчаются довольно часто среди осадочныхъ образованій (лейтовый известнякъ вънсаго бассейна, такъ называемый гранитный мраморъ нуммулитовыхъ слоевъ, отчасти пизолитовый известнякъ Франціи). Во время образованія нуллипоровой банки, матеріаль ея можетъ отчасти подвергаться истиранію и разрушенію и продукты такого измелеченія могутъ переноситься въ глубину и отлагаться тамъ въ видѣ, такъ называемаго, кораллиноваго песка и ила и служить, въ свою очередь, для скопленія углекислой извести на днѣ моря.

Водоросли съ кремневыми отложеніями всѣ безъ исключенія принадлежатъ къ діатомовымъ. Какъ рѣки, такъ озера и моря кишатъ множествомъ этихъ мелкихъ то свободныхъ, то прикрѣпленныхъ растеньицъ. Въ небольшихъ озерахъ кремнеземъ ихъ скопляется въ значительномъ количествѣ, давая начало образованію горной муки. Нерѣдки такія отложенія и въ моряхъ. Можно сказать, что нѣтъ почти никакого осадка на днѣ моря, который не содержалъ бы хоть незначительной примѣси кремнистыхъ отложеній діатомовыхъ. Эта примѣсь, вмѣстѣ съ радіоляріями и иглами кремнистыхъ губокъ, даетъ матеріаль для образованія кремней въ известнякахъ. Благодаря ничтожнымъ размѣрамъ діатомовыхъ, значительныя скопленія послѣднихъ могутъ образоваться на глубинѣ, куда уже не распространяется дѣйствіе волнъ; здѣсь образуется только, такъ называемый, діатомовый илъ. Весьма вѣроятно, что и древнія діатомовыя морскія отложенія, извѣстныя подъ именемъ трепеловъ (Италія), образовались на значительной глубинѣ, аналогично современному діатомовому илу Антарктическаго океана. Здѣсь, благодаря низкой температурѣ воды на поверхности, пелагическіе организмы съ известковыми скелетами (глобигерины, птероподы), а также радіоляріи очень рѣдки, и главный контингентъ породообразующихъ пелагическихъ организмовъ состоитъ изъ діатомовыхъ. Послѣднія, падая на дно, образуютъ бѣлый мелкій осадокъ, содержащій часто до 50% кремневой кислоты. Конечно, діатомовыя водоросли могутъ также и косвенно содѣйствовать скопленію осадка на сушѣ (гуано), попадая сюда съ экскрементами ракообразныхъ, рыбъ, птицъ и т. д.

Вліяніе животныхъ на измѣненіе земной поверхности.

Въ ряду животныхъ какъ наземныхъ, такъ и водныхъ, большинство или на поверхности, или внутри тѣла имѣетъ твердыя отложенія въ формѣ раковины или скорлупы, или костяка—скелета. Эти твердыя отложенія, главнымъ образомъ, состоятъ изъ углекислой и фосфорнокислой извести, а въ раковинахъ моллюсковъ встрѣчается еще иногда до 7% углекислой магнезій. Подобнаго рода твердыя отложенія послѣ смерти животнаго могутъ образовать весьма мощныя скопленія, въ особенности въ томъ случаѣ, когда животныя, вырабатывающія ихъ, живутъ колоніями.

Круговоротъ извести въ морѣ. Прежде чѣмъ послѣдовательно рассмотреть участіе отдѣльныхъ животныхъ, какъ геологическихъ дѣятелей, невольно напрашивается вопросъ о томъ, откуда организмы, въ особенности морскіе, добываютъ углекислую известь для постройки своего твердаго скелета?

Въ составъ морской воды, какъ извѣстно, входятъ хлористыя соли натрія, калия, кальція, бромистый натрій и сѣрносоли магнезій, извести и кали, но углекислой извести въ нормальной водѣ океана или совершенно нѣтъ, или она встрѣчается въ ничтожномъ количествѣ (около 0,06%); она не найдена, напримѣръ, ни въ Индѣйскомъ, ни въ Атлантическомъ океанахъ. Наиболѣе богаты углекислыми слоями извести и магнезій моря Черное и Каспійское; въ первомъ найдено этихъ солей въ видѣ кислыхъ углекислыхъ 3,21, а во второмъ—4,13, на 1000 частей воды. Между тѣмъ, анализъ морского ила, взятаго, напр., между Ирландіей и Ньюфаундлендомъ, обнаруживаетъ, что онъ почти сплошь состоитъ изъ панцирей корненожекъ, представляющихъ отложеніе углекислой извести; отложенія коралловъ представляютъ также углекислую известь и т. д. Откуда же берется углекислая известь въ морѣ?

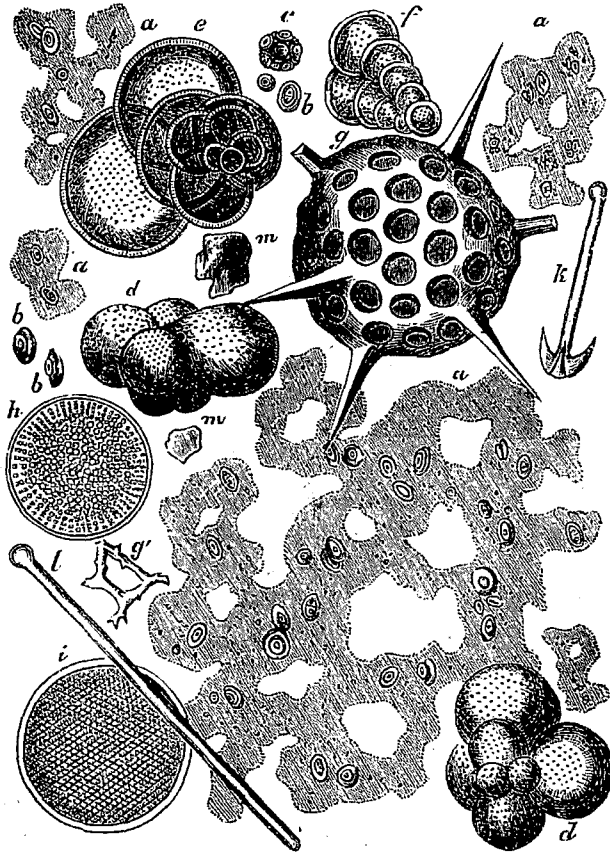
Для объясненія этого вопроса предлагались очень разнообразныя гипотезы. Допускали, напр., что между нѣкоторыми веществами, растворимыми въ морской водѣ, съ одной стороны, и между составными частями крови моллюсковъ, съ другой, происходитъ двойное разложеніе, результатомъ котораго и является углекислая известь. Сѣрнокислая известь находится въ растворѣ морской воды, а углекислый натръ въ крови моллюсковъ, и при обмѣнномъ ихъ разложеніи будто бы можетъ получиться, съ одной стороны, углекислая известь, съ другой стороны—сѣрнонатровая соль. Такое объясненіе едва-ли можно считать удовлетворительнымъ, потому что угленатровой соли въ крови моллюсковъ заключается слишкомъ мало для того, чтобы двойнымъ разложеніемъ съ сѣрнокислою известью образовать тѣ громадныя количества залежей углекислой извести, которыя наблюдаются въ природѣ. Единственное и болѣе полное объясненіе даютъ два совмѣстно дѣйствующіе фактора: питаніе животныхъ и разложеніе солей морской воды растеніями.

Наибольшій запасъ извести въ морѣ находится въ видѣ сѣрнокислой извести, или гипса, изъ которой и вырабатывается углекислая известь. Такъ, въ водѣ Сѣвернаго океана сѣрнокислой извести находится 4,72, въ водѣ Атлантическаго океана отъ 3,94 до 4,94, въ водѣ Тихаго океана—4,60 до 5,18 и т. д. на 1000 частей воды. Растеніе, пропитываясь морскою водою, содержащею сѣрнокислую известь, въ силу своей способности разлагать соли на кислоту и основаніе, разлагаетъ сѣрнокальціевую соль на сѣрную кислоту и известь, которая отлагается внутри кѣлокъ растенія въ видѣ солей органическихъ кислотъ (щавелевой и другихъ). Разложеніе идетъ далѣе; сѣрная кислота разлагается на свои составные элементы, приче́мъ сѣра идетъ на образованіе бѣлковыхъ соединений, а кислородъ выдѣляется. Фактъ разложенія кислотъ растеніями доказывается общеизвѣстнымъ разложеніемъ въ нихъ углекислоты на углеродъ, усвояемый растеніями, и кислородъ, который выдѣляется въ свободномъ видѣ. Отложеніе извести въ кѣткахъ растеній—явленіе очень частое, особенно въ морскихъ растеніяхъ и, какъ указано было выше, есть даже своеобразныя известковыя водоросли.

Животныя, питаясь растеніями, поглощаютъ вмѣстѣ съ ними и отложившіяся въ кѣткахъ органическія соли извести. Однимъ изъ результатовъ жизненныхъ процессовъ является горѣніе, при которомъ эти соли сгораютъ и даютъ углекислую известь. Что панцырные отложенія углекислой извести у морскихъ животныхъ образуются именно такимъ путемъ, подтверждается до нѣкоторой степени исторіей развитія нѣкоторыхъ организмовъ, которые первоначально не имѣютъ твердой скорлупы, а затѣмъ, по мѣрѣ роста и питанія животныхъ, появляются и увеличиваются твердыя отложенія. Если и идетъ въ морѣ переработка гипса морской воды въ углеизвестковую соль путемъ жизнедѣятельности растеній и животныхъ, то нельзя не считаться и съ тѣмъ малымъ количествомъ углеизвестковой соли, которая есть въ морской водѣ и которая можетъ быть непосредственно заимствована животнымъ. Такъ опыты Гербста показали, что личинки иглокожихъ могутъ воспринимать многія минеральныя вещества изъ морской воды не только чрезъ кишечный каналъ, но и непосредственно кѣтками своихъ тканей. При этомъ усвоеніе наблюдалось не только относительно углекислыхъ, но и другихъ растворимыхъ известковыхъ солей, а потому весьма вѣроятно, что и другія животныя могутъ также заимствовать готовую углекислую известь и отлагать ее въ видѣ наружнаго или внутренняго скелета.

Корненожки (*Rhizopoda s. Foraminifera*) и **батибій** (*Bathybius*). Корненожки, открытыя и изслѣдованныя впервые Беккари (1731), представляютъ комокъ слизи, окруженный твердою известковою скорлупою крайне разнообразной формы. Въ этой послѣдней наблюдаются мелкія отверстія (*foramina*), чрезъ которыя могутъ выставляться псевдоподіи, служащія животному, главнымъ образомъ, для питанія. Значительная роль этихъ животныхъ, какъ геологическихъ дѣятелей, впервые была указана Д'Орбиньи. При опусканіи лота вдоль восточныхъ береговъ Сѣверной Америки постоянно вытаскивали иль, состоящій изъ скорлупокъ

корненожекъ. На 0,03 куб. метра этого известковаго осадка приходилось до 5000 мил. корненожекъ. При измѣреніи глубины между Ньюфаундлендомъ и Ирландіей лотъ проходилъ слой отложеній корненожекъ въ 3—4, и даже 8 метровъ толщины. Въ 1868 году экспедиція американцевъ и англичанъ, отправленная съ цѣлью изслѣдованія фауны глубокихъ мѣстъ океана, показала, что во всѣхъ болѣе глубокихъ частяхъ его находится известковый илъ, составленный сплошь изъ скорлупокъ



Фиг. 152. Морской илъ изъ Атлантическаго океана подъ микроскопомъ.

а—Батибій съ кокколитами, б—отдѣльные дисколиты и циатолиты, с—коккосферы, д—глобигерина, е—она же, f—текстулярія, g и g'—радіолярія, h и i—диатомовыя, m—частички минеральнаго вещества.

корненожекъ. Карпентеръ и Томсонъ (1868 г.) у сѣверныхъ береговъ Шотландіи, при изслѣдованіи фауны океана, съ глубины 130—1200 метровъ доставали известковый илъ, состоявшій изъ громаднаго количества крайне своеобразныхъ известковыхъ отложеній, то имѣющихъ видъ овальной пластинки съ выпуклымъ краемъ (дисколиты), то — двухъ неравной величины скорлупокъ, соединенныхъ ножкой и представляющихъ видъ запонокъ (циатолиты), то, наконецъ, шарообразной формы (коккосферы) и т. д.; всѣ эти образованія, какъ указано выше, принадлежать къ водо-

рослямъ. Въ 1867 и 1868 годахъ Агассисъ и Нортонъ у южныхъ береговъ Америки между Кубою, Флоридою и Баамскими островами, а въ 1869 году Джефрей въ Па-де-Кале извлекли изъ самыхъ глубокихъ мѣстъ подобнаго же рода образованія.

Еще въ 1857 году, при проложеніи чрезъ Атлантическій океанъ телеграфнаго кабеля, изслѣдовалось дно океана и получены пробы съ различныхъ глубинъ, достигающихъ 3500 метровъ. Илъ, добываемый въ видѣ пробы, оказался слизистымъ и липкимъ и содержалъ громадное количество вышеуказанныхъ разнообразныхъ известковыхъ образованій, изъ которыхъ нѣкоторыя уже раньше были описаны, какъ корненожки, Эренбергомъ въ его знаменитой „Микрогеологіи“. На этотъ слизистый илъ океана впервые обратилъ вниманіе, какъ на организмъ, Гексли, который описалъ эти кучки безформенной протоплазмы подъ именемъ особаго организма *Bathybius Haesckeli*. Позднѣе (въ 1870 г.) этимъ иломъ занялся Геккель и нашелъ, что, такъ называемый, батибій составляетъ по объему отъ $\frac{1}{5}$ до $\frac{1}{16}$ всей массы ила. Первые сомнѣнія относительно признанія батибія за организмъ высказалъ Томсонъ, а затѣмъ и Мебіусъ, опираясь на возможность искусственнаго полученія изъ морской воды осадка, по виду вполне напоминающаго батибія.

Какъ бы то ни было, признать ли батибій за организмъ или нѣтъ, но еще Гексли былъ пораженъ богатствомъ этого ила разнообразными отложеніями углеизвестковой соли и сходствомъ его съ мѣломъ; это, по его мнѣнію, „живой мѣлъ“. Мѣлъ отличается только большей компактностью, сплоченностью, являющейся слѣдствіемъ почти полнаго уничтоженія въ немъ чрезъ гніеніе органическаго вещества. Баварскій ученый Гюмбель нашелъ образованія, приписываемыя батибію, въ древнѣйшихъ отложеніяхъ, а именно въ известнякахъ различныхъ геологическихъ системъ. Это служитъ доказательствомъ того, что и въ предшествующія времена подобные процессы способствовали скопленію углекислой извести въ моряхъ и океанахъ.

Въ настоящее время, какъ указано выше (стр. 97), изученіемъ осадковъ глубинъ вполне доказано, что среди пелагическихъ образованій какъ корненожки, такъ и другіе организмы играютъ видную роль. Глобигериновый илъ на днѣ Тихаго океана содержитъ иногда до 95% углекислой извести и состоитъ изъ разнообразныхъ океаническихъ корненожекъ, къ которымъ примѣшиваются кремнистые остатки діатомовыхъ водорослей и радіолярій; количество послѣднихъ достигаетъ иногда до 20%. Отъ вышеупомянутаго ила отличаютъ птероподовый илъ (*Pteropoda*), въ которомъ, рядомъ съ корненожками, встрѣчаются птероподы и гетероподы. Наконецъ, отличаютъ еще вышеупомянутый діатомовый и радіоляріевый илъ. Послѣдній состоитъ изъ кремнистыхъ панцирей радіолярій. Во всякомъ случаѣ, если вышеперечисленные осадки и являются пелагическими, то занимаютъ собою менѣе глубоководную часть океана по сравненію съ красной глиной; наблюденіями доказано, что птероподовый илъ не распространяется глубже 3000 метровъ, тогда какъ наибольшая глубина глобигериноваго ила 4500 метровъ. На глу-

бинахъ въ 6000 метровъ уже нѣтъ ила, обязаннаго своимъ происхожденіемъ организмамъ.

Моллюски.—Подобно корненожкамъ, моллюски точно такъ же заимствуютъ изъ морской воды, при участіи растеній, углекислую известь для образованія своихъ твердыхъ покрововъ и затѣмъ, умирая, отлагаютъ ее въ видѣ раковинъ въ мягкомъ илѣ, въ рыхломъ пескѣ и гравіѣ. Разница между дѣятельностью корненожекъ и моллюсковъ существуетъ и, главнымъ образомъ, выражается въ томъ, что первыя обуславливаютъ своею жизнью образованіе мощныхъ отложеній мѣловой ила въ глубокихъ частяхъ моря, между тѣмъ какъ моллюски, населяя въ большинствѣ случаевъ береговыя области и мелководныя морскія бухты, являются причиною отложенія углекислой извести на болѣе мелкихъ глубинахъ океана. Этимъ, впрочемъ, вовсе не исключается возможность образованія скопленій раковинъ моллюсковъ и на значительныхъ глубинахъ; какъ это и на самомъ дѣлѣ наблюдаются; явленіе это объясняется тѣмъ, что море можетъ размывать песчаныя и илистыя отмели, и накопившіяся въ нихъ въ продолженіе многихъ столѣтій раковины будутъ такимъ способомъ переноситься съ мѣста своего первоначальнаго отложенія и разсѣиваться по дну моря.

Результаты дѣятельности моллюсковъ хотя вообще и не бросаются въ глаза, подобно, напр., гигантскимъ постройкамъ коралловъ, однако существуютъ мѣста, въ которыхъ количество углекислой извести, отложенной моллюсками, достигаетъ громаднхъ размѣровъ, а это именно бываетъ тамъ, гдѣ они скопляются во множествѣ, т.-е. живутъ колоніями, образуя раковинныя банки или мели. Къ числу моллюсковъ, отличающихся наибольшою дѣятельностью въ геологическомъ смыслѣ, принадлежатъ различные виды семействъ: *Ostreidae*, *Pectinidae*, *Solenidae*, *Cardiidae* и др., а въ особенности послѣднія. Въ моряхъ, гдѣ для развитія *Cardium* представляются благопріятныя условія, наблюдаются скопленія раковинъ, нерѣдко образующія цѣлыя слои, и хорошимъ примѣромъ того, какихъ мощныхъ размѣровъ могутъ достигать эти скопленія, служатъ, напр., известнякъ южной Россіи, пользующійся значительнымъ распространеніемъ и почти сплошь образованный различными видами р. *Cardium*. Банки устрицъ (*Ostrea*) представляютъ какъ въ современныхъ моряхъ, такъ и въ моряхъ предшествующихъ геологическихъ эпохъ, значительныя скопленія; въ Воронежской и Орловской губерніяхъ находятся значительныя отложенія, относящіяся къ мѣловой системѣ и состоящія изъ раковинъ устрицъ.

КОРАЛЛЫ.

Способность органическихъ существъ видоизмѣнять форму и строеніе земной коры самымъ нагляднымъ образомъ обнаруживается въ работахъ строящихся коралловъ, хотя вліяніе этихъ животныхъ на геологическія измѣненія поверхности земли далеко не такъ повсемѣстно, какъ вліяніе

разсмотрѣнныхъ выше корненожекъ или моллюсковъ, потому что для полиповъ, строящихъ твердые каменные рифы, необходима средняя температура воды не менѣе 18° Ц., а поэтому развитіе ихъ ограничивается болѣе теплыми странами земного шара и рѣдко простирается далѣе 30° къ сѣверу и югу отъ экватора. Нѣкоторыя уклоненія отъ этого предѣла происходятъ вслѣдствіе мѣстныхъ причинъ, напр., вслѣдствіе охлаждающихъ полярныхъ или сильно нагрѣвающихъ экваторіальныхъ теченій. У Бермудскихъ острововъ, напр., подъ 32° с. ш., гдѣ Атлантическій океанъ согрѣвается Гольфштремомъ, находятъ значительныя коралловыя сооруженія. Въ этомъ океаническомъ поясѣ кораллы живутъ только близъ тѣхъ береговъ, гдѣ нѣтъ илистаго дна, или гдѣ морская вода не дѣлается мутной, отъ впаденія большихъ рѣкъ, и имѣетъ вполне нормальный составъ. Такимъ образомъ, коралловыя постройки могутъ встрѣчаться исключительно только въ трехъ океанахъ: въ Тихомъ, Индѣйскомъ и Атлантическомъ. Наиболѣе богатъ ими Тихій океанъ: въ немъ онѣ распространены на всемъ пространствѣ, заключающемся между тридцатыми параллелями широты по обѣимъ сторонамъ экватора. Почти такое же распространеніе онѣ имѣютъ и въ Индѣйскомъ океанѣ между Малабарскимъ берегомъ и Мадагаскаромъ, а также въ Персидскомъ заливѣ и въ Аравійскомъ морѣ. Атлантическій океанъ сравнительно бѣденъ коралловыми постройками; но и въ немъ изъ коралловыхъ сооружений состоитъ большая часть Флориды, Бермудскихъ и Баамскихъ острововъ. Обмелѣніе Краснаго моря также прежде объясняли распространеніемъ коралловыхъ сооружений. Впрочемъ, Эренбергъ полагаетъ, что обмелѣніе Краснаго моря, вѣроятно, вызвано дѣятельностью впадающихъ въ него рѣкъ, которыя, отлагая приносимый ими механически-взвѣшенный осадокъ, способствуютъ обмелѣнію.

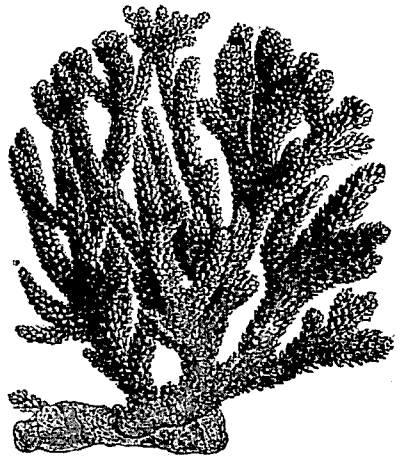
Кораллы размножаются почкованіемъ и живутъ колоніями, состоящими изъ многихъ тысячъ недѣлимыхъ, то сидящихъ на одномъ стволѣ, то, при благоприятныхъ обстоятельствахъ, образующихъ безчисленные стволы, стоящіе рядомъ или другъ на другѣ и составляющіе въ такомъ случаѣ коралловые банки и рифы. Отношеніе размѣровъ коралловыхъ сооружений къ величинѣ самихъ строителей чрезвычайно велико. Чтобы пересѣчь многіе коралловые рифы, нужно нѣсколько часовъ ходьбы; нѣкоторыя изъ нихъ достигаютъ высоты 100, 300, и даже болѣе 600 метровъ, и до тысячи километровъ длины. Кольцеобразные рифы окружаютъ иногда бассейны въ 40—50 и болѣе километровъ величиною; барьерный рифъ близъ сѣверо-восточнаго берега Австраліи отстоитъ отъ этой послѣдней на 92 километра и тянется на 300 километровъ въ длину, а нѣкоторыя группы коралловыхъ острововъ въ Тихомъ океанѣ, какъ, напримеръ, Опасный архипелагъ, достигаютъ даже 1500 километровъ въ длину и 500 километровъ въ ширину. Низменный полуостровъ Флорида, сплошь состоящій изъ коралловыхъ построекъ и покрытый холмами известковаго песку, занимаетъ площадь въ 80000 кв. километровъ. Величина нѣкоторыхъ коралловыхъ построекъ достигаетъ дѣйствительно гигантскихъ размѣровъ и, рѣзко бросаясь въ глаза, наглядно указываетъ на то,

каке значительное участіе въ геологическихъ измѣненіяхъ земной поверхности можетъ принимать органическая жизнь вообще.

Самые обыкновенные зоофиты изъ многочисленныхъ видовъ, участвующихъ въ образованіи коралловыхъ сооружений, принадлежать къ слѣдующимъ родамъ, установленнымъ Ламаркомъ: *Astraea*, *Porites* (фиг. 153), *Madrepora* (фиг. 154), *Millerora*, *Sargophyllia* и *Maecandrina*. Относительно рода *Porites* нужно замѣтить, что нѣкоторые его виды образуютъ удивительно большихъ размѣровъ стволы, достигая въ поперечникѣ иногда отъ 8 до 9 м.; изъ этого числа на полость, служащую жилищемъ недѣлимыхъ, приходится отъ 5 до 10 миллиметровъ, остальная же часть мертва. Стволъ *Astraea* достигаетъ 9 м. въ діаметрѣ, причѣмъ полость, въ которой заключается живая часть коралла, имѣетъ діаметръ въ нѣсколько сантиметровъ. Кромѣ указанныхъ видовъ настоящихъ коралловъ,



Фиг. 153. *Porites clavaria* Ag.



Фиг. 154. *Madrepora prolifera* Ag.

въ ихъ постройкахъ дѣятельное участіе принимаютъ нѣкоторые моховые кораллы и нуллипоры. Весьма любопытно, что, по изслѣдованіямъ Сорби, твердыя отложенія моховыхъ коралловъ представляютъ тѣсную смѣсь арагонита съ известковымъ шпатомъ. Нуллипоры свои известковыя отложенія приебрѣляютъ къ поверхности строящихся коралловъ и напоминаютъ этимъ какъ бы лишайники на стволахъ деревьевъ.

Прежде полагали, что названные выше кораллы вачинаютъ свои постройки съ неизмѣримыхъ водныхъ глубинъ и доводятъ ихъ до поверхности, и, слѣдовательно, своею дѣятельностью приготавливаютъ самыя значительныя измѣненія, которыя въ будущемъ могутъ произойти на поверхности земного шара; но наблюденія Дарвина вполне опровергли подобнаго рода предположеніе, показавъ, что тѣ виды коралловъ, которые принимаютъ наибольшее участіе въ строеніи рифовъ, рѣдко живутъ на глубинѣ, превышающей 37—46 метровъ.

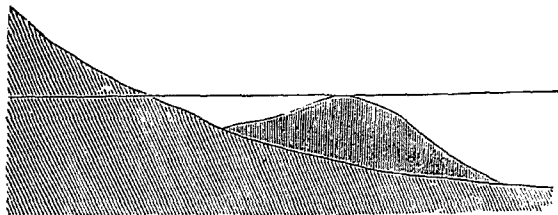
Относительно скорости наростанія коралловыхъ сооружений вообще извѣстно очень мало, и главнымъ образомъ вслѣдствіе того, что опредѣленіе средней скорости наростанія составляетъ дѣло весьма трудное,

потому что эта скорость измѣняется не только сообразно съ видомъ коралла, но и сообразно съ тѣми условіями, въ которыхъ помѣщенъ каждый видъ. Эти условія слѣдующія: глубина отъ поверхности, температура воды, большая или меньшая примѣсь къ ней песка или ила, отсутствіе или присутствіе прибоевъ, которые благопріятствуютъ росту нѣкоторыхъ породъ и оказываются гибельными для роста другихъ и пр. Однакоже, изъ опытовъ доктора Аллана, произведенныхъ имъ надъ коралловыми постройками восточнаго берега Мадагаскара, сдѣлалось извѣстнымъ, что коралловый полипнякъ можетъ нарости въ годъ на 1,8 метра въ толщину, слѣдовательно, скорость его увеличенія при благопріятныхъ условіяхъ далеко не медленная. Эта скорость нарастанія не во всѣхъ, однако, частяхъ коралловыхъ построекъ одинакова. По позднѣйшимъ изслѣдованіямъ оказывается, что наиболѣе быстро растутъ наружныя части построекъ, которыя постоянно омываются свѣжею водою, приносящей всѣ необходимыя матеріалы для развитія коралловъ. Ко всѣмъ вышеперечисленнымъ условіямъ, вліяющимъ на ростъ коралловыхъ сооружений и затрудняющимъ потому опредѣленіе средней скорости ихъ нарастанія, присоединяется еще одно обстоятельство, состоящее въ томъ, что известковыя скопленія, называемыя коралловыми рифами, не есть продуктъ однихъ только зоофитовъ, такъ какъ огромное множество раковинъ и между ними нѣкоторыя самыя крупныя и тяжелыя изъ извѣстныхъ намъ видовъ, а также большіе слои устрицъ и кучи твердыхъ остатковъ другихъ моллюсковъ содѣйствуютъ нарастанію коралловаго рифа. Поэтому является положительно невозможнымъ опредѣленіе средней скорости нарастанія всѣхъ вообще коралловыхъ построекъ. Ростъ коралловаго сооружения можетъ маскироваться еще и тѣмъ, что волна соседняго моря размываетъ берегъ, перетираетъ коралловыя отложенія въ болѣе или менѣе тонкій известковый песокъ, который выполняетъ свободныя мѣста въ коралловой постройкѣ, отлагается въ видѣ ила и песка вокругъ нея и, отчасти, въ видѣ тонкой известковой пыли уносится атмосферою внутрь постройки и скопляется тамъ, какъ на Бермудскихъ островахъ, въ формѣ дюнь.

Извѣстны три типа коралловыхъ построекъ или рифовъ:

Окаймляющіе или береговые рифы, которые опоясываютъ непосредственно берега на значительномъ протяженіи; они или совершенно не содержатъ между материкомъ и коралловой постройкой канала, выполненнаго водою, или этотъ каналъ чрезвычайно мелокъ. Барьерные рифы (фиг. 155), отдѣленные отъ ближайшаго берега полосой воды и, въ большинствѣ случаевъ, образующіе родъ кольца вокругъ выдающагося среди нихъ острова или материка. Лагунные рифы, самыя замѣчательныя и многочисленныя, состоящія изъ кольцеобразныхъ полосъ суши, или атолловъ, окружающихъ внутреннее мелководное озеро, или лагуну съ совершенно тихой водою, въ которой живетъ множество зоофитовъ и моллюсковъ (фиг. 156, 157, 158 и 159). Эти кольцеобразныя рифы большею частью едва поднимаются надъ уровнемъ моря (до 5 метровъ) и окружены глубокимъ океаномъ.

До какой степени преобладает послѣдняя форма между коралловыми постройками, видно изъ наблюдений капитана Бичи, который, во время своего путешествія по Тихому Океану, нашелъ, что изъ 32, встрѣченныхъ имъ, коралловыхъ острововъ—29 оказались лагунными рифами. Всѣ они увеличиваются въ своихъ размѣрахъ отъ дѣятельной работы коралловъ, которые, повидимому, постепенно ихъ расширяютъ и выводятъ подводныя части построекъ на поверхность.



Фиг. 155. Разрѣзъ барьернаго коралловаго рифа.
ab—уровень моря.

Примѣромъ барьернаго рифа можетъ служить, уже упоминавшійся выше, большой рифъ, идущій параллельно сѣверо-восточному берегу Австраліи почти на протяженіи 300 километровъ. Его разстояніе отъ твердой земли измѣняется отъ 26 до 92 километровъ, а глубина морского канала, лежащаго между Австраліей и рифомъ, достигаетъ отъ 15—30, а къ одному концу отъ 60—90 метровъ. Этотъ большой рифъ



Фиг. 156. Общій видъ лагуннаго рифа.

протянулся бы еще далѣе; по словамъ Делюка, если-бы росту коралловъ не препятствовало противъ береговъ Новой Гвинеи илистое дно, образовавшееся вслѣдствіе того, что съ южныхъ береговъ этого большого острова стекаютъ въ море рѣки, богатя механически-взвѣшеннымъ осадкомъ, препятствующимъ росту коралловъ.

Примѣры окаймляющихъ рифовъ представляютъ Сандвичевы острова,

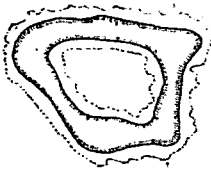


Фиг. 157. Разрѣзъ лагуннаго рифа.

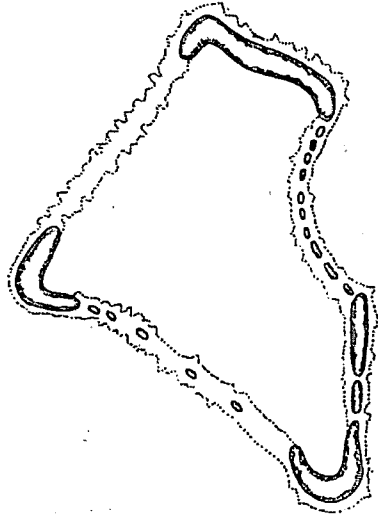
гдѣ эти рифы въ настоящее время приподняты на высоту 6 метровъ надъ уровнемъ моря; на „Низменныхъ“ островахъ эта высота доходитъ даже до 244 метровъ. На такой значительной высотѣ коралловыя постройки находятъ также на островахъ Ново-Гебридскихъ, Дружбы, въ Новой Гвинее и т. д. Въ Зондскомъ архипелагѣ берега, почти сплошь

составленные изъ коралловъ, поднимаются отвѣсными стѣнами до 60—90 метровъ надъ поверхностью моря.

Своеобразная форма коралловыхъ сооружений уже давно обращала на себя вниманіе натуралистовъ и требовала объясненій. Одинъ изъ первыхъ, пытавшихся объяснить ее, былъ нѣмецкій ученый Форстеръ. Онъ, послѣ своего кругосвѣтнаго путешествія съ капитаномъ Кукомъ, былъ того мнѣнія, что зоофиты инстинктивно сооружаютъ свои постройки въ формѣ, наиболее для нихъ выгодной, каковою является форма круговая, такъ какъ она представляетъ сравнительно большую поверхность для соприкосновенія постройки съ водою, доставляющею необходимые матеріалы для развитія коралловъ. Та же форма представляетъ и болѣе надежный оплотъ противъ размывающаго дѣйствія прибоя. Такое объясненіе формы коралловыхъ построекъ инстинктомъ самихъ строителей



Фиг. 158. Полный атоллъ Таіара.



Фиг. 159. Неполный атоллъ Факаафо.

оказалось неудовлетворительнымъ, такъ какъ оно не даетъ отвѣта на слѣдующіе вопросы: во-первыхъ, какимъ образомъ объяснить существованіе коралловыхъ сооружений выше линіи наибольшаго прилива и, во-вторыхъ, какимъ образомъ примирить слѣдующее противорѣчіе: съ глубины 600—900 метровъ, при помощи лота, были вытаскиваемы мертвые кораллы, между тѣмъ какъ достоверно извѣстно, что зоофиты, принимающіе участіе въ построеніи рифовъ, не могутъ жить глубже 46 метровъ.

Другое объясненіе формы коралловыхъ построекъ предложилъ натуралистъ Шамиссо, сопровождавшій Коцебу въ его путешествіи. Онъ утверждалъ, что кольцеобразная и овальная форма коралловыхъ рифовъ, изъ которыхъ каждый имѣетъ лагуну въ центрѣ и окруженъ со всѣхъ сторонъ глубокимъ океаномъ, обуславливается формой морского дна, на которомъ селятся кораллы, т.-е. Шамиссо полагалъ, что всѣ коралловые острова или атоллы представляютъ не что иное, какъ гребни

подводныхъ вулканическихъ кратеровъ. Къ такому мнѣнію Шамиссо пришелъ потому, что между географическимъ распространѣніемъ вулкановъ и мѣстонахожденіемъ коралловыхъ построекъ наблюдается какъ бы зависимость, которая, напримѣръ, необыкновенно рѣзко выражена въ Тихомъ Океанѣ, наиболѣе богатомъ какъ вулканами, такъ и коралловыми постройками. Защитникомъ этой теоріи нѣкоторое время былъ и самъ Ляйэлль. При этомъ предположеніи остаются необъясненными тѣ же вопросы, что и въ раньше приведенной гипотезѣ: напримѣръ, какимъ образомъ коралловыя животныя, для жизни которыхъ необходимо пребываніе на извѣстныхъ глубинахъ въ морской водѣ, могли возводить свои постройки виже 46 метровъ въ водѣ и подняться выше уровня самыхъ высокихъ приливовъ? Послѣдній вопросъ Шамиссо старался объяснить слѣдующимъ способомъ: когда рифъ достигаетъ такой высоты, что остается почти сухимъ при отливѣ, тогда кораллы прекращаютъ постройку; поверхность послѣдней покрывается сверху каменистою массою, составленную изъ раковинъ моллюсковъ, ежей съ ихъ обломанными иглами и кусковъ полипняка, связанныхъ известковымъ пескомъ, который произошелъ отъ растертыхъ въ порошокъ раковинъ. Солнечный жаръ проникаетъ въ эту каменную массу, образуются трещины; во многихъ мѣстахъ, черезъ это, сила волны получаетъ возможность отдѣлять и выбрасывать на поверхность полипняка глыбы коралла; вслѣдствіе этого гребень постройки становится, наконецъ, такъ высокъ, что возвышается надъ поверхностью моря. При такой высотѣ постройки известковый песокъ лежитъ спокойно на ея поверхности и представляетъ сѣменамъ деревьевъ и другихъ растений, выбрасываемыхъ волнами, такую почву, на которой они быстро вырастаютъ и затемняютъ ея ослѣпительную бѣлую поверхность.

Этой теоріи, однакоже, противъ рѣчили многіе факты и ее, наконецъ, совсѣмъ оставили, послѣ того какъ Дарвинъ, изучивъ основательно жизнь коралловъ; далъ другое объясненіе формы коралловыхъ сооружений, основанное на совмѣстномъ вліяніи опусканія и поднятія морского дна и постояннаго наростанія коралловой постройки.

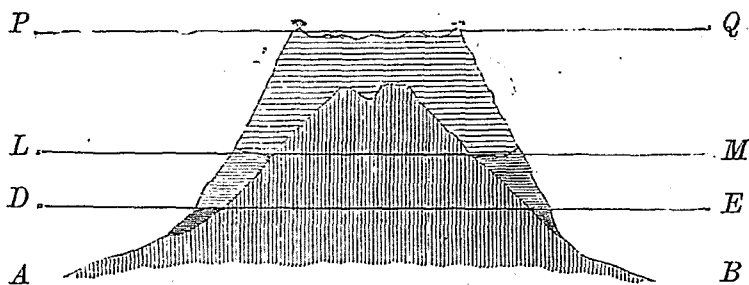
Дарвинъ, осмотрѣвъ множество коралловыхъ построекъ, нашелъ необходимымъ отказаться отъ мнѣнія, будто форма ихъ представляла очертаніе первоначальнаго морского дна. Вмѣсто того, чтобы допустить, что основаніе коралловой постройки покоится на кругломъ или овальномъ гребнѣ подводной скалы, и что лагуна соответствуетъ первоначально существовавшему углубленію, онъ высказалъ новую мысль, которая съ перваго взгляда должна показаться слишкомъ парадоксальной, а именно, что лагуна находится въ томъ самомъ мѣстѣ, которое нѣкогда было занято высочайшею частью подводной горы или, другими словами, вершиной отмели. Вотъ въ короткихъ словахъ изложеніе тѣхъ фактовъ и доводовъ, которые говорятъ въ подтвержденіе этого взгляда. Кромѣ кольцеобразныхъ коралловыхъ построекъ, состоящихъ изъ атолла, который окружаетъ лагуну, есть еще и другія постройки, имѣющія подобную же форму и строеніе, но окружающія высокіе острова. Къ числу такихъ принадлежитъ, на-

примѣръ, островъ Ваникоро, въ Новой Каледоніи, вокругъ котораго коралловый рифъ идетъ въ разстояніи 600 метровъ отъ берега, причемъ каналъ между рифомъ и островомъ имѣетъ до 90 метровъ глубины. Этотъ каналъ, слѣдовательно, походитъ на лагуну, только съ островомъ, стоящимъ посрединѣ ея. Подобный же примѣръ представляетъ Таити, въ которомъ гористый островъ со всѣхъ сторонъ окруженъ озеромъ или поясомъ спокойной соленой воды, отдѣленной отъ океана кольцеобразнымъ коралловымъ рифомъ, около котораго постоянно пѣнятся буруны. Въ Тихомъ Океанѣ Дарвинъ указываетъ атоллъ, извѣстный подъ именемъ атолла князя Меншикова. Этотъ атоллъ характеренъ въ томъ отношеніи, что имѣетъ не одну лагуну, какъ это бываетъ въ большинствѣ случаевъ, а нѣсколько. Такая своеобразная форма вышеупомянутаго атолла легко объясняется съ точки зрѣнія Дарвина. Затѣмъ, большой барьерный рифъ, который, какъ уже было говорено, идетъ параллельно сѣверо-восточному берегу Австраліи, представляетъ другой весьма замѣчательный примѣръ длинной коралловой полосы, идущей параллельно съ берегомъ. Наконецъ, извѣстно, что наблюдается еще третій типъ рифовъ, названныхъ окаймляющими рифами, которые находятся непосредственно на сушѣ и часто весьма значительно поднимаются надъ уровнемъ прилегающаго моря.

Разсматривая всѣ три типа рифовъ, легко прийти къ заключенію, что между формой и положеніемъ коралловаго пояса въ атоллѣ, равно какъ и въ барьерномъ и окаймляющемъ рифахъ, существуетъ столь большое сходство, что никакое объясненіе, не относящееся ко всѣмъ имъ вообще, не можетъ считаться удовлетворительнымъ. Такое-то общее объясненіе ихъ и приводитъ Дарвинъ въ своей теоріи — именно онъ говоритъ, что возводящія постройки кораллы начинаютъ свое сооруженіе въ водѣ на умѣренной глубинѣ, прикрѣпляясь къ какому-либо возвышенію со всѣхъ сторонъ. Въ то время, когда они еще заняты своей работой, дно моря можетъ подвергаться постепенному осѣданію, такъ что основаніе возводимой кораллами постройки будетъ опускаться въ то самое время, какъ они возводятъ ея верхніе этажи. Если скорость пониженія морского дна не очень велика, то нарастающіе кораллы будутъ продолжать свои постройки вплоть до поверхности воды. По мѣрѣ того, какъ суша уходитъ подъ уровень моря, вода постепенно выступаетъ надъ нею, пока не исчезнетъ высочайшій пикъ первоначальнаго острова. То, что было прежде сушею, замѣщается лагуной, а положеніе окружающаго рифа остается безъ измѣненія, за исключеніемъ небольшого сокращенія его размѣровъ.

Образованіе атолла, согласно мнѣнію Дарвина, очень легко можетъ быть представлено графически (фиг. 160). Въ самомъ дѣлѣ, допустимъ, что среди океана возвышается островъ *AB* и что линія *DE* опредѣляетъ уровень воды. Если на извѣстной глубинѣ, на берегу острова, поселятся кораллы, то, размножаясь постоянно, чрезъ нѣкоторое время они могутъ достигнуть уровня *DE*; но предположимъ, что дно океана опускается и что, слѣдовательно, когда кораллы достигнутъ линіи *DE*, уровень воды въ океанѣ достигнетъ линіи *LM*; ясно, что кораллы будутъ продолжать свою дѣятельность и чрезъ нѣкоторое время опять достигнутъ поверхности

воды. Если дно будетъ продолжать опускаться, то возможно и полное затопленіе острова водою океана и увеличеніе толщины коралловой постройки. Наконецъ, предположимъ, что въ какой-либо третій моментъ, въ силу постояннаго опусканія, уровень океана достигнетъ линіи *PQ* и что въ то же время и кораллы возведутъ свою постройку до этого горизонта. Такъ какъ при этомъ допускается медленное и постепенное опусканіе дна океана, то не трудно видѣть, что можетъ явиться такой случай, когда коралловыя постройки будутъ кольцеобразно окружать часть океана или лагуну, которая будетъ находиться какъ-разъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ первоначально была вершина острова. Такимъ способомъ происходятъ барьерныя рифы и атоллы, и Дарвинъ, въ подтвержденіе своей теоріи, указываетъ на существованіе промежуточныхъ стадій, отъ высокихъ острововъ, какъ Таити, окруженныхъ коралловымъ рифомъ, до Гамбьерской группы, гдѣ представителями суши служатъ только нѣсколько пиковъ, поднимающихся изъ лагуны, и, наконецъ, до совершеннаго атолла, имѣющаго лагуну въ нѣсколько сотъ метровъ глубиною, окруженную рифомъ, круто поднимающимся со дна глубокаго океана.



Фиг. 160. Объясненіе происхожденія атолловъ (Дарвинъ).

Выше разобранъ наиболѣе простой случай, но ничто не препятствуетъ допустить, что, подъ вліяніемъ вѣковыхъ опусканій, островъ значительныхъ размѣровъ, обладающій нѣсколькими отдѣльными высотами, будетъ мало-по-малу уходить подъ уровень моря; первоначальный, единственный коралловый рифъ, окружавшій этотъ островъ, при дальнѣйшемъ погруженіи его фундамента, можетъ разбиться на цѣлый рядъ отдѣльныхъ рифовъ и, въ концѣ-концовъ, дать весьма сложный атоллъ, состоящій изъ цѣлаго ряда разнообразно расположенныхъ, отдѣльныхъ, болѣе мелкихъ атолловъ, т.-е. дать картину, напоминающую атоллъ князя Меншикова, или какой-либо другой сложный.

Сопоставляя всѣ вышеизложенные факты, говорящіе въ пользу теоріи Дарвина, не трудно замѣтить, что они, въ самомъ дѣлѣ, сильно ее подтверждая, дѣлаютъ въ высшей степени правдоподобною и поэтому справедливо пользующеюся въ настоящее время полнымъ уваженіемъ.

Объясненіе происхожденія коралловыхъ острововъ, данное Дарвиномъ, находитъ себѣ подтвержденіе и въ измѣреніи глубинъ океана, окружающаго коралловые острова. Такія измѣренія произведены были въ большомъ количествѣ экспедиціей, въ которой участвовалъ самъ Дар-

винъ. Измѣренія эти показали, что глубина океана около острововъ иногда доходить до 600—900 метровъ, и что лотъ на такихъ глубинахъ продолжаетъ вытаскивать куски мертвыхъ коралловъ. Какъ уже видѣли выше, кораллы не могутъ жить на глубинѣ большей 46 метровъ, а потому существованіе коралловыхъ сооружений на такихъ глубинахъ не можетъ быть объяснено иначе, какъ опусканіемъ морского дна совмѣстно съ наростаніемъ коралловыхъ сооружений. Дарвинъ измѣрялъ также глубину одной и той же лагуны, причемъ оказалось, что эта послѣдняя всегда много мельче окружающаго постройки океана. Что касается окаймляющихъ рифовъ, то они могутъ происходить при поднятіи материка; коралловая постройка, скрытая подъ поверхностью воды, при такомъ поднятіи будетъ постепенно выступать наружу, нарастая только своими подводными частями.

Принимая во вниманіе объясненіе формы коралловыхъ сооружений, данное Дарвиномъ, можно смотрѣть на нихъ, какъ на новый рядъ доказательствъ поднятій и опусканій болѣе или менѣе значительныхъ подводныхъ областей. Если атоллъ съ лагуною и барьерный рифъ могутъ образоваться только при господствѣ въ данной мѣстности явленія медленныхъ, вѣковыхъ опусканій, а окаймляющій или береговой рифъ — при явленіи медленнаго поднятія, то, понятно, что тѣ мѣста въ океанахъ, гдѣ наблюдаются опредѣленнаго типа коралловыя сооружения, должны подвергаться и опредѣленнаго типа колебаніямъ. Разсматривая, съ этой точки зрѣнія, распредѣленіе коралловыхъ построекъ, должно прийти къ заключенію, что дно Тихаго океана почти на всемъ своемъ протяженіи подвергается вѣковымъ опусканіямъ, тогда какъ въ Индѣйскомъ океанѣ это явленіе идетъ череполосно, т.-е. опускающіяся полосы чередуются съ полосами поднимающимися.

Объясненіе формы коралловыхъ сооружений, сдѣланное Дарвиномъ и поддержанное въ свое время изслѣдованіями Дана, вызвало нѣсколько возраженій. Такъ Семперъ, послѣ изслѣдованія Палаускихъ острововъ, высказалъ мысль, что атоллы возникли вслѣдствіе вліянія движенія воды, т.-е. приливовъ и отливовъ, а отчасти и существующихъ морскихъ теченій. По его мнѣнію, ведлимья внутренней части полииньяка сверху скоро отмираютъ, тогда какъ наружныя части, постоянно омываемыя моремъ, энергично растутъ и этимъ обуславливаютъ форму атолла. Тѣмъ не менѣе, Семперъ все-таки допускаетъ возможность возникновенія атолловъ въ областяхъ опусканія. Участникъ Чалленджеровской экспедиціи Муррей также явился противникомъ гипотезы Дарвина. Онъ вмѣсто теоріи опусканія предлагаетъ теорію поднятія и предполагаетъ, что атоллы расположены покровами на подводныхъ горахъ и даже преимущественно на подводныхъ вулканахъ, — этимъ Муррей какъ бы возвращается къ гипотезѣ Шамиссо. Тѣмъ не менѣе, онъ принимаетъ и нѣкоторыя объясненія Семпера, какъ относительно размыванія и растворенія водою постройки, такъ и болѣе энергичнаго наростанія ея наружныхъ частей. Объясненіе Муррея, на первый взглядъ казалось въ значительной степени подрываетъ гипотезу Дарвина; но при примѣненіи этого объясненія къ различнымъ формамъ коралловыхъ сооружений гипотеза Муррея вызвала очень серьезные сомнѣнія. Такъ, напр., значительная толщина коралловыхъ рифовъ стоитъ въ прямомъ противорѣчій съ этою гипотезою, по которой толщина должна быть очень незначительною. Буреніе на Сандвичевыхъ островахъ показало, что толщина коралловой постройки не менѣе 200 метровъ. Точно также извѣстно много фактовъ, которые могутъ быть объяснены исключительно теоріею опусканія и говорятъ противъ вымыванія,

проводимаго Мурреемъ. Такъ извѣстны атоллы, лагуны которыхъ совершенно исчезли и только присутствіе среди острова вдавленія свидѣтельствуетъ о нѣкогда бывшемъ ихъ существованіи; съ другой стороны, есть атоллы съ лагунами глубиною до 70 метровъ. Высто увеличенія глубины лагуны, что требуется по гипотезѣ Муррея, было доказано ея обмелѣніе. Такъ, напр., лагуна въ атоллѣ Килинга, со времени посѣщенія ея Дарвиномъ, значительно обмелѣла. Цѣлый рядъ другихъ фактовъ, между прочимъ и ничтожная глубина каваловъ, соединяющихъ лагуны съ моремъ, все это вмѣстѣ указываетъ на полную несостоятельность гипотезы Муррея и заставляетъ видѣть въ гипотезѣ Дарвина единственное наиболѣе цѣлесообразное объясненіе самыхъ разнообразныхъ формъ коралловыхъ сооружений.

НАЗЕМНЫЯ ЖИВОТНЫЯ.

Кромѣ упомянутыхъ морскихъ организмовъ, въ разнообразныхъ геологическихъ образованіяхъ могутъ погребаться и высшія наземныя животныя. Въ образованіяхъ, предшествующихъ современной геологической эпохѣ, извѣстны находки не только высшихъ четвероногихъ животныхъ, но даже и человѣка. Находили, напр., цѣлыя хорошо сохранившіеся трупы, или же только отдѣльныя части скелета животныхъ, образующія иногда скопленія разной величины; все зависитъ отъ причинъ, вслѣдствіе которыхъ погибло животное, и отъ условій, при которыхъ оно сохранилось.

Гибель наземныхъ животныхъ при разливахъ рѣкъ. Наземныя животныя могутъ погибать и попадать въ геологическія образованія при разливахъ рѣкъ въ половодье. Мертвый организмъ, попадая въ воду, пропитывается ею и, падая на дно, подвергается медленному разложенію; разложеніе это сопровождается сильнымъ развитіемъ газовъ, вслѣдствіе образованія которыхъ трупы животныхъ черезъ 9—14 дней всплываютъ на поверхность воды; здѣсь разложеніе, въ силу болѣе тѣснаго соприкосновенія трупа съ кислородомъ воздуха, идетъ еще энергичнѣе, и отъ трупа отпадаютъ части, слабѣе другихъ прикрѣпленныя. Такими, легче всего отпадающими, частями будутъ, разумѣется, нижняя челюсть и конечности. Отгниваніемъ и отпаденіемъ этихъ слабо прикрѣпленныхъ частей объясняется нахожденіе такихъ отдѣльныхъ частей костяка наземныхъ животныхъ въ ископаемомъ состояніи среди типичныхъ морскихъ осадковъ. Находили, напр., осадки, содержащіе только нижнія челюсти позвоночныхъ животныхъ, тогда какъ нахожденіе другихъ частей представляло рѣдкость. Гибель организмовъ при разливахъ рѣкъ и выносъ ихъ въ большіе водные бассейны иногда встрѣчаетъ препятствія въ нѣкоторыхъ хищникахъ, которые, нападая на трупы, могутъ способствовать болѣе быстрому ихъ распаденію на отдѣльныя части во время плаванія на поверхности воды. Такъ, многія хищныя птицы уничтожаютъ мягкія части трупа и этимъ обуславливаютъ быстрое распаденіе его на отдѣльныя части и болѣе быстрое погруженіе ихъ на дно воднаго бассейна. Впрочемъ, нѣкоторые хищники, какъ, напримѣръ, акулы, способны переваривать даже кости животныхъ, а потому могутъ

считаться весьма серьезнымъ врагомъ даже труповъ и въ значительной мѣрѣ препятствовать сохраненію наземныхъ организмовъ.

Во время сильныхъ періодическихъ разливовъ рѣкъ въ южно-американскихъ саваннахъ гибнутъ цѣлыя стада дикихъ лошадей. По показаніямъ Гумбольдта, на Апуреи, одномъ изъ притоковъ р. Ориноко, цѣлыя табуны лошадей въ нѣсколько тысячъ головъ погибаютъ, застигаемые сильными разливами. Въ это время лошади, коровы и другія наземныя животныя ведутъ образъ жизни какъ бы водныхъ, совместно съ крокодилами, водяными змѣями и другими. При наводненіи на островѣ Явѣ (въ 1699 г.) мутныя воды р. Батавіи доставили къ берегу моря громадное количество труповъ буйволовъ, тигровъ, носороговъ, оленей, обезьянъ и т. д. При разливахъ нашихъ сибирскихъ рѣкъ неожиданно наступаютъ на заливныхъ равнинахъ и гибнутъ цѣлыя стада рогатаго скота. Пожары степей, нагоняя панической страхъ и заставляя часто соединяться въ одно стадо самыхъ разнообразныхъ животныхъ, также содѣйствуютъ гибели громаднаго количества недѣлимыхъ, загоняя ихъ въ рѣки. Даже четырехрукія, которыя, какъ наиболѣе развитыя, должны были бы, кажется, избѣгать подобныхъ гибельныхъ случайностей, находятся въ водныхъ отложеніяхъ. Конечно, если при разливахъ рѣкъ, эти послѣднія несутъ очень большое количество осадка, то погибшій трупъ можетъ быть и окончательно имъ засыпанъ. Развитіе газовъ, при разложеніи, будетъ не въ состояніи преодолѣть сопротивленіе осадка и вынести трупъ на поверхность воды; при этомъ вполне возможно сохраненіе въ такомъ осадкѣ полныхъ скелетовъ животныхъ. Такое явленіе, повидимому, было при захороненіи на С. Двинѣ въ пермскихъ осадкахъ большого количества полныхъ скелетовъ пресмыкающихся и земноводныхъ.

Сохраненіе наземныхъ животныхъ въ болотахъ и торфяникахъ. Болото, какъ указано выше, представляетъ собою слой мха и другихъ растительныхъ остатковъ, подъ которыми находится водный бассейнъ. Животное, переходящее черезъ болото, можетъ провалиться и погибнуть въ немъ. Торфъ замѣчательно хорошо сохраняетъ трупы организмовъ. При раскопкѣ торфяниковъ, для добычи торфа, часто находятъ трупы животныхъ, чаще всего свиней, очень хорошо сохранившіеся. Въ 1747 г. въ Линкольншейрѣ, въ Англіи, на островѣ Эксгольмѣ, былъ найденъ на глубинѣ 6 футовъ трупъ женщины, такъ хорошо сохранившійся, что даже волосы были цѣлы; между тѣмъ, платье ея изъ волосяной матеріи безъ всякаго признака тканья, сандали на ногахъ указывали на то, что трупъ этотъ, можетъ быть, сохраняется тысячелѣтія. Въ Англіи же, въ Сользбурьскомъ болотѣ, найденъ былъ всадникъ въ полномъ вооруженіи и при немъ лошадь; лошадь и всадникъ очень хорошо сохранились и подтверждаютъ собою старинное преданіе, по которому при Генрихѣ VIII (1542 г.) отрядъ кавалеріи случайно попалъ на это болото и погибъ въ немъ. Торфъ сохранилъ, какъ, напр., въ Даніи, и другіе интересные остатки, важные для изученія доисторическаго чело-вѣка глубокой древности.

Въ 1674 г. въ Дербишейрѣ, въ Англіи, были сдѣланы даже опыты, которые подтвердили замѣчательную способность торфа сохранять животныя организмы. Въ торфѣ были зарыты два трупа и черезъ 28 лѣтъ извлечены совершенно сохранившимися. „Цвѣтъ ихъ кожи былъ бѣлый и натуральный, тѣло ихъ было мягко, какъ у людей недавно умершихъ“.

Особенно интересны и важны случаи сохраненія въ торфяникахъ исчезнувшихъ животныхъ. Такъ, въ торфяникахъ Сибири находили трупы вымершихъ мамонта и носорога. Мамонта, какъ ближайшаго родственника слона, считали долгое время жителемъ теплыхъ странъ и нахождение отдѣльныхъ частей его на сѣверѣ служило возраженіемъ противъ принятія нѣкогда бывшаго здѣсь ледниковаго періода. Такой споръ продолжался между учеными до тѣхъ поръ, пока не былъ найденъ въ Сибири, въ торфяникѣ, трупъ мамонта, полный и хорошо сохранившійся. Все это помогло уясненію истиннаго характера животнаго и даже послужило доказательствомъ болѣе сильнаго напряженія холода въ эпоху, когда жилъ мамонтъ. Сохраняющая способность торфяника увеличивается еще болѣе при условіи низкой средней температуры мѣстности, а это условіе уже само по себѣ есть довольно крупный факторъ прекраснаго сохраненія органическихъ тканей. Таки известны случаи чрезвычайно продолжительнаго сохраненія труповъ людей, захороненныхъ въ странахъ, обладающихъ низкою среднею температурою. Трупъ князя Меншикова, похороненнаго на берегахъ р. Сосвы, былъ открытъ чрезъ 96 лѣтъ въ такомъ полномъ сохраненіи, что на немъ найдены были не только волосы, но и одежда.

Въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ морозы не такъ сильны, какъ въ Сибирской тундрѣ, и гдѣ промерзающая почва довольно быстро оттаиваетъ весною, сохраненіе наземныхъ организмовъ наблюдается не въ такомъ совершенствѣ. Мягкія части трупа, въ особенности при значительной древности погребенія, совершенно уничтожаются, но зато части скелета пользуются весьма завидною степенью сохраненія. Кости животныхъ, погибшихъ въ торфяникахъ, почти всегда пріобрѣтаютъ темно-шоколаднаго цвѣта окраску, весьма типичную для того, чтобы по ней одной опредѣлить условія ихъ сохраненія. Кромѣ того, въ болотахъ, гдѣ образуется торфяникъ, весьма часто, независимо отъ скопленія здѣсь растений, идетъ отложеніе водной окиси желѣза. Если въ такихъ болотахъ гибнетъ животное, то минерализація твердыхъ его частей иногда можетъ идти на счетъ водной окиси желѣза, являющейся замѣстителемъ извести. Известны случаи гибели организмовъ въ торфяникахъ, безспорно, относящіяся къ временамъ глубокой древности—жизни на землѣ доисторическаго человѣка каменнаго вѣка, при которыхъ были находимы въ сильнѣйшей степени минерализаціи части его костей, а равно и кости современныхъ ему животныхъ. Въ костяхъ человѣка и животныхъ было находимо отъ 22% до 28% окиси желѣза, тогда какъ въ нормальныхъ костяхъ находятъ только слѣды ея. Любопытно, что количество фосфорной кислоты, одной изъ главныхъ составныхъ частей кости, осталось то же самое, тогда какъ известно найдено много меньше, чѣмъ

въ нормальной кости; отсюда можно прийти къ заключенію, что окисъ желѣза вытѣснила изъ фосфорнокислаго соединенія кости значительную часть извести.

Сохраненіе наземныхъ животныхъ въ пескахъ. — Дюны также могутъ способствовать погребенію и сохраненію остатковъ какъ наземныхъ животныхъ, такъ и сооружений самого человѣка. Это погребеніе, конечно, обуславливается тѣмъ поступательнымъ движеніемъ дюнь, о которомъ было сказано раньше. Въ Англии, Франціи и Ютландіи извѣстно много случаевъ погребенія городовъ и деревень подъ дюнами.

Весьма интересны опустошенія, произведенныя песками Сахары по западному берегу Нила, въ особенности между храмомъ Юпитера Аммона и Нубіей, гдѣ занесено пескомъ нѣсколько городовъ. Раскопки, производимыя въ такихъ мѣстностяхъ, обнаруживаютъ вполне сохранившіеся города. Осадки, не пропускающіе воды, сохраняютъ покрытые ими предметы лучше, чѣмъ осадки водопроницаемые; въ послѣднемъ случаѣ является болѣе свободный доступъ воздуха къ сохраняемымъ предметамъ. Тѣмъ не менѣе, при раскопкахъ въ верховьяхъ Нила, найдены вполне сохранившимися очень нѣжные предметы живописи, фрески, статуи, домашняя утварь и др., по которымъ можно воспроизвести бытъ древнихъ египтянъ. Объяснить такую совершенную степень сохраненія въ пескахъ можно только тѣмъ, что рассматриваемыя мѣстности лежатъ въ весьма сухомъ климатѣ, гдѣ мало выпадаетъ атмосферныхъ осадковъ и они, не успѣвая проникнуть до сохраняемыхъ песками предметовъ, при наступленіи засухи снова отдѣляются испареніемъ въ атмосферу.

Сохраненіе наземныхъ организмовъ въ вулканическихъ образованіяхъ. — Нѣкоторые изъ вулканическихъ продуктовъ служатъ хорошимъ матеріаломъ для сохраненія какъ попавшихъ въ нихъ животныхъ и растительныхъ организмовъ, такъ и остатковъ, часто весьма нѣжныхъ, культуры самаго человѣка. Такой матеріалъ представляютъ рыхлые вулканическіе продукты и въ особенности тѣ грязные потоки (lava d'aqua), которые образуются на счетъ первыхъ при участіи воды. Грязный потокъ вполне облекаетъ собою попавшій въ него предметъ, а отложившійся изъ него осадокъ болѣею частью настолько мелкозернистъ и пластиченъ, что способенъ въ видѣ отпечатка передать малѣйшія детали наружнаго строенія погибшаго въ немъ предмета. Отвердѣвшему осадку грязнаго потока даютъ обыкновенно наименованіе вулканическаго туфа; извѣстны довольно многочисленные случаи находенія въ туфахъ погребенныхъ въ нихъ листьевъ растений, переданныхъ въ видѣ отпечатковъ съ замѣчательнымъ совершенствомъ — сохраняется до мельчайшихъ подробностей даже нервация листа и т. д.

Въ 79 г. послѣ Р. Х., при изверженіи Везувія, подобнымъ грязнымъ потокомъ были залиты три города: Геркуланумъ, Помпея и Стабія. Обстоятельства гибели Помпеи были предметомъ долгаго спора между учеными: одни утверждали, что Помпея погибла подъ потокомъ огненной лавы, другіе, что подъ осадкомъ грязнаго потока (lava d'aqua). Полемика происходила между Неаполитанскою Академіей Наукъ, которая

держалась первого мнѣнія, и итальянскимъ ученымъ Липпи, который держался второго. Въ этомъ спорѣ странно то, что обѣ стороны, для доказательства своихъ мнѣній, часто пользовались однимъ и тѣмъ же фактомъ, толкуя его различно. Такъ напримѣръ въ Помпеѣ найдены были свитки полубугленнхъ папирусовъ; члены академіи наукъ утверждали, что обугливаніе ихъ обусловлено потокомъ огненно-жидкой лавы, а Липпи доказывалъ, что еслибы папирусы дѣйствительно попали въ лаву, то они сгорѣли бы совсѣмъ, и отъ нихъ не осталось бы ничего, а попали они въ слой грязной лавы и тамъ только обуглились отъ гніенія. Потомъ, когда послѣ раскопки официальныхъ зданій города, началась раскопка частныхъ жилищъ, Липпи нашелъ много фактовъ, подтверждавшихъ его взглядъ. Всѣ жилища со всей ихъ обстановкой, даже самыя нѣжныя вещи—мелкая утварь, картины—оказались совершенно цѣлыми. Найдена была полость отъ трупа женщины, съ превосходнымъ сохраненіемъ формъ человѣческаго тѣла. Вообще въ Помпеѣ найдено сравнительно небольшое количество полостей отъ труповъ ¹⁾; очевидно, жители имѣли время бѣжать изъ города, а тѣ которые остались и погибли, вынуждены были къ этому, повидимому, вліяніемъ совершенно особыхъ обстоятельствъ: или они погибли, не имѣя силъ бѣжать отъ грозившей имъ опасности, или остались на мѣстѣ въ виду угрожающей гибели, исполняя свой долгъ и т. д. Между прочимъ такія раскопки обнаружили двухъ прикованныхъ цѣпами къ стѣнѣ острожниковъ, часового, беременную мать, уводившую свою дочь, скрягу, распростертаго на полу ничкомъ, съ судорожно сжатыми руками, которыми онъ подбиралъ растеряныя въ суматохѣ золотыя монеты и т. д. Въ настоящее время большая часть Помпеи отрыта, теперь тамъ можно ходить по улицамъ и наблюдать воочию остатки жизни человѣка, жившаго около 2000 лѣтъ тому назадъ. Осадокъ грязнаго потока проникъ въ дома, печи, такъ что сохранились даже хлѣбы въ булочной хлѣбника съ выбитымъ на нихъ вензелемъ хозяина; осадокъ проникъ въ бібліотечку, выполнялъ свободныя пространства между папирусами; живопись сохранилась до такой степени совершенства, что не вѣрится, чтобы она была исполнена почти двѣ тысячи лѣтъ тому назадъ. Всѣ эти факты ясно указываютъ на то, что городъ былъ залитъ не разрушительнымъ потокомъ огненной лавы, а жидкимъ слоемъ грязной лавы, изъ которой впоследствии осѣлъ мягкій осадокъ, прикрывшій собою весь городъ. Благодаря тонкости и сравнительной мягкости этого осадка, Помпея сохранилась очень хорошо. Совершенно иныя условія наблюдаются для Геркуланума; онъ также погибъ подъ грязнымъ потокомъ, но надъ нимъ прошелъ еще мощный потокъ огненной лавы; этимъ объясняется затруднительность раскопокъ въ Геркуланумѣ; хотя онъ уже отчасти и очищенъ подземными работами, но закрыть отъ дневной поверхности слоемъ застывшей лавы и осматривать его можно только при искусственномъ освѣщеніи, — подъ землю.

¹⁾ При находкѣ такой полости ее заливаютъ гипсомъ, который передаетъ съ значительной точностью детали наружнаго очертанія

Иногда и расплавленная огненно-жидкая лава можетъ тоже способствовать сохраненію, но болѣе крупныхъ предметовъ, какими являются человѣческія сооруженія, напр., дома и отдѣльныя стѣны. При изверженіи Этны въ 1669 г., какъ извѣстно, погибло до 14 городовъ. Одинъ изъ потоковъ направился къ г. Катаніи, перелился черезъ стѣну этого города и залилъ нѣсколько домовъ. Раскопка нижняго конца этого лавового потока обнаружила почти полную сохранность домовъ и наружной стѣны, нѣкогда заграждавшей г. Катанію; найдено было также нѣсколько статуй и другихъ украшеній подъ толщами лавы. Объяснить такое явленіе можно какъ тѣмъ, что къ нижнему концу огненно-жидкіе потоки лавы обладаютъ сравнительно болѣе низкою температурою, такъ и тѣмъ, что лава вообще плохой проводникъ тепла, а потому для уничтоженія попавшихъ туда предметовъ температура была недостаточно высока.

Сохраненіе животныхъ въ пещерахъ.— Кромѣ торфа, песка и вулканическихъ осадковъ, сохраненіе животныхъ остатковъ можетъ быть обусловлено погребеніемъ ихъ въ трещинахъ и пещерахъ горныхъ породъ. Указано было раньше, что многія горныя породы, подъ влияніемъ циркулирующей воды, способны растворяться, образуя полости или пещеры. Сюда-то попадаютъ часто животныя, или случайно, или даже избирая эти пещеры мѣстомъ жительства, и здѣсь погибаютъ. Конечно, для сохраненія этихъ остатковъ необходимо еще, чтобы они покрывались такимъ осадкомъ, который предохранилъ бы ихъ отъ разрушительнаго вліянія атмосферы. Осадокъ этотъ можетъ образоваться двоякимъ путемъ—или механическимъ, или химическимъ. При разсмотрѣніи подземнаго дренажа было показано, что нѣкоторые источники могутъ происходить черезъ сокрытіе рѣки съ дневной поверхности. Понятно, что такая рѣка будетъ отлагать на пути своего подземнаго теченія осадокъ, въ который могутъ попадать и животныя, принесенныя рѣкой съ поверхности земли. Если затѣмъ рѣка измѣнитъ направленіе своего теченія, или окончателно прекратитъ свое существованіе, то и пещера, черезъ которую она протекала, можетъ быть или отчасти, или совершенно выполнена осадкомъ. Съ другой стороны, въ пещерахъ, находящихся въ известковыхъ породахъ, происходитъ отложеніе сталактитовъ и сталагмитовъ. Если пещеры были обитаемы животными или человѣкомъ, то остатки ихъ могутъ быть связаны цементомъ углекислой извести и образовывать костяную брекчію. Иногда такіе слои костяной брекчіи разобщены слоемъ, состоящимъ изъ сталагмитовъ и т. д.; часто пещеры сплошь выполнены подобнаго рода отложеніями.

Пещеры, въ которыхъ сохранились кости животныхъ, встрѣчаются во многихъ мѣстностяхъ; такъ, ихъ находятъ въ Бельгіи, Моревѣ, которая, какъ и южная Франція, особенно богата ими; въ Англіи, въ Крыму, близъ Одессы, у Нерубайскихъ хуторовъ, на Кавказѣ, на Уралѣ и Алтайѣ. При первомъ знакомствѣ съ такими пещерами, образовалось два мнѣнія относительно самаго процесса выполненія ихъ костяной брекчіей. Одни говорили, что животныя жили въ этихъ пещерахъ и

здѣсь же умирали. Углекислая известь одновременно съ ихъ жизнью отлагалась въ видѣ сталактитовъ и сталагмитовъ, которые цементировали скелеты погребенныхъ животныхъ. Другіе утверждали, что находимыя въ пещерахъ кости животныхъ вмѣстѣ съ осадками занесены сюда изъ другихъ мѣстъ подземнымъ потокомъ. Кости, чаще обломки ихъ, приносимые водой, являются всегда округленными, окатанными, вслѣдствіе тренія ихъ краевъ о твердые предметы. При этомъ въ одной и той же пещерѣ могутъ находиться кости весьма разнообразныхъ животныхъ. Изслѣдованіе самаго осадка даетъ возможность узнать произошелъ ли онъ изъ циркулирующей воды, или какимъ-нибудь другимъ способомъ. Въ другихъ пещерахъ находятъ массу костей, въ которыхъ такой округленности не замѣчается, края этихъ костей остры, а самыя кости связаны въ плотную массу углекислою известью. Въ этомъ случаѣ въ каждой пещерѣ встрѣчаются почти исключительно кости какого-либо одного вида животныхъ. Напримѣръ, въ моравскихъ и бельгійскихъ пещерахъ—пещернаго медвѣдя. Въ нѣкоторыхъ англійскихъ пещерахъ часто попадаются остатки пещерной гіены; здѣсь же попадаются и кости другихъ животныхъ, но всегда тѣхъ, которыя служили пищею этому хищнику. Наблюденія надъ современными явленіями даютъ возможность утверждать, что есть по крайней мѣрѣ два способа, при помощи которыхъ пещеры могутъ быть выполнены содержащими кости осадками.

Резюмируя дѣятельность растительныхъ и животныхъ организмовъ, нужно прийти къ заключенію, что и она является однимъ изъ видныхъ геологическихъ факторовъ, могущихъ производить замѣтныя измѣненія земной поверхности, а отлагаемый животными и растениями твердый матеріалъ способствуетъ новообразованіямъ, иногда грандіозныхъ размѣровъ. Въ общемъ должно признать, что геологическая дѣятельность организмовъ параллельна геологической дѣятельности воды и атмосферы, противъ коалиціи которыхъ съ такимъ успѣхомъ и по настоящее время борется вулканизмъ.

Знакомство съ процессами, измѣняющими поверхность земли, должно въ окончательномъ результатѣ привести къ слѣдующему заключенію. Дѣятельность атмосферы, воды и организмовъ суть функціи, присущія землѣ съ того времени, какъ только явилась возможность образованія на землѣ вышеуказанныхъ геологическихъ факторовъ. Вулканизмъ пророденъ землѣ съ самаго момента ея зарожденія, а потому тѣ же геологическіе дѣятели должны были дѣйствовать на землю со временъ глубокой древности. Такое заключеніе объ атмосферѣ, водѣ, вулканизмѣ и жизнедѣятельности организмовъ невольно заставляетъ видѣть въ нихъ такое же отношеніе къ землѣ, какое обыкновенно видятъ въ функціяхъ жизнедѣятельности къ живому организму, т.-е. заставляетъ признавать въ этихъ геологическихъ дѣятеляхъ проявленіе жизнедѣятельности одного изъ міровыхъ тѣлъ—нашей планеты. Отсюда легко сдѣлать дальнѣйшій выводъ, что земля будетъ до тѣхъ поръ подвергаться измѣненіямъ, т.-е. жить, покуда различныя ея функціи происходятъ правильно, т.-е. находятся въ извѣстномъ равновѣсіи. Коль скоро одинъ изъ дѣятелей начнетъ

братъ сильный перевѣсъ надъ другимъ, можно будетъ предсказать гибель земли. По нашему мнѣнiю, въ особенности это справедливо относительно воды и вулканизма,—этихъ постоянныхъ антагонистовъ. Съ прекращенiемъ дѣятельности того или другого землѣ неизбежно грозитъ смерть или, по крайней мѣрѣ, то безотрадное состоянiе, которое наблюдается въ спутникѣ земли—лунѣ, на которой нѣтъ ни воды, ни явленiй вулканическихъ.

II.

ПЕТРОГРАФІЯ.

Отдѣлъ геологіи, занимающійся изученіемъ горныхъ породъ, образующихъ твердую оболочку земного шара, называется петрографіею или литологіею.

Подъ именемъ горныхъ породъ понимаютъ агрегаты, состоящіе или изъ одного или изъ нѣсколькихъ минераловъ и имѣющіе какъ значительное протяженіе по земной поверхности, такъ и представляющіе нѣкоторую мощность. Задача петрографіи заключается въ томъ, чтобы опредѣлить горную породу или входящіе въ нее минералы, уловить законность сочетанія этихъ минераловъ, изучить строеніе и самый способъ происхожденія горной породы, а равно и процессы ея видоизмѣненія.

ОТДѢЛЬНОСТЬ ГОРНЫХЪ ПОРОДЪ.

Для многихъ горныхъ породъ является въ высшей степени характерной такъ называемая отдѣльность. Подъ этимъ именемъ понимаютъ способность горной породы дѣлиться по трещинамъ на массы, имѣющія большую или меньшую правильность. Съ этой точки зрѣнія является возможнымъ въ отдѣлностяхъ горныхъ породъ различить нѣсколько формъ.

Шаровидная или сфероидальная отдѣльность наблюдается въ горной породѣ въ томъ случаѣ, когда трещины направляются по шаровой поверхности и когда горная порода легко можетъ распадаться на отдѣльные шары по направленію вышеуказанныхъ трещинъ; діаметръ шаровъ можетъ быть весьма разнообразенъ: въ нѣкоторыхъ породахъ онъ не превышаетъ нѣсколькихъ сантиметровъ, въ другихъ—доходитъ до нѣсколькихъ метровъ. Эту отдѣльность наблюдаютъ въ древнихъ горныхъ породахъ, какъ, на примѣръ, въ гранитахъ, діабазлахъ, діоритахъ Нассау и Фихтельгебирге, также въ базальтахъ, причемъ иногда эти

послѣдніе являются составленными изъ отдѣльныхъ шаровъ (фиг. 161). Наконецъ, Пуллетъ-Скропъ указываетъ такую отдѣльность въ нѣкоторыхъ трахитахъ.

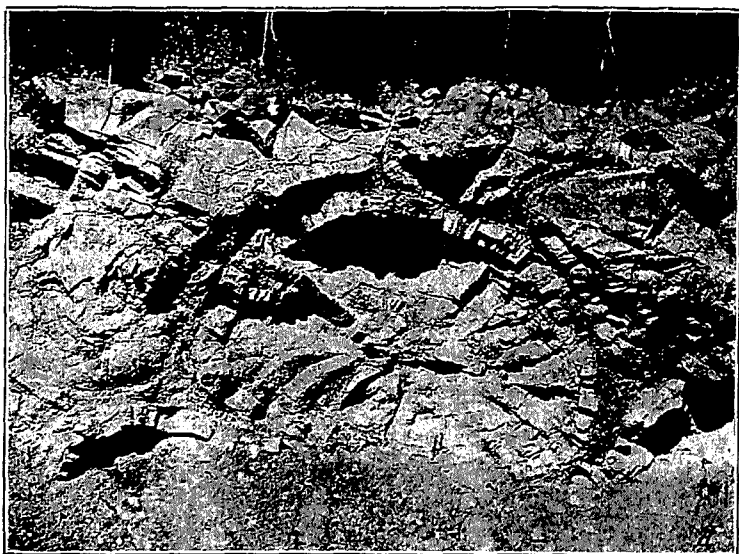


Фиг. 161. Сферондальная отдѣльность долерита (Гейки).

Не лишено интереса, что при существованіи въ данной горной породѣ сферондальной отдѣльности, одновременно съ этимъ можно наблюдать, что каждый сфероидъ разбитъ еще и радіально-лучистыми трещинами. Подобнаго рода отдѣльность наблюдалась въ андезитахъ Кавказа (фиг. 162) у перевала Цхарцхаро.

Плитообразная — отдѣльность можетъ наблюдаться въ горной породѣ въ томъ случаѣ, когда эта послѣдняя разбита параллельными другъ другу трещинами, обуславливающими распадѣніе на отдѣльныя плиты. Плоскости плитъ большею частью всегда ровныя, въ

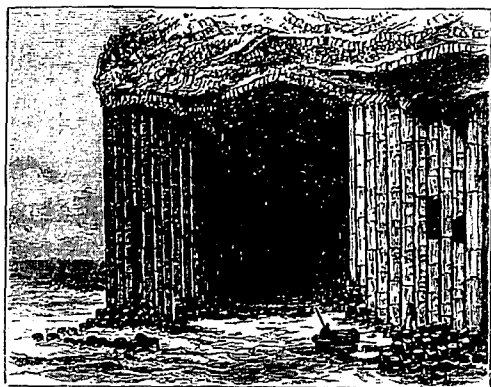
крайне рѣдкихъ случаяхъ нѣсколько изогнутыя. Подобная отдѣльность въ горной породѣ является иногда весьма типичною и, между прочимъ, для фонолита она можетъ служить однимъ изъ характерныхъ признаковъ.



Фиг. 162. Сферондальная и радіально-лучистая отдѣльность въ андезитѣ Кавказа.

Если опредѣленная система трещинъ разбиваетъ породу на тонкія и мелкія плитки, то возможно отъ плитообразной отдѣльности перейти къ сланцеватой, принимаемой нѣкоторыми учеными за структуру горной породы. Причины той и другой отдѣльности однѣ и тѣ же: обѣ эти

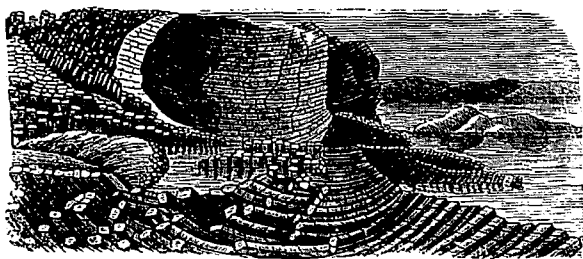
отдѣльности обусловлены исключительно только трещинами; вотъ почему и слѣдуетъ разсматривать сланцеватую отдѣльность здѣсь, а не въ структурахъ. Весьма понятно, что породы, имѣющія чешуйчатое и листоватое сложеніе, должны весьма часто обнаруживать сланцеватую отдѣльность, потому что, въ силу присутствія спайности въ отдѣльныхъ



Фиг. 163. Фингалова пещера. Базальтическая отдѣльность.

листочкахъ или чешуйкахъ минерала, по направленію этихъ послѣднихъ и будетъ наблюдаться распаденіе горной породы при ударѣ на отдѣльныя тонкія плитки.

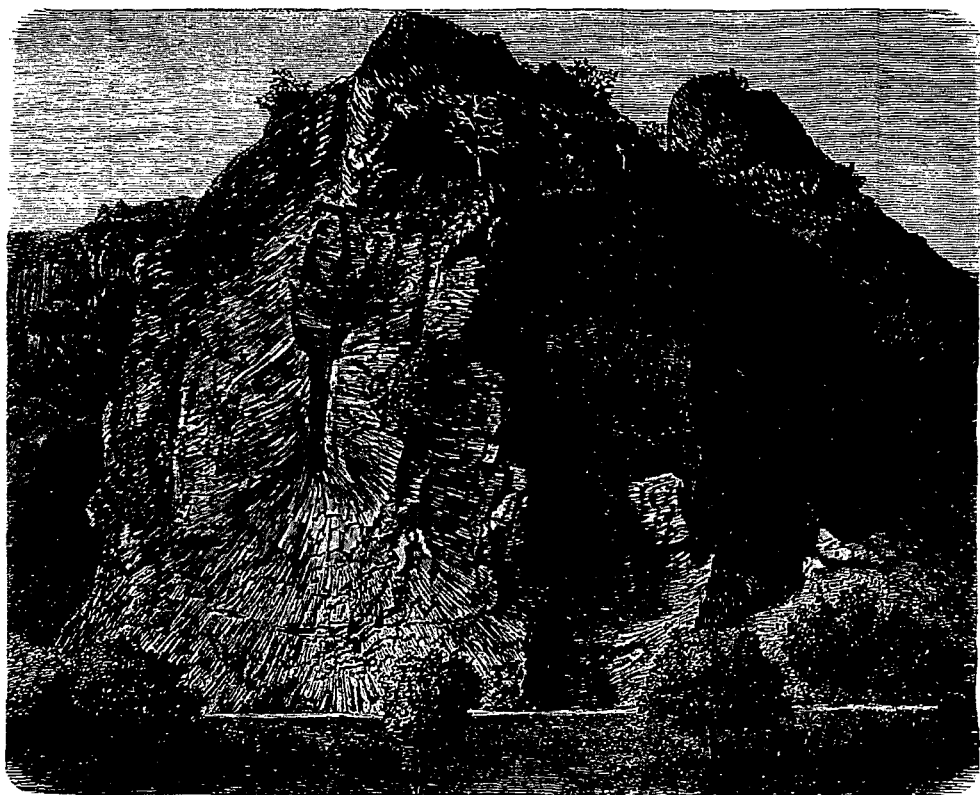
Столбчатая, или базальтическая отдѣльность наблюдается въ горной породѣ въ томъ случаѣ, когда нѣсколько системъ трещинъ пересѣкаются между собою, образуя столбы. Подобнаго рода столбы въ большинствѣ случаевъ являются правильно образованными и ограниченными



Фиг. 164. Столбчатая отдѣльность въ базальтахъ.

3—9 гранями. Уголъ пересѣченія трещинъ или плоскостей, ограничивающихъ столбы, крайне измѣнчивъ, причемъ иногда можно наблюдать почти правильные шестигранные столбы. Въ Шотландіи наблюдаются въ сѣнитахъ столбы, имѣющіе до 120 метровъ высоты. Толщина столбовъ въ высшей степени измѣнчива. На Рейнѣ, у Линца, столбы базальта обыкновенно не толще 10 сантиметровъ. Въ Исландіи трахитъ распадается на столбы не толще человеческого пальца. Особенно характерно выражается такая столбчатая отдѣльность въ базаль-

тахъ на Рейнѣ (Шейдекопфъ) и въ Саксоніи (Шейбенбергъ). Встрѣчаютъ эту отдѣльность также въ порфирахъ; иногда можно наблюдать ее не только въ породахъ вулканическихъ, для которыхъ она особенно характерна, но и въ породахъ осадочныхъ, напримѣръ, въ гипсахъ Монмартра, у Парижа, и въ пестрыхъ песчаникахъ недалеко отъ Тулона. Эту отдѣльность иногда называютъ базальтической, именно потому, что она наиболѣе часто встрѣчается у базальтовъ. Столбы этой отдѣльности могутъ стоять то совершенно вертикально (фиг. 163), то горизонтально (фиг. 164), то наклонно; иногда въ одной и той же породѣ они то



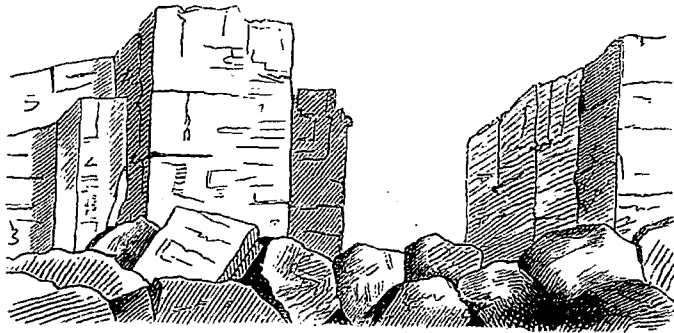
Фиг. 165. Перистое расположеніе столбчатой отдѣльности у Ауссига, на р. Эльбѣ, въ Богеміи.

являются параллельными другъ другу, то расходятся лучисто (фиг. 165). Иногда столбы, какъ, напр., на Рейнѣ, у Обервинтера, образуютъ изгибы, напоминающіе буквы S. Впрочемъ, во многихъ случаяхъ наблюдалась та особенность, что столбы стоятъ обыкновенно перпендикулярно къ плоскости охлажденія породы, т.-е. если наблюдать налеганіе базальта или какой-нибудь горной породы и опредѣлять при этомъ взаимное отношеніе трещинъ, разбивающихъ базальтъ на столбчатую отдѣльность, то замѣчается, что поверхность соприкосновенія будетъ находиться въ положеніи, перпендикулярномъ къ трещинамъ.

Параллелепипедальная отдѣльность происходитъ въ томъ случаѣ, когда три системы трещинъ разбиваютъ горную породу на отдѣльные куски, по формѣ напоминающіе параллелепипеды. Въ томъ случаѣ, когда форма кусковъ напоминаетъ кубъ, ее называемъ кубическою отдѣльностью, а если призму, то призматическою и т. д.

Вообще параллелепипедальная отдѣльность является наиболѣе свойственною гранитамъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ такая отдѣльность представляетъ значительную важность въ практическомъ отношеніи. Между прочимъ, можно указать на граниты ближайшихъ окрестностей Вѣны, которые, пользуясь ихъ отдѣльностью, употребляютъ какъ превосходный матеріалъ для мостовыхъ.

Если трещины въ горной породѣ идутъ по различнымъ направленіямъ и разсѣкаютъ эту послѣднюю на неправильныя массы, то таковой отдѣльности даютъ наименованіе неправильной, полиэдрической отдѣльности.



Фиг. 166. Призматическая отдѣльность въ гранитѣ Олонецкой губерніи.

Происхожденіе отдѣльности. Происхожденіе отдѣльности находится въ зависимости или отъ происхожденія самой горной породы, или отъ позднѣйшихъ на нее вліяній. По мнѣнію Котты, отдѣльность обусловливается быстрымъ или медленнымъ отверднѣніемъ. Такъ, напр., отдѣльность можно наблюдать даже въ глинѣ и стеклѣ; у первой при высыханіи, у второго при быстромъ охлажденіи. Изверженныя породы обыкновенно гораздо сильнѣе другихъ разбиты трещинами и нѣкоторые думаютъ, что правильная отдѣльность происходитъ вслѣдствіе той силы, которая управляетъ и группировкою элементовъ въ данной горной породѣ. Это мнѣніе основано, между прочимъ, на томъ, что въ шаровой отдѣльности часто можно наблюдать и расположеніе самихъ минераловъ, по крайней мѣрѣ, нѣкоторыхъ изъ нихъ, по направленію поверхности шара. Нужно замѣтить, что объяснить такую зависимость между шаровою отдѣльностью и расположеніемъ минераловъ можно тѣми же причинами, какими легко, напр., объясняется легкій расколъ породы, обладающихъ чешуйчатымъ или листоватымъ строеніемъ, на отдѣльные листочки или чешуйки, т.-е. тѣмъ, что трещины могли произойти въ зависимости отъ строенія горной породы. Происхожденіе отдѣльности можетъ быть поставлено, какъ наиболѣе вѣроятное, въ зависимость отъ механическихъ явленій.

Было показано раньше, что столбчатая или базальтическая отдѣльность можетъ произойти, какъ результатъ охлажденія, потому что при этой отдѣльности наблюдается извѣстнаго рода соотношеніе между поверхностью охлажденія и положеніемъ столбовъ. Еще изъ наблюденій братьевъ Рожеръ сдѣлалось извѣстнымъ, что въ Аппалахскихъ горахъ плоскости сланцеватыхъ горныхъ породъ являются параллельными оси поднятія. Въ 1846 г. Вауэръ замѣтилъ то же самое въ рейнскихъ сланцевыхъ горахъ. Здѣсь

вся система слоевъ претерпѣла сильное давленіе по направленію съ юга на сѣверъ, вслѣдствіе чего произошелъ цѣлый рядъ складокъ въ горныхъ породахъ, а въ слояхъ сланцевъ образовался рядъ трещинъ, разбивающихъ горную породу на отдѣльные куски, приче́мъ эти трещины расположились перпендикулярно давленію. Такія же наблюденія извѣстны и относительно породъ, безспорно осадочныхъ, въ которыхъ точно также наблюдаются образованія отдѣльности, повидимому, въ зависимости отъ вліянія механическихъ силъ.

Сорби одинъ изъ первыхъ пробовалъ примѣнить эту механическую силу къ объясненію происхожденія отдѣльности. Онъ смѣшивалъ пластическую глину съ железною слюдкою. Смѣсь приготовлялась по возможности однородною и въ ней, послѣ смѣшенія, листочки слюдки являлись расположенными въ самыхъ разнообразныхъ направленіяхъ. Подвергая сильному одностороннему давленію эту смѣсь, Сорби замѣтилъ, что листочки слюдки приняли параллельное другъ другу положеніе и расположились перпендикулярно давленію. Тиндаль повторилъ тѣ же опыты надъ другими веществами: глиною, воскомъ, и дѣлалъ эти опыты безъ участія какого бы то ни было минерала, имѣющаго характеръ пластинки; онъ бралъ вещества чистыя и показалъ, что и при этомъ можно наблюдать то же самое явленіе, т.-е. что масса, подвергаемая одностороннему давленію, по окончаніи опыта распадается на пластинки, положеніе которыхъ



Фиг. 167. Результаты давленія на стеклянный брусокъ (По опытамъ Добре).

перпендикулярно давленію. Позднѣе, Добре произвелъ цѣлый рядъ опытовъ и пришелъ къ заключенію, что сланцеватость въ породѣ можетъ произойти подъ вліяніемъ давленія только въ томъ случаѣ, если сама масса способна расположить свои составныя части такимъ образомъ, чтобы произошла сланцеватость, которая въ этомъ случаѣ будетъ перпендикулярна давленію. Наконецъ, тотъ же ученый еще болѣе новыми опытами показалъ, что для нѣкоторыхъ веществъ, какъ, напр., для веществъ стекловатыхъ, подъ вліяніемъ давленія получить сланцеватую отдѣльность невозможно. Получаемая въ нихъ подъ вліяніемъ давленія отдѣльность является неправильно полиэдрическою. Подвергая стеклянные бруски одностороннему давленію, Добре обнаружилъ въ нихъ послѣ опытовъ цѣлую систему трещинъ, идущихъ по разнообразнымъ направленіямъ (фиг. 167) и въ нѣкоторыхъ случаяхъ весьма напоминающихъ тѣ системы трещинъ, которыя можно наблюдать въ древнихъ горныхъ породахъ. Объ опытахъ надъ вліяніемъ давленія на горныя породы еще будетъ рѣчь впереди.

СТРОЕНІЕ ИЛИ СТРУКТУРА ГОРНЫХЪ ПОРОДЪ.

Болѣе внимательный взглядъ на горную породу обнаруживаетъ, что вся ея значительная толща состоитъ или изъ кристаллическихъ зеренъ и кристалловъ минераловъ, или изъ обломковъ различныхъ горныхъ породъ. Слѣдовательно, уже это первое соприкосновеніе съ горными породами даетъ возможность отличить въ нихъ двѣ довольно обособленныхъ категоріи строенія. Одну изъ нихъ представляютъ породы кристаллическія или кристаллически-зернистыя, другую—породы обломочныя.

Въ свою очередь, рассматривая кристаллически-зернистыя горныя

породы, можно часто замѣтить въ нихъ извѣстный характеръ, болѣе или менѣе, правильнаго расположенія отдѣльныхъ минераловъ. Такая правильность расположенія указываетъ, что въ кристаллически-зернистыхъ горныхъ породахъ должно быть извѣстнаго рода разнообразіе въ строеніи или въ структурѣ. Съ этой точки зрѣнія можно различать въ горныхъ породахъ слѣдующія структуры:

Кристаллически-зернистая структура. Такой структурой обладаютъ горныя породы, образованныя отдѣльными кристаллическими зернами одного или нѣсколькихъ минераловъ, причемъ въ расположеніи этихъ зеренъ не наблюдается какой-нибудь особенной правильности. Такая смѣсь представляетъ неправильный агрегатъ, типомъ котораго можетъ служить гранитъ. Вотъ почему французскіе ученые и называютъ эту структуру часто гранитовидною. По величинѣ зеренъ минераловъ возможно отличить въ этой структурѣ нѣсколько разностей, смотря по тому, имѣютъ ли дѣло съ болѣе или менѣе крупными недѣлимыми. Въ этомъ смыслѣ возможно раздѣлять породы на крупно и мелко-кристаллическія.

Зенфть предлагаетъ даже характеризовать вышеуказанныя разности опредѣленнымъ размѣромъ зеренъ, составляющихъ данную горную породу. Такъ, для крупно-кристаллическихъ структуръ онъ допускаетъ величину зеренъ, достигающую до 25 мм. Для структуръ средняго зерна или, какъ Зенфть ихъ называетъ, грубо-кристаллическихъ, онъ предлагаетъ величину въ 6 мм. Для структуръ мелко-кристаллическихъ—величину, равную 2,7 мм., а скрытно-кристаллическая, или афанитовая структура будетъ представлять сплошную массу, въ которой различить отдѣльныя зерна невооруженнымъ глазомъ нельзя.

Чешуйчатое и листоватое строеніе горная порода представляетъ въ томъ случаѣ, когда она составлена изъ преобладающихъ отдѣльныхъ чешуекъ или листочковъ какаго-либо минерала, причемъ тѣ или другіе расположены въ горной породѣ параллельно другъ другу. Результатомъ такого строенія горной породы является способность ея раскалываться по направленію расположенія чешуекъ или листочковъ болѣе легко, чѣмъ по всѣмъ другимъ направленіямъ. Типомъ подобнаго рода строенія можетъ служить хлоритовый, тальковый сланецъ и другія породы.

Волокнистое строеніе наблюдается тогда, когда вся масса горной породы составлена изъ отдѣльныхъ волоконъ минераловъ. Нѣкоторые, какъ, напримѣръ, Науманъ, въ такомъ строеніи различаютъ еще подразности; допускаютъ, напримѣръ, строеніе зернисто-волокнистое, слитно-волокнистое и т. д. Типъ такого строенія можно наблюдать въ гипсахъ и ангидритахъ.

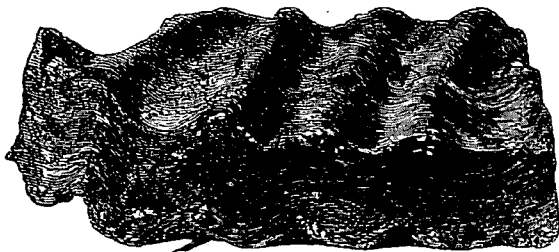
Параллельно-линейное строеніе представляютъ такія породы, въ которыхъ нѣкоторыя составныя части являются вытянутыми въ одномъ направленіи и расположенными параллельно другъ другу. Такую структуру наблюдаютъ во многихъ гнейсахъ, въ которыхъ слюда и кварцъ представляютъ расположеніе параллельное другъ другу, въ сіенитахъ,— въ которыхъ кристаллы роговой обманки также иногда располагаются

параллельно другъ другу. То же самое можно сказать относительно нѣкоторыхъ трахитовъ, въ которыхъ кристаллы санидина нерѣдко располагаются подобнымъ же образомъ.

Площчатое строеніе выражается мелкими рядами складокъ, и это строеніе, повидимому, находится въ прямой зависимости отъ бокового давленія, которому нѣкогда подвергалась горная порода. Такое строеніе находятъ въ глинистыхъ и слюдяныхъ сланцахъ, которые развиты въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ южной Франціи и въ области Рейна, въ доломитахъ (фиг. 168) и т. д.

Полосатое или ленточное строеніе представляетъ тотъ случай, когда агрегатъ зеренъ одного минерала чередуется въ горной породѣ съ агрегатомъ, состоящимъ изъ зеренъ другого минерала, какъ въ геллефлинтѣ, или когда горная порода окрашена полосами различныхъ цвѣтовъ. Въ такомъ видѣ это строеніе наблюдается въ нѣкоторыхъ яшмахъ и одна изъ нихъ даже по своему строенію получила наименованіе ленточной яшмы.

Порфиоровидное строеніе. Подъ этимъ именемъ понимаютъ такое строеніе горной породы, когда въ основной ея массѣ или тѣстѣ вкра-



Фиг. 168. Площчатое строеніе тальковаго доломита Олонецкой губерніи.

плены отдѣльныя болѣе крупныя недѣлимыя. Такое строеніе можетъ, въ свою очередь, представлять крайне большое разнообразіе: то въ основной массѣ можно различать отдѣльныя составляющіе ее минералы невооруженнымъ глазомъ, такъ что основная масса явится кристаллически-зернистою, и въ нее будутъ порфиоровидно вкраплены болѣе крупныя недѣлимыя; то можетъ быть случай, когда основная масса явится скрытно-кристаллическою и въ этой массѣ будутъ вкраплены порфиоровидно отдѣльныя болѣе крупныя, доступныя невооруженному глазу, минералы; то, наконецъ, основная масса можетъ быть въ видѣ аморфной или стекловатой массы, причемъ въ ней также будутъ вкраплены порфиоровидно отдѣльныя недѣлимыя.

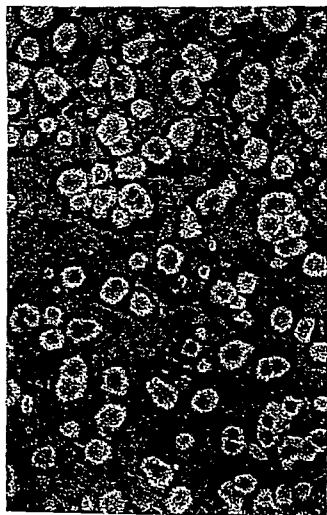
Сфероидальное строеніе. Въ этой структурѣ возможно различать нѣсколько разностей, которыя представляютъ болѣе или менѣе значительное различіе, и въ то же время служатъ характеристикою для нѣкоторыхъ горныхъ породъ, отъ которыхъ часто эти разности получаютъ свое наименованіе.

Къ числу разностей сфероидальной структуры относятъ: оолитовую

и пизолитовую структуру. Эта структура является в томъ случаѣ, если порода состоитъ изъ маленькихъ шариковъ, строеніе которыхъ является одновременно и радіально-лучистымъ, и концентрически-скорлуповатымъ. Если сдѣлать искусственный разрѣзъ черезъ отдѣльные шарики, составляющіе такую горную породу, то въ нихъ весьма легко отличить въ центрѣ или постороннее тѣло, напримѣръ, песчинку, или зерно какого-либо минерала, отъ котораго радіально — отъ центра къ периферіи — расходятся отдѣльные волокна; въ то же время въ этихъ шарикахъ наблюдается и концентрически-скорлуповатое строеніе. Шарики, составляющіе эти породы, то лежатъ одинъ подлѣ другого, связанные цементомъ, или свободные, то разсѣяны по одиночкѣ среди массы горной породы; слѣдовательно, въ этомъ отношеніи можно наблюдать значительное разнообразіе. Соссюръ указываетъ въ швейцарскихъ оолитовыхъ известнякахъ размѣры зеренъ до 38 мм. Къ этой структурѣ относятъ, кромѣ настоящихъ оолитовыхъ известняковъ, столь характерныхъ для юрской системы, еще пизолитовый известнякъ французовъ, который отличается существеннымъ образомъ отъ оолита только тѣмъ, что его зерна состоятъ изъ арагонита и что онъ принадлежитъ къ болѣе новымъ третичнымъ образованіямъ.

Вторую разность сфероидальной структуры составляетъ сферолитовое строеніе. Это строеніе выражается тѣмъ, что вся порода составлена какъ бы изъ отдѣльныхъ, часто микроскопической величины, зеренъ, образованныхъ и связанныхъ между собою болѣею частью стекловатымъ веществомъ. Въ обсидіанахъ и смоляныхъ камняхъ можно часто наблюдать вышеуказанное строеніе, причемъ подлѣ микроскопомъ на каждомъ зернѣ замѣчается радіально-волоконистое строеніе. Отъ настоящаго сферолитоваго строенія Розенбушъ отличаетъ псевдо-сферолитовое, подлѣ которымъ понимаетъ такое строеніе сферолитовыхъ зеренъ, когда они слагаются изъ неоднородныхъ радіальныхъ агрегатовъ нѣсколькихъ минераловъ, напр., въ гранофирахъ, въ сферолитовыхъ авгитовыхъ порфиритахъ и т. д. Въ крайне мелкихъ, круглыхъ микроскопическихъ сферолитахъ и псевдо-сферолитахъ волокна группируются радіально, и въ полномъ поляризованномъ свѣтѣ, въ разрѣзахъ, прошедшихъ чрезъ центръ сферолита, появляется красивый темный крестъ.

Къ псевдо-сферолитовой структурѣ тѣсно примыкаетъ варіолитовое строеніе. Само названіе этой структуры заимствовано отъ слова *variola* (оспина). Эта структура на отшлифованной или вывѣтрившейся поверхности горной породы выражается появленіемъ свѣтлыхъ пятенъ, какъ бы осинъ (фиг. 169). Структура эта первоначально наблюдалась



Фиг. 169. Варіолитъ д. Ялгубы Олонецкой губерніи.

на одной породѣ, развитой въ южной Франціи и получившей наименованіе варіолита. Затѣмъ такое же строеніе было найдено въ породахъ и другихъ мѣстностей; подробное изученіе ихъ подъ микроскопомъ обнаружало, что отдѣльныя сфероидальныя зерна въ центрѣ состоятъ изъ радіально-лучистыхъ массъ, тогда какъ въ периферіи зерна наблюдается концентрическая скорлуповатость. Весьма интересны наблюденія, первоначально сдѣланныя Делессомъ, надъ химическимъ составомъ зеренъ и основной массы варіолитовъ. Если при оолитовой структурѣ наблюдаютъ только извѣстнаго рода расположеніе минеральныхъ частицъ при значительной близости химическаго состава всей горной породы, то о структурѣ варіолитовой этого сказать нельзя. Изъ анализовъ Делесса и позднѣйшихъ анализовъ Мишеля-Леви и Левинсона-Лессинга обнаружилось, что составъ сфероидальныхъ зеренъ варіолитовъ и связующей ихъ основной массы различенъ. Впрочемъ, въ нѣкоторыхъ кислыхъ стекловатыхъ сферолитовыхъ породахъ также наблюдалось различіе въ химическомъ составѣ сферолитовъ и основной массы.

Наименованіе пористой и ячеистой даютъ породѣ въ томъ случаѣ, когда она содержитъ поры или ячейки разнообразной величины. Происхожденіе такого строения легко можетъ быть объяснено процессомъ выщелачиванія нѣкоторыхъ составныхъ частей изъ горной породы и образованія такимъ способомъ пустотъ.

Пузыристое и шлаковидное строеніе наблюдается въ породахъ по преимуществу вулканическихъ и обусловлено ни чѣмъ инымъ, какъ выдѣленіемъ газовъ и паровъ воды при охлажденіи горной породы. Результатомъ этого будетъ нахожденіе въ породѣ отдѣльныхъ полостей, болѣе или менѣе округлой формы, причемъ полости могутъ располагаться или довольно правильно, или же безъ всякаго замѣтнаго порядка. Это строеніе свойственно лавамъ, пемзѣ и другимъ вулканическимъ породамъ.

Миндалевидное строеніе. — При этомъ строеніи различаютъ въ горныхъ породахъ влюченія, болѣею частью свѣтлаго или бѣлаго цвѣта, напоминающія по формѣ миндалину. Такая структура по своему происхожденію не принадлежитъ къ образованіямъ, одновременнымъ горной породѣ, а обусловлена позднѣйшими процессами, причемъ принесенныя извнѣ минеральныя массы выполнили нѣкогда бывшія полости и пустоты въ горной породѣ. Она въ особенности характерна для мелафировъ, изъ которыхъ нѣкоторые даже прямо по этой структурѣ получили наименованіе миндалевидныхъ, а также для авгитовыхъ порфиритовъ и др.

Шлировое строеніе. Изверженныя горныя породы иногда представляются неоднородными во всей своей массѣ; нерѣдко въ нихъ наблюдаются отдѣльные участки, которые отличаются отъ главной массы по своему строенію, химическому или минеральному составу, но связаны съ ней постепенными переходами. Это явленіе неоднородности изверженныхъ горныхъ породъ Рейеръ называетъ шлировымъ строеніемъ, а участки горной породы, отличающіеся отъ главной массы, носятъ наименованіе шлировъ.

Шлировое строение может происходить от различных причин: 1) от первоначальной неоднородности химического состава магмы в различных частях — первичные конституционные шпиры; 2) вследствие взаимных притяжений однородных по минералогическому составу составных частей, плавающих в расплавленной массе — конкреционные шпиры; 3) вследствие впадения в лавовую огненно-жидкую массу кусков поверхностной застывшей корки лавового потока или вследствие проникания застывших кусков лавы в расплавленную массу — инъекционные шпиры — и, наконец, 4) гистерогенетические шпиры, происхождение которых объясняется условиями кристаллизации горных пород, при отвердывании которых различны минеральные их главные части выделяются не одновременно, но в определенной последовательности, причем чаще так, что в каждый момент кристаллизации выделяющиеся составные части имеют более основной химический состав, чем кристаллизационный остаток. Этот кристаллизационный остаток, состоящий из наиболее кислых породообразующих минералов: кварца и полевого шпата, то распределяется довольно равномерно между другими составными частями, то скопляется в пластобразные массы, прожилки и пр., которые сравнивают с эксудатом. Гистерогенетическое шпировое строение иногда бывает выражено весьма резко и захватывает всю массу породы, которая в этом случае является как бы слоистой; такие горные породы Левинсонъ-Лессингъ выделяет в особый класс бисоматических пород или такситовъ.

Шпиры встрѣчаются в самых разнообразных изверженных породах, начиная с гранита и кончая современными лавами. Прекрасные образцы шпировъ можно видѣть в гранитахъ, слагающихъ набережную р. Невы; здѣсь шпиры выступаютъ в видѣ темныхъ пятенъ на красноватомъ фонѣ главной массы гранита. Шпиры болѣе основного характера по химическому составу, по сравненію съ главной массой породы, чаще являются в видѣ округлыхъ, яйцевидныхъ или неправильной формы темныхъ пятенъ; кислые шпиры образуютъ прожилки, пропластки и вытянутыя чечевицы, болѣе свѣтлоокрашенные, чемъ основная масса.

При изученіи структуръ полезно различать структуры первичныя (протосоматическія), тѣсно связанныя съ условиями образованія горной породы, и структуры вторичныя (метасоматическія), являющіяся результатомъ позднѣйшихъ вліяній, какъ-то давленія и т. д.

МИНЕРАЛЫ, ОБРАЗУЮЩИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ.

Первое соприкосновеніе съ горными породами даетъ возможность различить въ нихъ опредѣленную отдѣльность и строеніе, но при ближайшемъ знакомствѣ съ ними обнаруживаются и тѣ минералы, изъ которыхъ состоитъ данная горная порода.

По настоящее время, в ряду минераловъ, образующихъ горныя породы, отличаютъ по крайней мѣрѣ до 700 отдѣльныхъ видовъ. Впрочемъ, нужно замѣтить, что далеко не всѣ эти минералы находятся в горной породѣ, какъ нормальная ихъ составная часть. Строго говоря, минераловъ — образователей горныхъ породъ, сравнительно немного. Изъ нихъ, безспорно, главными являются силикаты, а в ряду этихъ послѣднихъ видную роль играетъ группа полевыхъ шпатовъ, которую принято

въ петрографіи подраздѣлять на двѣ группы. Одну группу называютъ ортокластическою и къ ней относятъ полевые шпаты, кристаллизующіеся въ одноклиномѣрной системѣ (ортоклазъ, санидинъ). Другую группу называютъ плагиоклазами и относятъ сюда всѣ полевые шпаты, кристаллизующіеся въ трехклиномѣрной системѣ и способные давать, такъ называемые, полисинтетическіе двойники ¹⁾.

Не менѣе значительную роль играетъ, какъ образователь горныхъ породъ, группа амфибола, куда главнымъ образомъ относятся: авгитъ, роговая обманка, гиперстенъ, бронзитъ, діаллагъ и энстатитъ. Затѣмъ идетъ группа слюды, среди которыхъ біотитъ (черная, магнезiальная слюда) и мусковитъ (бѣлая, калиевая слюда) являются господствующими. Нефелинъ, мелилитъ, лейцитъ и нозеанъ встрѣчаются какъ главная составная часть нѣкоторыхъ породъ, и иногда какъ бы замѣщаютъ полевые шпаты.

Изъ другихъ минераловъ, которые наи чаще являются образователями горныхъ породъ или даютъ имъ извѣстное наименованіе, слѣдуетъ упомянуть турмалинъ, графитъ, гранатъ, оливинъ, кіанитъ, ставролитъ, цирконъ, хлоритъ, талькъ, серпентинъ, салитъ, цовзитъ, кварцъ и тридимитъ, рутилъ, титанистый и магнитный желѣзнякъ, доломитъ, известковый шпатель, ангидритъ, гипсъ, поваренную соль, а равно и ледъ, принимающій самостоятельное участіе при образованіи нѣкоторыхъ горныхъ породъ, представляющихъ довольно значительную мощность и значительное протяженіе.

Одни изъ перечисленныхъ минераловъ являются главными образователями горныхъ породъ, другіе—могутъ считаться случайными примѣсьями, но, въ то же время, составлять для горной породы примѣсь часто довольно характерную. Такимъ минераломъ, напримѣръ, является оливинъ въ базальтахъ.

Изучая взаимное отношеніе минераловъ, составляющихъ горныя породы, можно прійти въ заключенію, что нѣкоторые изъ нихъ могутъ замѣщаться другъ другомъ. Такіе минералы называютъ петрографическими эквивалентами. Такъ, напр., черная слюда весьма часто за-

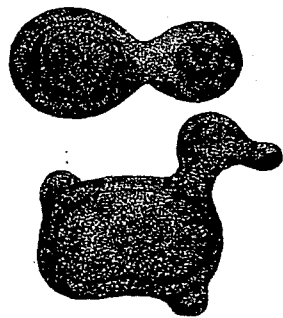
¹⁾ Мы принимаемъ, согласно Чермаку, всю группу плагиоклазовъ, какъ смѣсь въ различныхъ отношеніяхъ двухъ крайнихъ членовъ: альбита (Ab) и анортита (An), т. е. натріевого и кальціевого полевыхъ шпатовъ. По этому взгляду наиболѣе распространенные полевые шпаты можно характеризовать слѣдующимъ составомъ, удѣльнымъ вѣсомъ и содержаніемъ натра и извести.

	Составъ.	Удѣльн. вѣсъ.	Натр.	Известь.
Альбитъ . . .	$Ab - Ab_8 An_1$	2,62—2,64	12—10%	—
Олиноклазъ .	$Ab_8 An_1 - Ab_2 An_1$	2,64—2,66	10— 6%	—
Андезинъ . .	$Ab_2 An_1 - Ab_1 An_1$	2,66—2,69	—	6—10%
Лабрадоръ . .	$Ab_1 An_1 - Ab_1 An_2$	2,69—2,71	—	10—13%
Битовнитъ . .	$Ab_1 An_2 - Ab_1 An_6$	2,71—2,74	—	13—17%
Анортитъ . .	$Ab_1 An_6 - An$	2,74—2,76	—	17—20%

мѣщаетъ роговую обманку; листочки графита являются замѣстителями слюды; нефелинъ, позеалъ, мелилитъ и лейцитъ являются петрографическими эквивалентами полевыхъ шпатовъ. Для нѣкоторыхъ минераловъ ихъ петрографическая эквивалентность, какъ увидимъ далѣе, представляетъ тѣсное генетическое соотношеніе. Петрографическая эквивалентность двухъ или нѣсколькихъ минераловъ и процессы ихъ видоизмѣненій въ настоящее время довольно легко объясняютъ причинность этого явленія. Относительно другихъ въ настоящее время сказать этого нельзя.

Постороннія массы въ горныхъ породахъ.—Во многихъ горныхъ породахъ встрѣчаются влюченія минеральныхъ агрегатовъ, представляющихъ болѣе или менѣе опредѣленную форму. Такимъ влюченіямъ даютъ наименованіе конкрецій и секрецій.

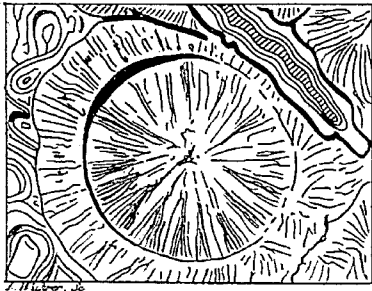
Конкреціи, или стяженія, представляютъ группировку минерального вещества, происшедшую въ горной породѣ, вокругъ какого-либо посторонняго тѣла. Кусочекъ гранита или составной его части, а равно и окаменѣлость, можетъ въ нѣкоторыхъ глинахъ или другихъ породахъ вызвать вокругъ себя скопленіе минерального отложенія болѣе или менѣе разнообразной формы, причемъ эти отложенія могутъ состоять или изъ группы кристалловъ, или принимать шарообразную форму, или форму эллипсоидовъ; иногда нѣсколько такихъ своеобразныхъ образованій могутъ соединяться другъ съ другомъ, и давать весьма сложную форму, какъ напримѣръ, на прилагаемомъ рисункѣ (фиг. 170). Въ известныхъ иматровскихъ камняхъ можно видѣть подобнаго рода конкреціи, или стяженія, вызванныя ни чѣмъ инымъ, какъ скопленіемъ рухляка вокругъ песчинки или кусочка гранита. Верхній рисунокъ представляетъ довольно обыкновенную бисевитообразную фигуру, встрѣчающуюся въ глинѣ окрестностей водопада Иатра; нижній—форму довольно рѣдкую. Конкреціи иногда принимаютъ форму желваковъ, какъ бы почкообразныхъ и т. п., вообще разнообразіе въ характерѣ ихъ въ высшей степени значительно.



Фиг. 170. Конкреціи (иматровскіе камни).

Нѣмецкіе ученые выдѣляютъ, подъ особымъ названіемъ септарій, образованія, аналогичныя конкреціямъ, но разбитыя внутри радіальными и часто весьма неправильными трещинами; кромѣ того и въ самой формѣ—чечевицеобразной—видятъ также поводъ выдѣлять такія образованія подъ особымъ именемъ. Септаріи болѣею частью бывають образованы известковымъ, желѣзнымъ и бурымъ шпатовъ и болѣе типичныя встрѣчаются въ юрскихъ и мѣловыхъ глинахъ и въ лёссѣ (септаріямъ изъ послѣдняго въ Россіи даютъ названіе журавчиковъ, въ Германіи—Lösskindchen, Lössmännchen). Минеральными веществами, образующими конкреціи, обыкновенно бывають: гипсъ, рухлякъ и известковый шпатель (въ глинѣ), сѣрный колчеданъ (въ сланцеватой глинѣ), кремень (въ мѣлу) и фосфоритъ.

Подъ именемъ секретій, или выдѣленій, понимаютъ также позднѣйшія образованія въ горной породѣ, происшедшія путемъ выполненія полостей или пустотъ минеральными массами при помощи растворовъ (фиг. 171).



Фиг. 171. Секреція.

Въ вышеприведенной миндалевидной структурѣ отдѣльныя миндалины, выполняющія горныя породы, представляютъ ни что иное, какъ секретіи. Нужно замѣтить, что не всегда, при образованіи секретій минеральными массами, эти послѣднія занимаютъ всю нѣкогда бывшую полость, онѣ могутъ не выполнять ея и оставлять въ ней свободное пространство. Въ этихъ внутреннихъ свободныхъ пространствахъ, въ свою очередь, могутъ выкристаллизовываться минеральныя массы, образуя на внутренней поверхности такихъ полостей кристаллическія друзы минераловъ.

Кромѣ того, въ образованіи секретій могутъ принимать участіе не только одинъ, но и нѣсколько минераловъ, а послѣдовательность ихъ отложенія въ секретіи, очевидно, можетъ указать на характеръ минеральныхъ растворовъ, послѣдовательно смѣнявшихъ другъ друга при выполненіи полости. Слѣдующіе минералы наичаще являются образователями секретій: кварцъ, аметистъ, халцедонъ, известковый и бурый шпаты, цеолиты, делесситъ, эпидотъ, желѣзный блескъ и др.

Переходы горныхъ породъ однихъ въ другія могутъ выражаться въ нѣкоторыхъ случаяхъ болѣе или менѣе рѣзко. Эти переходы обуславливаются или измѣненіемъ структуры горной породы, или замѣщеніемъ одного минерала другимъ, т.-е. измѣненіемъ состава. Въ первомъ случаѣ, при измѣненіи структуры, можно наблюдать, напримѣръ, переходъ зернистаго строенія въ параллельно-линейное, причемъ нѣкоторые минералы являются въ первомъ случаѣ въ видѣ отдѣльныхъ зеренъ, расположенныхъ безъ всякой правильности; при переходѣ ко второму случаю они будутъ располагаться параллельно другъ другу и такая порода можетъ стать на рубежѣ между первою и второю по структурѣ. Первая структура, кристаллически-зернистая, принадлежитъ гранитамъ, вторая принадлежитъ гнейсамъ. Отъ такого промежуточнаго состоянія можетъ получаться какъ-бы новая разность горной породы, которую называютъ гранито-гнейсомъ, или гнейсо-гранитомъ, смотря по тому, какая структура преобладаетъ въ данной горной породѣ. Точно также при уменьшеніи величины зерна одна порода можетъ переходить въ другую, напримѣръ, анамезитъ въ базальтъ и т. п. Кромѣ того, тѣ же кристаллически-зернистыя породы могутъ принимать порфиридовидное строеніе въ томъ случаѣ, когда какой-нибудь минералъ явится въ болѣе крупныхъ размѣрахъ и будетъ порфиридовидно вкрапленъ въ горную породу.

Переходъ по составу можетъ выражаться, главнымъ образомъ, или уменьшеніемъ, а иногда даже совершеннымъ уничтоженіемъ какой-

нибудь составной части, или присоединеніемъ новой. Если, напримѣръ, въ гранитѣ наблюдается уменьшеніе или совершенное исчезновеніе полевого шпата, то онъ перейдетъ въ грейзенъ. Если въ томъ же гранитѣ будетъ наблюдаться уменьшеніе или совершенное уничтоженіе бѣлой слюды и присоединеніе нѣкотораго количества плагиоклаза, то онъ перейдетъ въ гранититъ. Гнейсъ, при потерѣ слюды и замѣнѣ ея гранатомъ, будетъ переходить въ гранулитъ. Точно также между сіенитомъ и гранитомъ можетъ наблюдаться рядъ послѣдовательныхъ переходовъ въ зависимости отъ того, исчезаетъ ли кварцъ, какъ главная составная часть сіенитоваго гранита; въ послѣднемъ случаѣ сіенитовый гранитъ перейдетъ въ сіенитъ.

Точно также можно наблюдать переходы и въ ряду обломочныхъ горныхъ породъ. Такіе переходы здѣсь могутъ быть вызваны уменьшеніемъ величины обломковъ, причемъ конгломератъ переходитъ въ песчаникъ; при округленіи угловъ обломковъ брекчія переходитъ въ конгломератъ и т. д. Такіе переходы находятъ даже между кристаллическими и обломочными горными породами. Отъ изверженныхъ породъ легко перейти къ вулканическимъ туфамъ, отъ мрамора къ обыкновенному известняку и т. д.

МЕТОДЫ ИЗСЛѢДОВАНІЯ ГОРНЫХЪ ПОРОДЪ.

Опредѣленіе горныхъ породъ можетъ быть произведено только тогда, когда опредѣлены составныя части, т.-е. минералы образующіе данную горную породу. Поэтому одна изъ первыхъ задачъ и должна заключаться въ опредѣленіи минеральнаго характера элементовъ горной породы. При изученіи горныхъ породъ можно пользоваться или механическими, или химическими, или микроскопическими методами изслѣдованія.

Механическіе методы.—Въ прежнее время, когда петрографія стояла на довольно низкой степени развитія, обыкновенно для отдѣленія одного минерала отъ другого пользовались простою отборкою. Брали горную породу, измельчали ее въ крупный порошокъ, и при помощи сильной лупы и пинцета, отбирали одинъ минералъ отъ другого. При этомъ отобранныя вещества изслѣдовались тѣми же способами, какіе употребляютъ въ настоящее время въ минералогіи для опредѣленія отдѣльныхъ минераловъ. Конечно, такой способъ изслѣдованія примѣнимъ только къ породамъ крупнаго и средняго зѣрна, изъ которыхъ возможно при помощи сильной лупы отбирать отдѣльныя, составляющіе ихъ, минералы. Но этотъ способъ не можетъ быть примѣненъ къ тѣмъ разностямъ горныхъ породъ, которыя являются мелко- или скрытно-кристаллическими, афанитовыми. Поэтому, до введенія болѣе точныхъ способовъ изслѣдо-

ванія, эти разности оставались неизученными и известны были подъ общимъ именемъ грюнштейновъ или породъ зеленокаменныхъ, какъ называли плотныя породы темнозеленаго цвѣта, или съ другой стороны—трапповъ; послѣднее наименованіе давалось однороднымъ породамъ чернаго цвѣта. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ пользовались въ прежнее время, что впрочемъ, вполне примѣнимо и теперь, еще и нѣкоторыми другими обстоятельствами. Наблюдая такія плотныя однородныя афанитовыя горныя породы на болѣе или менѣе значительной площади, старались найти переходы ихъ въ породы болѣе крупнозернистыя, а потому легче опредѣлимыя. Нѣкоторые изъ процессовъ, практикуемыхъ природою, также иногда даютъ ключъ къ распознаванію горной породы. Такъ, при вывѣтриваніи горной породы нѣкоторые изъ минераловъ легче разрушаются сравнительно съ другими, а потому эти послѣдніе могутъ быть освобождены изъ породы и выдаваться на ея поверхности. Если такой освобожденный минераль способенъ характеризовать горную породу, то, рядомъ съ другими признаками, онъ можетъ въ значительной мѣрѣ облегчить ея опредѣленіе, даже на экскурсіи.

Магнитъ и электромагнитъ съ пользою служатъ для отборки однихъ составныхъ частей горной породы отъ другихъ. Магнитный желѣзнякъ составляетъ примѣсъ многихъ горныхъ породъ, а потому, по измельченіи ихъ, при помощи магнита легко выбрать изъ нихъ весь магнетитъ, а равно и самородное желѣзо, которое также можетъ встрѣчаться. Въ новѣйшее время съ большимъ успѣхомъ для отдѣленія однихъ минераловъ отъ другихъ употребляютъ электромагнитъ, пользуясь присутствіемъ въ минералахъ даже малыхъ количествъ желѣза. Такое отдѣленіе основано на томъ, что на минералы, въ которыхъ содержатся соли желѣза, электромагнитъ вліяетъ, возбуждая въ нихъ магнитныя свойства и тѣмъ сильнѣе—чѣмъ больше въ нихъ желѣза.

Для этихъ цѣлей можетъ служить съ большимъ успѣхомъ электромагнитъ работы Циммермана въ Гейдельбергѣ. Приборъ состоитъ изъ подставки, къ которой вертикально прикрѣпленъ подковообразный электромагнитъ; на концахъ его помѣщены два якоря, могущіе посредствомъ винтовъ сближаться и удаляться другъ отъ друга. Для заряженія электромагнита употребляютъ нѣсколько элементовъ Бунзена, причемъ въ этихъ элементахъ практичнѣе азотную кислоту замѣнять двухромовокалиевою солью. Для работы берутъ горную породу, истолченную и просѣянную (діаметръ зеренъ долженъ быть одинаковъ и не меньше 0,2 мм.). Необходимо предварительно освободить породу отъ магнитнаго желѣзняка и желѣза, что достигается при помощи или простого магнита, или электромагнита, такъ какъ при разобщеніи тока всѣ силикаты, содержащіе желѣзо, легко отпадаютъ отъ электромагнита, тогда какъ магнитный желѣзнякъ удерживается послѣднимъ и его легко собрать; но операцію эту надо повторить нѣсколько разъ. Когда удаленъ магнитный желѣзнякъ, то въ цѣпь электромагнита вводятъ одинъ или два элемента и значительно отодвигаютъ полосы якорей, чѣмъ достигаютъ наименьшей силы тока. При приближеніи пробы горной породы къ концамъ электромагнита частицы будутъ частіцы съ большимъ содержаніемъ желѣза, а при прерываніи тока онѣ будутъ отпадать на подставленное внизу стеклышко. Операцію повторяютъ до тѣхъ поръ, пока электромагнитъ, при сказанной силѣ тока, перестанетъ притягивать частицы. Затѣмъ вводятъ въ цѣпь 2—3 элемента и поступаютъ, какъ сказано выше, далѣе 3—4 элемента и т. д. При этомъ для увеличенія силы тока сдвигаютъ между собою якоря. Вообще при этомъ раздѣленіи весьма важную роль играетъ опытность

наблюдателя и при извѣстномъ навыкѣ, повторяя при одной и той же силѣ тока отборку нѣсколько разъ, можно достигнуть весьма хорошихъ результатовъ. Авгитъ и роговая обманка отдѣляются отъ плагиоклаза этимъ способомъ весьма совершенно.

Методъ отмучиванія также находитъ примѣненіе въ петрографіи; при этомъ подвергаютъ измельченную горную породу вліянію струи воды опредѣленной скорости теченія, рассчитывая, что минералы болѣе легкіе будутъ скорѣе увлекаться водою и отдѣляться отъ минераловъ болѣе тяжелыхъ. При этомъ оказалось, что измельченіе горной породы въ порошокъ, при самой тщательной обработкѣ, во всякомъ случаѣ не даетъ зеренъ одинаковой величины. Различный удѣльный вѣсъ минераловъ, составляющихъ горную породу, даже при одинаковой величинѣ зеренъ долженъ обнаружить различіе въ удѣльномъ объемѣ, а потому и приемъ отмучиванія теряетъ значительную долю довѣрія, въ особенности въ томъ случаѣ, когда смѣсь образована минералами, мало отличающимися другъ отъ друга своимъ удѣльнымъ объемомъ. Правда, для изученія породъ рыхлыхъ, каковы: глины, песчаная глина и глинистые пески, этотъ методъ можетъ быть примѣняемъ, когда нужно опредѣлить количество глины и песка въ данной породѣ. Особенный интересъ представляетъ приборъ Шёне, который даетъ возможность направлять на смѣсь струю воды, вполне опредѣленной скорости теченія, измѣряемой высотой водяного столба, и получать при отмучиваніи зерна опредѣленнаго діаметра. При этомъ требуется много навыка, для того, чтобы получить полную увѣренность, что этимъ способомъ произведено полное отдѣленіе песка отъ глины. Уловить моментъ, когда вода перестаетъ выносить глину и начинаетъ выносить крайне мелкія зерна песка, въ высшей степени затруднительно.

Въ этомъ отношеніи способъ Шлѣзинга представляетъ большее удобство и, повидимому, больше гарантіи. Этотъ способъ основанъ на томъ, что вода, содержащая ничтожную примѣсь нѣкоторыхъ щелочей, напр., амміака, способна удерживать довольно долго въ механически-взвѣшенномъ состояніи глину, тогда какъ песокъ довольно скоро осаждается, а потому, сливая по прошествіи извѣстнаго промежутка времени жидкость съ механически-взвѣшенной въ водѣ глиною, этимъ способомъ можно довольно точно отдѣлить глину отъ песка.

Первоначально Шафготцъ, а затѣмъ Чёрчъ, предложили новый методъ для отдѣленія одного минерала отъ другого въ сложныхъ горныхъ породахъ. Именно, Чёрчъ предложилъ воспользоваться нѣкоторыми жидкостями, имѣющими высокой удѣльный вѣсъ до 3, и погружать въ жидкость порошокъ горной породы. Понятно, что тѣ минералы, которые обладаютъ удѣльнымъ вѣсомъ болѣе большимъ, чѣмъ удѣльный вѣсъ жидкости, будутъ падать на дно сосуда, тогда какъ минералы болѣе легкіе будутъ плавать на поверхности. Тулэ усовершенствовалъ этотъ методъ изслѣдованія, причѣмъ употреблялъ для отдѣленія растворъ іодистой ртути въ іодистомъ калиѣ, удѣльный вѣсъ котораго равенъ 3,196; онъ же предложилъ небольшой приборъ, въ которомъ можно постепенно и по произволу разбавлять вышеуказанный растворъ извѣстнымъ объемомъ

воднаго раствора іодистаго калия и сообщать ему различную плотность меньше трехъ; такимъ путемъ возможно послѣдовательно раздѣлить серію минераловъ другъ отъ друга и разбивать сложную горную породу на ея составные элементы. Если приборъ Тулэ и даетъ возможность опредѣленно разбавлять вышеуказанный растворъ, то тѣхъ же цѣлей можно достигать и болѣе простыми приспособленіями, напр., въ литрованный съ дѣленіями сосудъ, въ которомъ находится та же жидкость со всыпаннымъ въ нее порошокъ породы, можно изъ бюретки прибавлять по каплямъ разбавляющей жидкости и такимъ способомъ отдѣлить одинъ минералъ отъ другого. Позднѣе были предложены жидкости, имѣющія еще болѣе удѣльный вѣсъ. Такъ Сушинъ и Рорбахъ предложили насыщенный растворъ іодистой ртути въ іодистомъ баріѣ, имѣющій удѣльный вѣсъ въ 3,5 и требующій весьма чистыхъ реактивовъ и осторожнаго обращенія. Употребляютъ также растворъ борно-вольфрамокислой кадміевой соли, имѣющій удѣльный вѣсъ въ 3,58, но представляющій то неудобство, что растворъ этого легко разлагается. Наконецъ, можно еще указать на іодистый метиленъ, имѣющій удѣльный вѣсъ 3,3375 (при 10° Ц.) и легко разбавляющійся для уменьшенія удѣльнаго вѣса — бензоломъ. Изъ веществъ большого удѣльнаго вѣса Рейгерсъ предлагаетъ расплавленный нитратъ таллія и ртути $TlHg(NO_3)_2$ удѣльнаго вѣса 5,3. Это легко подвижная прозрачная жидкость, смѣшивающаяся во всѣхъ пропорціяхъ съ водой и не дѣйствующая на сѣрнистые металлы; точка плавленія 76° Ц. Гольдшмидтъ, Клейнъ и другіе считаютъ такіе способы удовлетворительными для отдѣленія одного минерала отъ другого. Надо впрочемъ, замѣтить, что, какъ показалъ опытъ, для полученія болѣе точнаго результата требуется измельченіе горной породы не въ мелкій порошокъ, а въ порошокъ довольно крупный и однородный, т.-е. просѣянный. При сильномъ измельченіи, повидимому, начинаетъ играть роль удѣльный объемъ и мѣшаетъ чистому отдѣленію одного минерала отъ другого. Тѣмъ не менѣе этими растворами, въ особенности первымъ, при извѣстномъ навыкѣ, можно отдѣлять другъ отъ друга различные плагиоклазы, отличающіеся, какъ извѣстно, весьма небольшою разницею въ удѣльныхъ вѣсахъ.

Химическій методъ. — О химическомъ составѣ горной породы можно получать понятіе тогда, когда есть возможность подвергнуть анализу отдѣльные минералы, составляющіе горную породу. Если же такой возможности не представляется, то приходится ограничиться такъ-называемымъ гуртовымъ анализомъ (Bauschanalyse — нѣмецк.). При этомъ, конечно, надо опредѣлять тѣ химическіе элементы, изъ которыхъ данная горная порода образована, а затѣмъ, если найдется доступъ къ опредѣленію отдѣльныхъ минераловъ, то зная, изъ многочисленныхъ анализовъ составъ минераловъ вообще, можно составить уравненія и вычислить по нимъ, въ какомъ процентномъ отношеніи данные минералы входятъ въ составъ горной породы. Впрочемъ, съ этимъ приѣмомъ нужно обращаться осторожно и пользоваться имъ только въ томъ случаѣ, когда дѣйствительно составила увѣренность въ истин-

ной минералогической природѣ минераловъ, образующихъ горную породу. Если же довольствоваться только однимъ гуртовымъ анализомъ и на основаніи его дѣлать расчеты, то легко можно впасть въ весьма грубую ошибку въ тѣхъ выводахъ, которые будемъ дѣлать изъ данныхъ гуртового анализа.

Шереръ предложилъ для отличія нѣкоторыхъ породъ руководствоваться исключительно только содержаніемъ въ нихъ кремневой кислоты и по этому содержанію судить о кислотности или основности данной горной породы. Такъ какъ ортоклазъ содержитъ изъ всѣхъ полевыхъ шпатовъ наибольшее количество кремневой кислоты, то, опредѣляя ея содержаніе въ данной породѣ и находя его большимъ, чѣмъ въ ортоклазѣ, можно сдѣлать заключеніе, что порода содержитъ еще и свободный кремнеземъ, а этимъ опредѣляется, такъ сказать, ея кислотный характеръ. Наименьшее количество кремневой кислоты въ авгитахъ равно 47% въ лабрадорѣ—56%. Слѣдовательно, если имѣютъ породу, которая состоитъ изъ смѣси авгита съ лабрадоромъ, то количество кремневой кислоты въ ней должно находиться въ предѣлахъ отъ 47% до 56%. Если найденное анализомъ количество кремневой кислоты въ смѣси будетъ приближаться къ 47, то порода явится, конечно, болѣе богатою авгитомъ, если къ 56, то болѣе богатою лабрадоромъ. Если же опредѣленное анализомъ количество кремневой кислоты стоитъ очень близко къ 47%, то можно сдѣлать заключеніе, что въ породѣ есть еще какой-нибудь минералъ (напримѣръ, хлоритъ, наибольшее количество кремневой кислоты въ которомъ 34%), и который въ общей массѣ уменьшаетъ процентное содержаніе кремневой кислоты. Когда найденное число стоитъ близко къ 56, то надо допустить, что въ породѣ есть еще силикатъ, богатый не менѣе лабрадора кремневою кислотою. При сравнительно небольшомъ количествѣ минераловъ, входящихъ въ составъ горной породы, изъ гуртового анализа, контролированного какимъ-либо другимъ способомъ, представляется полная возможность вычислить въ процентахъ количества минераловъ, составляющихъ данную горную породу. Гораздо труднѣе примѣнить этотъ способъ при изученіи сложныхъ породъ; въ составъ которыхъ входитъ много минераловъ. Здѣсь значительно болѣе произвола при составленіи уравненій и вычисленіи количества минераловъ, образующихъ горную породу; въ этомъ случаѣ весьма легко впасть въ ошибку.

Отношенія горныхъ породъ къ кислотамъ и другимъ реактивамъ.—

Дѣйствіе кислоты на горную породу наиболѣе энергично выражается въ томъ случаѣ, когда главный минералъ, входящій въ составъ ея, легко растворимъ въ кислотѣ. Содержаніе, напримѣръ, углесодей выражается вскипаніемъ, содержаніе желѣза—окраскою раствора въ желтый цвѣтъ и т. д. Въ строгомъ смыслѣ, нѣтъ ни одной горной породы, на которую не дѣйствовали бы кислоты; но степень дѣйствія различна. Вообще замѣчено, что кислоты дѣйствуютъ наименѣе на тѣ горныя породы, которыя являются богатыми кремневою кислотою, и тѣмъ сильнѣе, чѣмъ порода богаче основаніями. Дѣйствіе кислоты на породу зависитъ и отъ ея характера; соляная кислота довольно легко извлекаетъ изъ породы окислы желѣза, разлагаетъ оливинъ, лабрадоръ и др. силикаты; сѣрная кислота дѣйствуетъ еще энергичнѣе. Кромѣ того, сила дѣйствія зависитъ и

отъ температуры. Фтористоводородная кислота разлагаетъ всѣ горныя породы, и этимъ способомъ можно освободить изъ нихъ минералы, въ составъ которыхъ входитъ титановая кислота.

Дѣйствіе щелочей также различно. Кипящій и концентрированный растворъ ѣдкаго кали извлекаетъ не только кремневую кислоту, но и глиноземъ, воду, кали, натръ, нѣкоторое количество извести, а также и слѣды желѣза. При обработкѣ породы щелочью, лавы, базальты и мелафиры теряютъ до 20%; трахитъ, смоляной камень, перлитъ и обсидіанъ — до 40% своего вѣса. Замѣчено и здѣсь, какъ при дѣйствіи кислотъ, что потеря больше въ разрушенныхъ породахъ. Въ особенности сильно дѣйствуютъ щелочи на горныя породы, подвергшіяся значительной степени каолинизаціи.

Для нѣкоторыхъ горныхъ породъ, напримѣръ, образованныхъ аморфнымъ углеродомъ, можно съ большимъ успѣхомъ примѣнять еще одинъ методъ, уже давно употребляемый ботаниками. Этотъ методъ состоитъ въ томъ, что кусочекъ бурого или каменнаго угля обрабатываютъ насыщеннымъ растворомъ хлорноватокалиевой соли и азотною кислотою (удѣльный вѣсъ 1,47). Такой способъ уже былъ съ большимъ успѣхомъ примѣняемъ въ 1855 году Шульце для изслѣдованія каменныхъ углей, причѣмъ онъ обрабатывалъ порошокъ каменнаго угля вышеуказанною смѣсью, а затѣмъ извлекалъ темнобурое вещество—амміакомъ; при подобной обработкѣ изъ угля можно получить прозрачную клѣточную оболочку, вполне пригодную для изслѣдованія подъ микроскопомъ. Иногда удобнѣе, какъ указываетъ Гюмбель, взамѣнъ амміака, который часто уничтожаетъ сохранившіяся отъ окисленія части растений, производить изслѣдованіе подъ микроскопомъ до обработки амміакомъ или предварительно уничтожить бурюю окраску абсолютнымъ спиртомъ. Вообще же рекомендуютъ производить изслѣдованіе подъ микроскопомъ до обработки амміакомъ или спиртомъ. Нѣкоторые угли весьма упорно противостоятъ такой обработкѣ и требуютъ или прибавленія въ кусочки хлорноватокалиевой соли, или нагрѣванія ихъ съ вышеуказанною смѣсью; иногда же полезно предварительно кипятить уголь съ концентрированной сѣрною кислотою. На нѣкоторые антрациты и эта операція не дѣйствуетъ, въ такомъ случаѣ остается осторожное сожиганіе или испепеленіе образца,—пріемъ, употреблявшійся неоднократно и раньше.

Реакція на пламя газовой горѣлки.—Относительно горныхъ породъ можно также съ нѣкоторымъ успѣхомъ примѣнять пробу на степень плавленія въ жару бузеновской горѣлки, а равно и на окраску пламени, такъ же какъ это примѣняютъ къ отдѣльнымъ минераламъ. Значительную помощь при опредѣленіи природы полевыхъ шпатовъ, что крайне важно при изслѣдованіи сложныхъ горныхъ породъ, можетъ оказать способъ Сцабо. Этотъ ученый рекомендуетъ мелкое зернышко полевого шпата, выбитое изъ горной породы, подвергать изслѣдованію въ пламени горѣлки: первоначально на степень плавкости, чѣмъ отмѣчается одинъ изъ признаковъ минерала; затѣмъ изслѣдовать его или непосредственно, или въ смѣси съ гипсомъ, при сильномъ нагрѣваніи пробы, на окрашивание пламени—что даетъ другой признакъ. Здѣсь опредѣленіе основано на томъ, что вся группѣ полевыхъ шпатовъ довольно легко распадается на калиевые полевые шпаты (ортоклазъ, адуляръ, амазонскій камень, пертитъ, локсоклазъ), натріевые (альбитъ и олигоклазъ) и кальціевые (андезинъ, лабрадоръ, битовнитъ и анортитъ).

Окраска пламени солями натрія, калия и кальція довольно различна. Въ томъ случаѣ, когда желтый цвѣтъ натрія маскируетъ фіолетовую окраску калия, что наблюдается даже при небольшихъ примѣсяхъ перваго, должно разсматривать пламя или чрезъ синее стекло, или чрезъ сосудъ съ параллельными стѣнками, наполненный растворомъ индиго, который будетъ поглощать желтый цвѣтъ солей натрія и дастъ возможность видѣть окраску отъ солей калия. Прибавленіе тписа способствуетъ окраскѣ. Если имѣть уже готовыми для сравненія корольки перечисленныхъ выше полевыхъ шпатовъ и сравнивать окраску испытуемаго полевого шпата съ вышеупомянутыми, а равно пользуясь особыми таблицами, можно, по мнѣнію Сцабо, опредѣлять количество натрія и калия даже въ процентахъ.

Удѣльный вѣсъ горныхъ породъ. — Опредѣленіе удѣльнаго вѣса горныхъ породъ можетъ дать также соответствующія указанія. Вообще замѣчено, что тѣ горныя породы, которыя являются болѣе кислотными, имѣютъ менѣйшій удѣльный вѣсъ, чѣмъ породы основныя. Опредѣленіе удѣльнаго вѣса имѣетъ въ особенности большой интересъ для контроля надъ анализомъ, произведеннымъ гуртомъ, потому что, при извѣстномъ разчетѣ, можно теоретически вычислить удѣльный вѣсъ смѣси, если удѣльный вѣсъ отдѣльныхъ элементовъ извѣстенъ, а потому правильность заключенія по гуртовому анализу можетъ быть всегда проверена съ значительнымъ успѣхомъ при помощи удѣльнаго вѣса. Изученіе удѣльнаго вѣса въ некоторыхъ горныхъ породъ обнаружило, что онъ различенъ, смотря по тому, имѣютъ ли дѣло съ центральною частью или съ периферіею отдѣльности. Такъ, Делессъ показалъ, что въ трахитахъ Исландіи удѣльный вѣсъ центральной части 2,49, периферіи 2,47. Фонолитъ представляетъ въ центральной части отдѣльности уд. вѣсъ 2,54, въ периферіи — 2,50. Базальтъ сѣровато-чернаго цвѣта далъ удѣльный вѣсъ въ центральной части 2,92, въ периферіи 2,91. Наконецъ, черный базальтъ далъ въ центральной части 3,04, въ периферіи 3,00. Эти изслѣдованія обнаруживаютъ, что удѣльный вѣсъ центральныхъ частей отдѣльности болѣе, чѣмъ въ периферіи. Объяснить такое различіе возможно, или тѣмъ, что наружныя части болѣе доступны процессу вывѣтриванія, или тѣмъ, что наружныя части менѣе кристалличны, содержатъ болѣе стекла, а стекло имѣетъ менѣйшій удѣльный вѣсъ, чѣмъ кристаллическія составныя части; такое различіе въ удѣльномъ вѣсѣ наружныхъ и внутреннихъ частей изверженныхъ массъ есть прямое слѣдствіе условий кристаллизаціи.

Давно извѣстно, что у минераловъ, при сплавленіи ихъ, удѣльный вѣсъ измѣняется. Опыты показали, что минералы, сплавленные въ стекловидную массу, представляютъ удѣльный вѣсъ менѣйшій, чѣмъ въ кристаллахъ. Напримѣръ, кристаллъ ортоклаза имѣетъ удѣльный вѣсъ 2,59, а сплавленный минераль — 2,28; лабрадоръ 2,68, сплавленный 2,52 и т. д. То же самое показали опыты С. К. Девиля и Делесса относительно кристаллическихъ горныхъ породъ. Такъ напр., лава Тенерифа, представляющая удѣльный вѣсъ 2,57, въ сплавленномъ состояніи дала 2,46. Трахитъ, имѣвшій удѣльный вѣсъ 2,72, въ сплавленномъ состояніи далъ 2,61; базальтъ съ удѣльнымъ вѣсомъ въ 2,97, въ сплавленномъ состояніи обнаружилъ 2,87. Гранитъ съ удѣльнымъ вѣсомъ въ 2,62, въ сплавленномъ видѣ далъ — 2,35. По мнѣнію С. К. Девиля, потеря при сплавленіи больше у породъ средняго и крупнаго зерна, чѣмъ у скрытно-кристаллическихъ или полу-кристаллическихъ. Кроме того, изъ этихъ изслѣдованій вытекаетъ, что измѣненіе тѣмъ значительнѣе, чѣмъ въ горной породѣ больше кремневой кислоты и щелочей, и тѣмъ меньше, чѣмъ больше желѣза, извести и глинозема. Делессъ сдѣлалъ сопоставленіе такого измѣненія въ процентахъ, принимая нормальный удѣльный вѣсъ равнымъ 100. Гранитъ, гранулитъ, кварцевый порфиръ обнаруживаютъ при этомъ потерю отъ 9 до 11⁰/₁₀₀, сіенитовый гранитъ и сіенитъ отъ 8 до 9⁰/₁₀₀, порфиры отъ 8 до 10⁰/₁₀₀, діоритъ и діоритовый порфиритъ отъ 6 до 8⁰/₁₀₀, мелафиръ отъ 5 до 7⁰/₁₀₀, базальтъ и трахитъ отъ 3 до 5⁰/₁₀₀ и, наконецъ, лава и вулканическія стекла отъ 0 до 4⁰/₁₀₀.

Вишофъ сравнилъ наблюденія надъ измѣненіемъ объема однихъ и тѣхъ же горныхъ породъ, въ различномъ ихъ состояніи: кристаллическомъ, сплавленномъ и жидкомъ.

Объемъ сплавленной горной породы.	Объемъ въ кристаллическомъ.
Базальтъ 1 —	0.9298
Трахитъ 1 —	0.9114
Гранитъ 1 —	0.8420
Объемъ въ жидкомъ состояніи.	
Базальтъ 1 —	0.8960
Трахитъ 1 —	0.8187
Гранитъ 1 —	0.7481

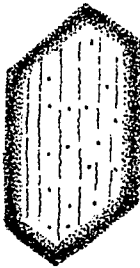
Изученіе горныхъ породъ подь микроскопомъ.

Примѣненіе микроскопа къ изученію минераловъ было сдѣлано уже давно, но только въ 1858 году, благодаря работамъ Сорби, было произведено первое, вполне успѣшное примѣненіе его къ изученію горныхъ породъ. Особенно большое примѣненіе и дальнѣйшее развитіе этотъ методъ нашелъ себѣ въ Германіи (1863), гдѣ съ работъ Циркеля и Фогельзанга началась новая эра для петрографіи. За ними цѣлая фаланга ученыхъ, въ лицѣ Фишера, Розенбуша, Ласо, Божицкаго, Кальковскаго, Коена и др., доставила массу данныхъ для весьма тонкаго анализа горныхъ породъ и для ихъ классификаціи. Въ самой Англіи этотъ методъ долгое время не находилъ подражателей, то же самое можно сказать и о Франціи, гдѣ только сравнительно недавнія работы Фукаэ и Мишель-Леви могутъ быть указаны, какъ весьма цѣлесообразное примѣненіе этого метода. Для Россіи можно отмѣтить 1867 годъ, какъ начало такихъ изслѣдованій.

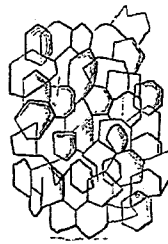
Приготовленіе микроскопическаго препарата.—Изученіе горныхъ породъ подь микроскопомъ возможно только въ томъ случаѣ, если будетъ приготовленъ надлежащей толщины препаратъ, который возможно разсматривать при болѣе или менѣе сильныхъ увеличеніяхъ микроскопа, требующихъ, какъ извѣстно, короткаго фокуснаго растоянія. Приготовленіе микроскопическаго препарата въ настоящее время не представляетъ особеннаго затрудненія. Для этой цѣли обыкновенно берется кусокъ горной породы, отшлифовывается на немъ ровная поверхность или на плиткѣ песчаника или чугуна, или на шлифовальномъ станкѣ при помощи наждака, а затѣмъ постепенно переводя эту грубо отшлифованную поверхность на болѣе тонкіе номера наждака, можно выравнить ее болѣе или менѣе совершенно. Одна изъ главныхъ задачъ при этомъ должна заключаться въ томъ, чтобы приготовленная поверхность не содержала царапинъ. Это обстоятельство важно потому, что при окончательной обработкѣ препарата въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ прошли царапины, онъ легко можетъ распасться на отдѣльные куски. Советуютъ затѣмъ на какомъ-нибудь тонкомъ шлифовальномъ брускѣ, или на поверхности кожанаго ремня, или матоваго стекла, придать отшлифованной поверхности еще полировку. Впрочемъ, нужно замѣтить, что для изслѣдованія горной породы подь микроскопомъ можно обойтись безъ нея, избѣгая только царапинъ на поверхности; полировку здѣсь будетъ замѣнять слой канадскаго бальзама, при помощи котораго наклеиваютъ на эту отшлифованную поверхность предметное стекло. Наклеиваніе должно производить при нагрѣваніи, съ тѣми же предосторожностями, съ какими готовятъ микроскопическіе препараты изъ животныхъ и растительныхъ веществъ, т.-е. должно накладывать на канадскій бальзамъ отшлифованную поверхность куска постепенно, начиная съ одной стороны ровной поверхности, дабы не попали на препаратъ пузырьки воздуха. Затѣмъ сошлифовываютъ остальную массу куска горной породы, параллельно предметному стеклу; первоначально обработка ведется при помощи грубаго наждака до нѣкоторой прозрачности препарата, а затѣмъ, по мѣрѣ его утоненія, постепенно переводятъ на болѣе и болѣе мелкій наждакъ. Для окончательной прозрачности должно вести обработку препарата на самыхъ тонкихъ номерахъ наждака. Предѣлъ утоненія для различныхъ породъ различенъ; однѣ прозрачны только въ болѣе тонкихъ, другія—въ толстыхъ пластинкахъ; но можно дать практическое указаніе, заключающееся въ томъ, что предѣломъ достаточнаго утоненія препарата служить возможность читать черезъ него обыкновенный печатный шрифтъ. Приготовленный такимъ способомъ препаратъ нужно обмыть смѣсью эфира со спиртомъ, дабы удалить съ его поверхности приставшія частицы канадскаго бальзама и наждака. При по-

мощи того же канадскаго бальзама производятъ заклеиваніе препарата покровнымъ стеклышкомъ. Въ такомъ видѣ препаратъ готовъ и можно его подвергнуть изслѣдованію подъ микроскопомъ.

Обыкновенный свѣтъ.—Изученіе препарата подъ микроскопомъ можетъ быть произведено при различныхъ условіяхъ. Первоначально должно разсматривать препараты при нормальныхъ условіяхъ, т.-е. при обыкновенномъ проходящемъ свѣтѣ. При этихъ условіяхъ является возможность отличить въ горной породѣ, если она сложная, минералы прозрачные, безцвѣтные или окрашенные, отъ минераловъ непрозрачныхъ. Слѣдовательно, первое прикосновеніе при участіи микроскопа къ сложной горной породѣ даетъ возможность грубо разбить эту послѣднюю на составляющіе ее петрографическіе элементы. При обыкновенномъ, проходящемъ свѣтѣ можно разсматривать прозрачные минералы и наблюдать въ нихъ правильное кристаллографическое ограниченіе (фиг. 172 и фиг. 173); по этому ограниченію можно судить и о той кристаллографической системѣ,



Фиг. 172. Роговая обманка андезита подъ микроскопомъ.



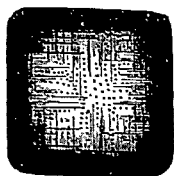
Фиг. 173. Тридимитъ подъ микроскопомъ.

къ которой принадлежит данный минералъ. При помощи специально приспособленныхъ къ микроскопамъ гониометровъ можно измѣрять углы правильно ограниченныхъ недѣлимыхъ, что даетъ возможность еще точнѣе приблизиться къ кристаллографической формѣ, а этимъ приемомъ получить одинъ изъ признаковъ для опредѣленія минерала, съ которымъ имѣютъ дѣло. Въ настоящее время, взамѣнъ приспособленія особыхъ гониометровъ, дѣлаются у микроскоповъ вращающіеся столики, съ дѣленіями на градусы, по которымъ весьма легко отмѣчать уголъ поворота. Кроме того, въ окулярѣ придѣлываются двѣ взаимно перпендикулярныхъ нити, при помощи которыхъ весьма легко ориентироваться, сопоставляя одно ребро измѣряемаго угла съ одною изъ нитей. Прямой поворотъ столика до совпаденія другого ребра съ тою же нитью и отсчитываніе числа градусовъ этого поворота дастъ величину искомаго угла ¹⁾

Такъ какъ въ большинствѣ горныхъ породъ минералы встрѣчаются въ формѣ кристаллическихъ зеренъ, не представляющихъ правильнаго

¹⁾ Лучшіе микроскопы со всѣми необходимыми приспособленіями изготовляются слѣдующими фирмами: Фюссъ въ Берлинѣ, Зейбертъ въ Вецларѣ, Бертранъ и Наше въ Парижѣ, Рейхертъ въ Вѣнѣ.

ограниченія, то въ проходящемъ свѣтѣ наблюдаютъ другое явленіе, — такъ называемую спайность, которая на микроскопическомъ препаратѣ выражается параллельными и прямолинейными трещинками, причемъ одна система можетъ пересѣкать другую подъ какимъ-либо угломъ. Наблюденіе и измѣреніе угла пересѣченія такихъ трещинъ даетъ новые признаки для характеристики минерала, входящаго въ составъ данной горной породы. Такъ, напримѣръ, для авгита и роговой обманки уголъ спайности призмы различенъ: для одного около 87° , для другой — около 124° , а потому отличить эти два угла спайности весьма легко, даже и въ томъ случаѣ, если разрѣзъ прошелъ и не совершенно перпендикулярно призмѣ. Для слюдъ крайне характерна спайность, параллельная пинакoidу, а потому въ разрѣзахъ, наклоненныхъ къ этому послѣднему, обнаруживается рядъ параллельныхъ другъ другу трещинокъ.



Фиг. 174. Гаюинъ подъ микроскопомъ.

Для нѣкоторыхъ минераловъ является весьма характернымъ появленіе черныхъ штриховъ и точекъ, собранныхъ или въ видѣ наружной каемки, какъ напр., у нѣкоторыхъ недѣлимыхъ гаюина (фиг. 174), или внутри въ видѣ ядра, или полосами, параллельными гранямъ кристалла — какъ напр., у нѣкоторыхъ нозеановъ и т. д.

Въ этихъ же условіяхъ опредѣляется и толщина минеральныхъ зеренъ, для чего устанавливаютъ точно въ фокусъ сначала верхнюю поверхность препарата, а затѣмъ нижнюю; зная величину винтового хода микрометра можно вычислить и толщину (l) препарата по формулѣ $l = dn$, гдѣ d кажущаяся толщина, даваемая непосредственно отсчетомъ микрометра, а n — показатель минерала.

Часто является существеннымъ опредѣлить относительное количество минераловъ въ препаратѣ; для этой цѣли можетъ служить окуляръ Гиршвальда съ двумя взаимно перпендикулярными линейками. Одну изъ линеекъ ставятъ противъ нулевого дѣленія другой и постепенно передвигая отсчитываютъ сколько дѣленій приходится на долю изслѣдуемаго минерала. Иногда съ успѣхомъ примѣняется методъ вырѣзыванія изображенія минерала изъ микрофотографіи породы и затѣмъ путемъ взвѣшиванія опредѣляютъ его относительное количество.

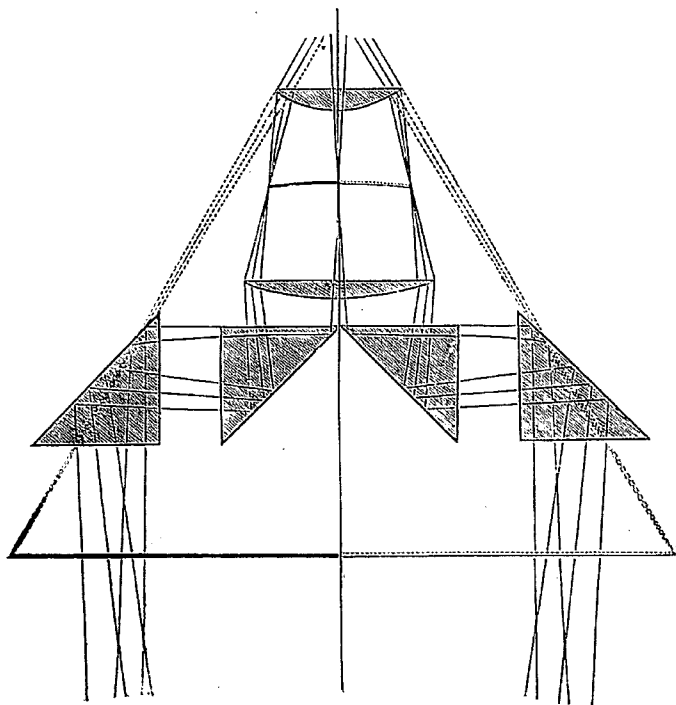
Отраженный свѣтъ. — Для изученія минераловъ, образующихъ горную породу, можно примѣнять отраженный свѣтъ съ пѣлью наблюденія надъ цвѣтомъ и блескомъ какъ непрозрачныхъ, такъ и полупрозрачныхъ и прозрачныхъ минераловъ. Такъ какъ непрозрачные минералы часто являются въ видѣ недѣлимыхъ крайне мелкихъ размѣровъ, то тотъ свѣтъ, который падаетъ сверху на препаратъ, недостаточенъ для того, чтобы можно было съ полною ясностью, при извѣстныхъ болѣе или менѣе сильныхъ увеличеніяхъ микроскопа, требующихъ короткаго фокуснаго разстоянія, разсматривать минералы. Для этой цѣли можно приспособлять сильную лупу, при помощи которой усиливаютъ свѣтъ, бросаемый сверху на препаратъ; непосредственное солнечное освѣщеніе

даетъ полную возможность вызывать блескъ и цвѣтъ въ крайне мелкихъ зернахъ минераловъ, образующихъ горную породу. Но надо имѣть въ виду, что непрозрачные минералы, разсыянные въ горной породѣ часто въ видѣ весьма мелкихъ недѣлимыхъ, почти всегда гдѣ-нибудь въ одномъ мѣстѣ препарата представляютъ большое скопленіе, понятно, что въ такомъ случаѣ и наблюденіе должно быть направлено на это болѣе крупное выдѣленіе. Въ нашихъ широтахъ, гдѣ зимой, въ рабочее время, солнца почти не видно, можно пользоваться искусственнымъ освѣщеніемъ; но, конечно, для этой цѣли нужно отдѣлить желтую окраску искусственного свѣта синимъ стекломъ, концентрировать падающій свѣтъ при помощи линзы и направить его сверху на препаратъ. Этотъ приемъ даетъ возможность изучить блескъ и цвѣтъ минераловъ. Если въ минералогіи пользуются блескомъ для отличія нѣкоторыхъ минераловъ другъ отъ друга, то, конечно, можно пользоваться этимъ приемомъ и въ петрографіи для отличія по цвѣту и блеску непрозрачныхъ минераловъ, находящихся въ сложной горной породѣ. Такимъ способомъ можно вызвать красивый синеватый металлическій блескъ магнитнаго желѣзняка, сильный желѣзный блескъ—желѣзнаго блеска, шпейсово-желтый блескъ—сѣрнаго колчедана, латунно-желтый—мѣднаго колчедана и т. д. Непосредственные опыты показали, что этотъ блескъ можно вызвать на зернахъ, величиною иногда не болѣе 0,005 мм. Принимая во вниманіе, что опредѣленіе блеска и цвѣта на глазъ можетъ быть иногда ошибочно, для устраненія ошибки пользуются сравнительной камерой, дающей возможность свести два изображенія въ одно поле зрѣнія окуляра и такимъ путемъ сопоставить ихъ рядомъ. Если одно изъ сведенныхъ вмѣстѣ изображеній принадлежитъ неизвѣстному, а другое завѣдомо извѣстному минералу, то, сопоставленные въ одно поле зрѣнія, они могутъ обнаружить сходство или различіе, а потому всякія сомнѣнія будутъ устранены этимъ объективнымъ сравненіемъ.

Сравнительная камера (фиг. 175) состоитъ изъ металлическаго продолговатаго ящика, внутри котораго помѣщены четыре прямоугольныхъ призмы; двѣ поставлены въ срединѣ и рядомъ, двѣ—по краямъ, такъ чтобы онѣ непосредственно помѣщались надъ микроскопами, которыхъ для сравнительной камеры надо два. Эти крайнія призмы, получая изъ микроскоповъ изображеніе, отклоняютъ его подъ прямымъ угломъ и направляютъ въ призмы, поставленные въ обратномъ положеніи въ срединѣ ящика. Последнія призмы снова измѣняютъ направленіе луча подъ прямымъ угломъ и направляютъ его въ окуляръ, взятый отъ одного изъ микроскоповъ и помѣщенный надъ серединою ящика. Такимъ образомъ, въ окуляръ сравнительной камеры сводятся изображенія изъ двухъ микроскоповъ и являются въ одномъ полѣ зрѣнія, отдѣленные только тонкою бороздкою, которая, въ случаѣ тождества цвѣта и блеска сравниваемыхъ минераловъ, въ хорошо устроенной сравнительной камерѣ, даже исчезаетъ, а при малѣйшемъ различіи цвѣта и блеска снова выступаетъ. Конечно, для этого инструмента надо брать совершенно одинаковые микроскопы и давать одинаковое освѣщеніе. Сравнительная камера, устраняя субъективность сравненій, вполне пригодна для сравнительныхъ цѣлей и въ проходящемъ свѣтѣ.

Въ настоящее время методика изслѣдованія въ отраженномъ свѣтѣ пошла еще далѣе. Такимъ новымъ шагомъ впередъ можно считать примѣненіе поляризованнаго свѣта къ изслѣдованію непрозрачныхъ тѣлъ, сдѣланное Кёнигсбергеромъ. Въ приборѣ, построенномъ Кёнигсбергеромъ, получаемые черезъ виллюминаторы лучи отбрасы-

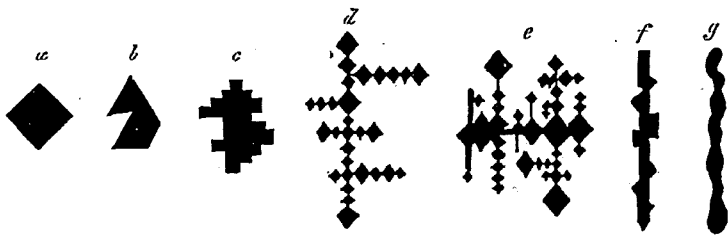
ваются на пластинку и, отразившись от нея, идутъ въ окуляръ, проходя на своемъ пути черезъ пробную пластинку, при помощи которой и можно констатировать присутствіе двойного лучепреломленія. Для количественнаго опредѣленія примѣняютъ кварцъ Саварда и зеркальце Гаусса. Благодаря послѣднему можно ослаблять интенсивность



Фиг. 175. Сравнительная камера.

одного изъ лучей. Равенство въ интенсивности обоихъ лучей тотчасъ же обнаруживается пластинкой Саварда. Величина наклона зеркала Гаусса, отсчитываемая по находящейся сбоку шкалѣ, даетъ возможность вычислить силу двупреломляемости.

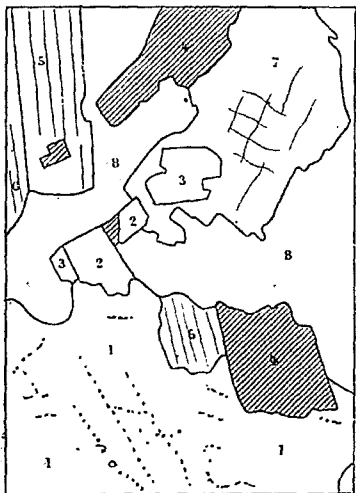
Отраженный свѣтъ даетъ возможность получить одинъ изъ признаковъ, важныхъ для отличія непрозрачныхъ минераловъ. Впрочемъ, слѣ-



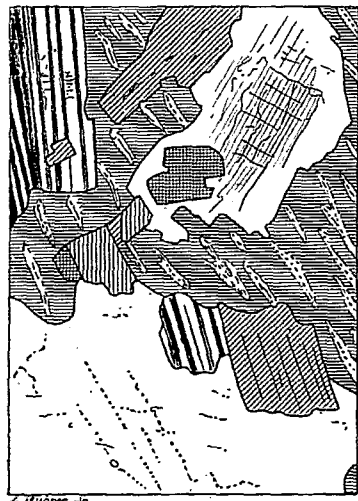
Фиг. 176. Выдѣленія магнитнаго желѣзняка въ горныхъ породахъ.

дуетъ всегда имѣть въ виду, что, при рассмотрѣніи тѣхъ же минераловъ въ обыкновенномъ проходящемъ свѣтѣ, точно также возможно опредѣленіе контуровъ, а равно и характера иногда крайне своеобразныхъ сростаній, какъ напр., магнитнаго желѣзняка (фиг. 176 *a*, *b*, *c* и т. д.).

Параллельный поляризованный свѣтъ.— Для опредѣленія прозрачныхъ минераловъ,—будутъ ли они безцвѣтными или окрашенными, безразлично, примѣняютъ параллельный поляризованный свѣтъ. Это достигается при помощи двухъ Николевыхъ призмъ, изъ которыхъ одну помѣщаютъ подъ столикъ микроскопа (поляризаторъ), другую (анализаторъ), или на окуляръ, или подъ него. Иногда препаратъ разсматриваютъ безъ верхней Николевой призмы. Въ такомъ случаѣ вызывается въ нѣкоторыхъ окрашенныхъ минералахъ явленіе такъ называемаго плеохроизма, т.-е. измѣненія цвѣтовъ при поворотѣ препарата на столикъ



Фиг. 177. При параллельности призмъ Николая. Препарат гранита (по Мишель-Леви). 1. Кварцъ въ крупныхъ выдѣленіяхъ, 2 и 3—кварцъ въ изолированныхъ кристаллахъ, 4—слюда, 5 и 6—олигоклазъ, 7 и 8—ортоклазъ.



Фиг. 178. При перекрещиваніи призмъ Николая. Тотъ же препаратъ. Увеличеніе этихъ двухъ рисунковъ въ 80 разъ. Интерференціонные цвѣта замѣнены здѣсь штриховкою.

микроскопа. Это явленіе крайне характерно для отличія нѣкоторыхъ минераловъ другъ отъ друга. Такъ, напримѣръ, весьма распространенные въ горныхъ породахъ минералы—авгитъ и роговая обманка, представляющіе, какъ извѣстно, большое минералогическое сходство, кристаллизующіеся въ одной и той же системѣ, легко отличаются этимъ приемомъ другъ отъ друга; роговая обманка обладаетъ довольно рѣзко выраженнымъ плеохроизмомъ, тогда какъ авгитъ, если его и обнаруживаетъ, то въ весьма слабой степени.

Нѣкоторые изъ минераловъ, при тѣхъ же условіяхъ изслѣдованія, обнаруживаютъ явленіе такъ называемой абсорбціи свѣта, т.-е. при извѣстномъ положеніи совершенно поглощаютъ поляризованный свѣтъ и являются черными, непрозрачными, тогда какъ при поворотѣ препарата освѣтляются. Абсорбція особенно характерна для черной магнезійной слюды, столь распространенной въ горныхъ породахъ.

Опредѣленіе показателя лучепреломленія.—Весьма существеннымъ для точнаго опредѣленія минерала является знаніе его показателю лучепреломленія. Для ихъ опредѣленія примѣняются различные способы. О величинѣ лучепреломленія приблизительно можно судить уже по самому рельефу минерала, который тѣмъ рѣзче, чѣмъ сильнѣе лучепреломленіе. Весьма удобенъ и часто примѣнимъ способъ Беккэ, дающій возможность очень быстро сравнить показатель лучепреломленій минерала изслѣдуемаго съ показателемъ минерала уже заранѣе извѣстнаго. Для этого колебанія изслѣдуемаго луча совмѣщаютъ съ колебаніями поляризатора. Тогда, при поднятіи трубки микроскопа, появляется на границѣ сравнваемыхъ минераловъ свѣтлая полоска—линія Беккэ, которая передвигается на минераль съ большимъ показателемъ; зависить это явленіе отъ того, что часть лучей, падающихъ на минераль, претерпѣваютъ полное внутреннее отраженіе. Для отчетливости явленія необходимо, чтобы граница соприкасающихся минераловъ была совершенно чиста и свободна отъ постороннихъ включеній.

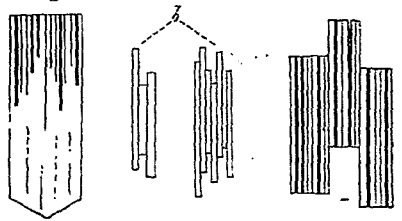
Для изслѣдованія показателя лучепреломленія зеренъ съ большимъ успѣхомъ можно примѣнять методъ погруженія въ жидкости съ заранѣе извѣстными показателями. При равенствѣ показателей жидкости и минерала полоска Беккэ на ихъ границѣ исчезаетъ. Наконецъ, показатели лучепреломленія могутъ быть съ большой точностью опредѣлены при помощи рефрактометра. Главной частью этого прибора служитъ стеклянное полушаріе съ очень высокимъ показателемъ лучепреломленія, вслѣдствіе чего проходящіе черезъ него лучи, падая на минераль, показатель лучепреломленія котораго менѣе, претерпѣваютъ полное внутреннее отраженіе. При помощи соответствующихъ приспособленій этотъ уголъ полнаго внутреннего отраженія можетъ быть точно измѣренъ, а зная его можно вычислить и показателя по общей формулѣ $\sin \phi = \frac{n}{n'}$.

Изученіе отношеній къ поляризованному свѣту можетъ быть измѣнено, если вооружить микроскопъ одновременно поляризаторомъ и анализаторомъ. Извѣстно, что при параллельности главныхъ сѣченій Николевыхъ призмъ поле зрѣнія микроскопа представляется свѣтлымъ; при перекрещиваніи, или при перпендикулярности главныхъ сѣченій—темнымъ. Помѣщая въ поле зрѣнія микроскопа препаратъ, можно вызвать въ минералахъ явленіе такъ называемой хроматической интерференціи, выражающееся извѣстнаго рода окраской или ея отсутствіемъ; при этомъ, въ минералахъ, обнаруживающихъ окраску, эта послѣдняя при вращеніи анализатора измѣняется. Измѣненіе обыкновенно идетъ такъ, что при параллельномъ положеніи главныхъ сѣченій Николевыхъ призмъ наблюдается цвѣтъ окраски дополнительный къ тому, который наблюдается при перекрещиваніи, т. е. желтый переходитъ въ голубой и т. п.

Извѣстно, что минералы аморфные и правильной системы, не представляющіе двойнаго лучепреломленія, называются оптически изотропными. При разсматриваніи ихъ въ полномъ поляризованномъ свѣтѣ, при перекрещенныхъ Николевыхъ призмахъ, они представляются вполне темными. Минералы, относящіеся къ системамъ квадратной, шестиугольной, ромбической, одно- и трехклиномѣрной, обнаруживающіе двойное лучепреломленіе, носятъ наименованіе анизотропныхъ. Минералы квадратной и шестиугольной системъ представляются двупреломляющими и оптически одноосными, они обнаруживаютъ крайне слабую интерференціонную окраску. Исключеніе составляютъ такіе минералы, какъ кварцъ и кузеранитъ, обладающіе, какъ извѣстно, круговою поляризациею. Наконецъ, минералы ромбической, одно- и трехклиномѣрной системъ, относящіеся къ оптически двубоснымъ, обнаруживаютъ яркіе интерференціон-

ные цвѣта, т.-е. рѣзко выраженную окраску. Поэтому, примѣненіе поляризованнаго свѣта представляетъ тотъ особенный интересъ, что здѣсь возможно, руководствуясь оптическими явленіями минераловъ, разбить ихъ на три большія группы.

Минералы, образующіе двойники, могутъ быть весьма легко обнаружены въ полномъ поляризованномъ свѣтѣ; при такихъ условіяхъ они представляютъ различную окраску отдѣльныхъ недѣлимыхъ, составляющихъ двойникъ. Различіе въ окраскѣ зависитъ отъ того, какъ прошелъ разрѣзъ черезъ горную породу, а слѣдовательно и черезъ минералъ, въ ней находящійся. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ одна половина недѣлимаго бываетъ ярко окрашена, другая затемнена, или окраска наблюдается и въ другой части, но въ такомъ случаѣ уже другихъ цвѣтовъ. Въ этомъ отношеніи въ особенности поучительную картину представляютъ полисинтетическіе двойники полевыхъ шпатовъ. Въ полномъ поляризованномъ свѣтѣ такіе полисинтетическіе двойники выражаются рядомъ болѣе или менѣе тонкихъ прямолинейныхъ полосокъ, представляющихъ различную окраску (фиг. 179). Иногда въ одномъ зернѣ такого полевого шпата можно насчитать до сотни недѣлимыхъ. Замѣчено, что лабрадоръ обладаетъ болѣе широкими отдѣльными недѣлимыми, сравнительно со всѣми другими близкими къ нему полевыми шпатами. Вообще, при опредѣленіи полевыхъ шпатовъ этотъ признакъ крайне важенъ, ибо такіе двойники принадлежатъ, какъ извѣстно, полевымъ шпатамъ трехклиномѣрной системы, а слѣдовательно той группѣ, которой дано въ петрографіи наименованіе плагиоклазовъ. Легкость опредѣленія подѣ микроскопомъ въ поляризованномъ свѣтѣ одноили трехклиномѣрныхъ полевыхъ шпатовъ даетъ возможность сразу найти въ классификаціи ту группу, къ которой должно отнести данную горную породу.



Фиг. 179 а, в и с. Трехклиномѣрный полевой шпатъ подѣ микроскопомъ.

Кромѣ того, нельзя не имѣть въ виду еще и нѣкоторыхъ другихъ явленій, вызываемыхъ въ минералахъ полнымъ поляризованнымъ свѣтомъ. Такъ, напр., при этихъ условіяхъ особенно рѣзко можно наблюдать проростаніе одного минерала другимъ (фиг. 180, 181 и 182). Въ этомъ отношеніи также большой интересъ представляетъ лейцитъ, обнаруживая крайне характерное для него строеніе. При переkreщиваніи призмъ отдѣльные кристаллы лейцита (фиг. 183) являются покрытыми болѣе или менѣе густымъ рядомъ полосокъ и штриховъ, которые пересѣкаются между собою отчасти подѣ прямымъ угломъ, отчасти подѣ угломъ въ 60° . Эти чередующіеся штрихи являются затемненными и голубовато-сѣрыми до голубыхъ; при поворачиваніи препарата—черные штрихи дѣлаются свѣтлыми, голубовато-сѣрые—желтовато-бурыми. Точно также нельзя не имѣть въ виду еще и такъ называемой агрегаціонной поляризаціи, обнаруживаемой тѣмъ же поляризованнымъ свѣтомъ въ нѣ-

которыхъ минералахъ, какъ, напр., въ соссоритѣ, либенеритѣ и другихъ. Это явленіе обнаруживается тѣмъ, что весь минералъ представляется какъ бы составленнымъ изъ отдѣльныхъ волоконъ или чешуекъ



Фиг. 180. Проростаніе роговой обманки авгитомъ.

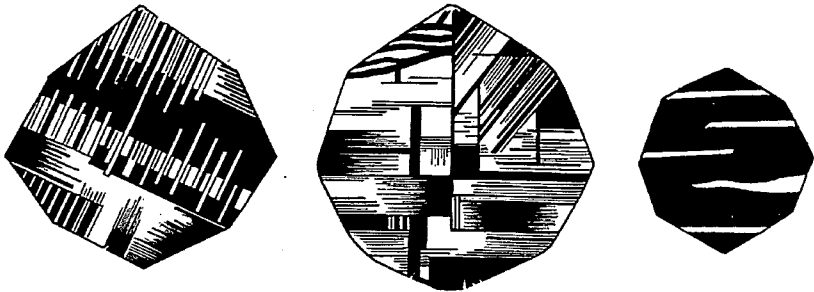


Фиг. 181. Правильное проростаніе микроклина зеленымъ слюдянымъ минераломъ.



Фиг. 182. Микропегматитовое проростаніе кварцемъ микроклина.

(талъкъ, хлоритъ), часто выклинивающихся и замѣняющихся новыми, причемъ на каждомъ изъ нихъ наблюдается, при перекрещиваніи Николевыхъ призмъ, различная, по большей части яркая, окраска.



Фиг. 183. Лейцитъ въ параллельно-поляризованномъ свѣтѣ.

Опредѣленіе двупреломленія. Въ условіяхъ изслѣдованія при скрещенныхъ Николяхъ является возможность опредѣлить также непосредственно силу двойного лучепреломленія. Для этой цѣли лучше всего можетъ служить компенсаторъ Бабиня. Его приборъ состоитъ изъ двухъ кварцевыхъ клиньевъ, причемъ преломляющее ребро въ одномъ клинѣ перпендикулярно оптической оси, а въ другомъ—параллельно. Одинъ изъ клиньевъ можетъ перемѣщаться относительно другого, и величина этого перемѣщенія l можетъ быть отсчитана на головкѣ микрометрическаго винта. Клинья расположены такъ, что при нулевомъ дѣленіи толщина обоихъ клиньевъ въ средней части одинакова; благодаря чему разность хода лучей, полученная въ нижнемъ клинѣ, компенсируется разностью хода въ верхнемъ клинѣ, и въ полѣ зрѣнія появляется черная

полоса. Въ обѣ стороны отъ этой полосы симметрично расположены интерференціонныя полосы въ возрастающемъ порядкѣ цвѣтовъ. Если въ поле зрѣнія ввести двупреломляющій минералъ, то черная полоса смѣщается и, чтобы привести ее въ прежнее положеніе, необходимо передвинуть клинья. Смѣщеніе полосъ при прочихъ равныхъ условіяхъ, тѣмъ больше, чѣмъ сильнѣе двойное лучепреломленіе; для вычисленія послѣдняго служитъ формула $\lambda - \alpha = \frac{b\gamma}{d\delta}$, гдѣ λ —перемѣщеніе винта, d —толщина изслѣдуемой пластинки, λ —длина волны употребляемаго свѣта, δ —постоянная прибора, указывающая сколькимъ дѣленіямъ микрометрическаго винта соответствуетъ передвиженіе клина отъ средней полосы до ближайшей, при условіи освѣщенія монохроматическимъ свѣтомъ.

Уголь затемнѣнія.—Если помѣстить между двумя Николями, главныя сѣченія которыхъ перекрещены, пластинку двуснаго минерала такъ, чтобы одна изъ осей упругости его направлялась параллельно главному сѣченію одного изъ Николей, то получается полное затемнѣніе, какъ-будто бы былъ помѣщенъ минералъ аморфный или принадлежащій къ правильной системѣ; при поворотѣ пластинки въ такое положеніе, чтобы оси упругости минерала составляли уголь съ главнымъ сѣченіемъ одного изъ Николей, получается въ большей или меньшей степени просвѣтлѣніе поля зрѣнія. Устройство вращающагося столика у микроскопа даетъ возможность примѣнить этотъ методъ для изслѣдованія, какъ отдѣльныхъ кристалловъ, такъ и для изученія ихъ на микроскопическихъ препаратахъ изъ горныхъ породъ. Въ пластинкахъ двусныхъ минераловъ, вырѣзанныхъ не перпендикулярно къ оптической оси, затемнѣніе происходитъ всякій разъ, когда одна изъ осей упругости совпадаетъ съ главнымъ сѣченіемъ одной изъ призмъ Николя. Такъ какъ въ ромбической системѣ оси упругости совпадаютъ съ кристаллографическими осями, т.-е. параллельны пинакоидамъ, то затемнѣніе и происходитъ параллельно этимъ послѣднимъ. Въ одноклиномѣрной системѣ только одна ось упругости совпадаетъ съ ортодіагональю, другія же составляютъ съ нею извѣстный уголь, поэтому и затемнѣніе происходитъ не параллельно кристаллографическимъ осямъ (за исключеніемъ ортодіагонали) и извѣстнымъ комбинаціоннымъ ребрамъ, а подъ нѣкоторымъ угломъ къ нимъ. Уголь этотъ оказывается характернымъ для различныхъ минераловъ и можетъ служить однимъ изъ признаковъ для ихъ распознаванія. Поставимъ призмы Николя въ положеніе наибольшаго затемнѣнія (положеніе главнаго сѣченія въ нихъ опредѣляется нитями микроскопа) и помѣстимъ пластинку, напримѣръ, энстатита на столикъ микроскопа такъ, чтобы направленіе наилучшей спайности, совпадающее въ данномъ случаѣ съ (010) (второй или брахипинакоидъ),—шло параллельно одной изъ нитей. Въ этомъ положеніи наблюдается полное затемнѣніе минерала, и можно отнестя его къ ромбической системѣ.

Лучшими примѣрами минераловъ клиноздрическихъ, особенно послѣ работъ Шустера и Фёрстнера ¹⁾, представляются полевые шпаты. У ортокластическихъ полевыхъ шпатовъ плоскость оптическихъ осей или параллельна, или перпендикулярна плоскости наибольшей симметріи (клиннопинакоиду)—второе положеніе считается нормальнымъ; первое наблюдается у ортоклазовъ, подвергавшихся сильному нагрѣванію. Если взять пластинку ортоклаза, вырѣзанную параллельно (010), то для опредѣленія угла между осями упругости помѣщаютъ пластинку ортоклаза подъ микроскопъ въ условіи наибольшаго затемнѣнія (одна изъ осей упругости совпадаетъ съ направленіемъ нитей), затѣмъ поворачиваютъ столикъ микроскопа такъ, чтобы направленіе другой оси (наступаетъ вторичное затемнѣніе) совпадало съ тою же нитью—такимъ образомъ можно отсчитать искомый уголь.

¹⁾ Изслѣдованія Фёрстнера относятся къ весьма интереснымъ натрокалиевымъ полевымъ шпатамъ съ острова Пантеллеріи. Выводы его нѣсколько разнятся (въ деталяхъ, но не по существу) отъ выводовъ Шустера, что объясняется различнымъ химическимъ характеромъ изслѣдуемыхъ веществъ: Шустеръ имѣлъ плагиоклазы аортитго-альбитовые, Фёрстнеръ—микроклино-альбитовые или олигоклазо-микроклино-альбитовые (примѣръ известенъ весьма незначительна).

Исслѣдованія Шустера надъ трехклиномѣрными полевыми шпатами привели къ слѣдующимъ результатамъ: извѣстно, что, согласно съ Чермакомъ, можно считать всѣ трехклиномѣрные шпаты изоморфными смѣсями двухъ основныхъ: альбита и анортита. По наблюденіямъ Шустера, существуетъ прямая связь между химическимъ составомъ полевого шпата, т.-е. относительными количествами анортитоваго и альбитоваго вещества, входящаго въ составъ его, и оптическими свойствами. Для изслѣдованія приготовлялись тонкія пластинки, параллельно (001) (базопинаконду) и (010) (брахипинаконду); затѣмъ опредѣлялся уголъ затемнѣнія на обоихъ пинакондахъ относительно ихъ комбинаціоннаго ребра. При этомъ углы, отсчитываемые влѣво, принимаются положительными, вправо—отрицательными. Подобнымъ же образомъ обозначается положеніе двойниковой плоскости, при помощи соответствующихъ ей входящихъ и выходящихъ угловъ на плоскостяхъ брахипинакондовъ (периклиновый законъ);—оказывается, что направленіе конечнаго ребра этого двуграннаго угла также находится въ зависимости отъ химическаго состава плагиоклазовъ.

Шустеръ и Малларъ дали весьма удобныя формулы для вычисленія химическаго состава изслѣдуемыхъ полевыхъ шпатовъ, въ зависимости отъ величины угловъ затемнѣнія. Остановимся на формулѣ Маллара, какъ болѣе простой: $\text{Cotg } 2\alpha = \frac{m_1}{m_2} a - b$. Здѣсь α обозначаетъ уголъ, который образуетъ плоскость главныхъ сѣченій изслѣдуемаго полевого шпата съ плоскостью главныхъ сѣченій у альбита; m_1 и m_2 соответствуютъ количествамъ альбитоваго и анортитоваго вещества, входящаго въ составъ изслѣдуемаго полевого шпата ($Ab_{m_1} An_{m_2} = m_1$ альбитовъ + m_2 анортитовъ). Величины a и b суть постоянныя и опредѣляются въ зависимости отъ положенія плоскости оптическихъ осей альбита и анортита изъ опыта. Эти данныя получены при изслѣдованіи тонкихъ пластинокъ полевыхъ шпатовъ, выбитыхъ параллельно (001) базопинаконду; хорошо выраженная спайность по этимъ направленіямъ облегчаетъ приготовленіе препаратовъ. При полученіи и изслѣдованіи препаратовъ изъ горныхъ породъ являются конечно, затрудненія, которыя возможно до извѣстной степени преодолѣть. Удобнѣе всего, конечно, выбивать изъ породы макроскопическіе кристаллы и изслѣдовать ихъ особо; Мишель Леви предлагаетъ, впрочемъ, даже опредѣленіе микролитовыхъ кристалловъ полевого шпата, основываясь на томъ, что положеніе плоскости затемнѣнія у полевыхъ шпатовъ измѣняется слѣдующимъ образомъ, въ предѣлахъ отъ 0° до нѣкоторой извѣстной величины:

Полевые шпаты.	Зона, параллельная ребру базо- и брахипинакондовъ (уголъ плоскости относительно ребра зоны).	Уголъ между плоскостями затемняется въ пластинкахъ кристалловъ по альбитовому закону.	Зона, перпендикулярная брахипинаконду. Уголъ плоскости затемнѣнія съ ребромъ зоны.
Ортоклазъ	0° — 5°	0° —	0° —
Микроклинъ	0° — 16°	0° — 31°	0° — 18°
Альбитъ	0° — 19°	0° — 12°	0° — 15°45'
Олигоклазъ	0° — 2°	0° — 3°	0° — 18°30'
Лабрадоръ	0° — 17° или 27°	0° — 18°	0° — 31°15'
Анортитъ	0° — свыше 30°	0° — свыше 40°	0°—свыше 37°21'

Очевидно, эти опредѣленія мало отвѣчаютъ требованіямъ точности. Но практика можетъ дать много случаевъ, гдѣ примѣненіе вышеназложенныхъ приѣмовъ и данныхъ является весьма полезнымъ.

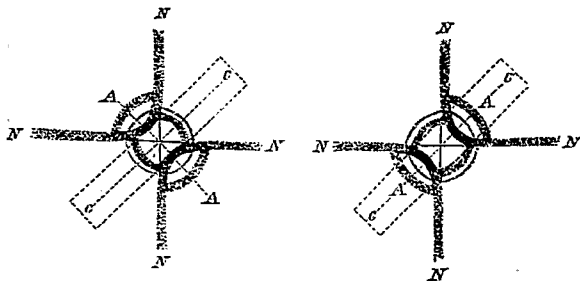
Кромѣ погасанія опредѣляютъ еще оптической характеръ главной зоны, т.-е. изслѣдуютъ какая изъ осей упругости, большая или меньшая, совпадаетъ съ удлинениемъ направлениемъ минерала, въ зависимости отъ чего говорятъ соответственно объ отрицательномъ или положительномъ характерѣ зоны. Опредѣленіе это производится при помощи гипсовой пластинки; послѣдней придается такая толщина, чтобы при скрещенныхъ Николаяхъ она давала чувствительный фіолетовый тонъ. Сначала минералъ устанавливается на погасаніе, затѣмъ поворачивается на 45° , послѣ чего вводится гипсовая пластинка такъ, чтобы ея наибольшая ось упругости совпала съ длиной минерала. Въ случаѣ повышения окраски, т.-е. перехода ея въ синий цвѣтъ, зона будетъ отрицательная; если же окраска переходитъ въ желтую, т.-е. получается пониженіе, то зона положительная.

Сходящійся поляризованный свѣтъ. Ливза Бертрана и Ласо. — Въ новѣйшее время былъ сдѣланъ важный шагъ впередъ въ примѣненіи микроскопическаго анализа къ изслѣдованію составныхъ частей горныхъ породъ въ сходящемся поляризованномъ свѣтѣ. Такія изслѣдованія могутъ быть произведены при помощи плосковыпуклой линзы, съ малымъ фокуснымъ расстояніемъ; эту линзу помѣщаютъ въ столикъ микроскопа на поляраторѣ и затѣмъ изучаютъ явленіе, по способу Ласо, чрезъ анализаторъ безъ окуляра. Бертранъ достигаетъ тѣхъ же результатовъ, при употребленіи еще одной, накладывающейся сверху, ахроматической линзы, которая собираетъ въ фокусъ окуляра большое количество расходящихся лучей. Наиболѣе рѣзко выраженное явленіе можно получить при сильномъ увеличеніи (объективъ № 7).

Примѣненіе вышеуказанной линзы даетъ возможность достигъ слѣдующихъ результатовъ. Явленіе интерференціонныхъ фигуръ, которыя обнаруживаются въ сходящемся свѣтѣ только въ минералахъ двупреломляющихъ, даетъ возможность во всѣхъ случаяхъ отличить ихъ отъ минераловъ, не обладающихъ двойнымъ лучепреломленіемъ, т.-е., аморфныхъ или кристаллизующихся въ правильной системѣ. Подобное опредѣленіе возможно при изслѣдованіи въ параллельномъ поляризованномъ свѣтѣ, какой имѣютъ въ обыкновенномъ поляризаціонномъ микроскопѣ, для квадратной и шестиугольной системъ, если препаратъ минераловъ сдѣланъ случайно перпендикулярно къ вертикальной оси. Въ этомъ случаѣ двойное лучепреломленіе не обнаруживается. Не могутъ служить злѣсь указаніемъ и квадратныя или шестиугольныя разрѣзы, одинаково возможные и для правильной системы. Примѣненіе вышеуказанной линзы, т.-е. расходящаго свѣта, даетъ возможность вызвать у нихъ различныя явленія. Въ двухъ послѣднихъ системахъ (квадратной и шестиугольной), въ разрѣзахъ, перпендикулярныхъ вертикальной оси, представляется, при перекрещиваніи призмъ Никола, черный крестъ съ цвѣтными кольцами (или бѣлый при параллельности тѣхъ же призмъ), тогда какъ кристаллы правильной системы остаются оптически неизмѣнными. Въ этомъ случаѣ уже приобретаетъ значеніе и фигура сѣченія кристалла, четыре- или восьмиугольныя разрѣзы могутъ принадлежать лишь квадратной системѣ, а трехъ, шести- или двѣнадцатиугольныя—шестиугольной системѣ. Въ разрѣзахъ, прошедшихъ косо къ оптической оси, одноосные минералы обнаруживаютъ или смѣщенный крестъ или только часть его вѣтвей въ видѣ черныхъ балокъ, которыя при вращеніи столика проходятъ черезъ центръ поля зрѣнія и въ этотъ моментъ дѣлятъ поле зрѣнія на двѣ равныя части, сами будучи расположены параллельно колебаніямъ въ Николаяхъ. Въ разрѣзахъ параллельно оптической оси появляется также крестъ, но онъ менѣе ясенъ, болѣе расплывчатый и съ болѣе широкими вѣтвями, при вращеніи столика микроскопа вѣтви креста расходятся и уходятъ изъ поля зрѣнія.

Минералы двуосные: ромбической, одноклиномѣрной (моносимметрическіе) и трехклиномѣрной (ассимметрическіе) системъ въ сходящемся поляризованномъ свѣтѣ представляютъ вмѣсто чернаго креста гиперболическія линіи и вмѣсто цвѣтныхъ колець такіе же лемнискаты. Если разрѣзъ кристалла сдѣланъ перпендикулярно биссектрисѣ, то можно видѣть двѣ темныя гиперболы, проходящія чрезъ оптическія оси минерала; онѣ могутъ слиться въ черный, болѣе или менѣе удлинненный, крестъ лишь въ томъ случаѣ, когда плоскость оптическихъ осей будетъ совпадать съ сѣченіемъ одной изъ призмъ Никола. При вращеніи препарата крестъ раздѣляется на составляющія его:

гиперболы. Разрѣзы двусосныхъ минераловъ, перпендикулярные къ оптической оси, остающіеся въ параллельномъ свѣтѣ совершенно изотропными, — въ сходящемся свѣтѣ даютъ картину черной гиперболы. Эта гипербола при вращеніи столика остается въ центрѣ, при чемъ концы ея изгибаются на встрѣчу движенію столика. При вслѣдованіи разрѣзовъ, параллельныхъ плоскости оптическихъ осей въ сходящемся свѣтѣ, обнаруживается фигура, близкая къ такой же въ одноосныхъ минералахъ; широкій расплывчатый крестъ быстро исчезаетъ при поворотѣ столика микроскопа. Въ параллельномъ свѣтѣ эти разрѣзы обладаютъ максимальной силой двупреломленія. Въ разрѣзахъ косыхъ появляется одна темная полоса (изогира). При вращеніи столика микроскопа изогира движется черезъ поле зрѣнія, при чемъ въ общемъ случаѣ она въ положеніи, параллельномъ съ колебаніями въ Николаяхъ, не дѣлитъ поля зрѣнія пополамъ, и конецъ такой изогирѣ въ этомъ положеніи, при движеніи столика вправо и влево, загибается то въ ту, то въ другую сторону. Различное положеніе оптическихъ осей по отношенію къ осямъ кристаллографическимъ, всѣ роды дисперсіи осей (наклонная, горизонтальная и перекрещенная) даютъ возможность во многихъ случаяхъ отличить системы ромбическую, одно- и трехклиновѣрную. Величина наблюдаемаго угла оптическихъ осей и положительный или отрицательный характеръ кристалловъ служатъ частными признаками для опредѣленія того или другого минерала. Слюды, играющія



Фиг. 184. Одноосный
положительный минераль.

Фиг. 185. Одноосный
отрицательный минераль.

такую важную роль въ составѣ горныхъ породъ, представляютъ двѣ типичныя группы: біотитъ (магнезіальная) и мусковитъ (каліевая). Уголъ оптическихъ осей біотитовъ иногда такъ малъ, что они кажутся одноосными, тогда какъ тотъ же уголъ мусковита достигаетъ 75° . Свѣтлоокрашенные разности первой группы и темноокрашенные второй настолько близки по всѣмъ остальнымъ признакамъ, что уголъ ихъ осей представляетъ, можно сказать, единственный признакъ для ихъ отличія. Между тѣмъ тотъ или другой родъ слюды можетъ быть весьма характернымъ для горныхъ породъ; укажемъ на біотитовый и мусковитовый граниты, для которыхъ такое отличіе возможно только на основаніи опредѣленія природы входящихъ въ нихъ слюды.

Положительный или отрицательный характеръ минерала опредѣляется съ помощью или слюды (такъ называемой нѣмецкими учеными Viertelundulationsglimmerblatt), представляющей тонкую пластинку, въ которой разность хода обыкновеннаго и необыкновеннаго лучей, перпендикулярно на нее падающимъ, представляетъ всего $\frac{1}{4}\lambda$, или съ помощью кварцеваго клина. При помощи слюды возможно отличить положительный или отрицательный характеръ одноосныхъ минераловъ. Длинная четырехугольная пластинка, длина которой совпадаетъ съ направлениемъ плоскости ея оптическихъ осей, вдвигается между анализаторомъ и минераломъ подъ угломъ въ 45° къ черному интерференціонному кресту. Кольца сдвигаются и крестъ обращается въ двѣ гиперболы съ болѣе темными центральными пунктами (фиг. 184 и 185). Практическое правило состоитъ въ томъ, что если линія, соединяющая по кратчайшему направленію эти двѣ темныя гиперболы (AA), перпендикулярна къ линіи направленія пластинки слюды (cc),

то въ этомъ случаѣ имѣютъ дѣло съ минераломъ положительнымъ, если же эти линіи совпадаютъ—съ минераломъ отрицательнымъ. То же самое опредѣленіе можно сдѣлать при помощи пластинки любого однооснаго минерала, отшлифованнаго перпендикулярно къ его вертикальной оси, если знакъ этого минерала заранѣе извѣстенъ. Накладываніе этой пластинки на изслѣдуемый минераль, если оба они съ одинаковымъ знакомъ, равносильно его утолщенію, которое и выразится сближеніемъ интерференціонныхъ колець; обратво, при разныхъ знакахъ, оно будетъ равносильно утоненію и кольца стануть шире.

Особенно удобна для опредѣленія знака минерала гипсовая пластинка «чувствительнаго тона», дающая между скрещенными Николями фіолетовую окраску. Если ею пользоваться совершенно такимъ же образомъ какъ выше описано для слюдяной пластинки, то въ двухъ четвертяхъ появляется синяя окраска, а въ двухъ другихъ лежащихъ на крестъ съ первыми—желтая. При этомъ, если направленіе, соединяющее синіе участки и направленіе оси наибольшей упругости въ гипсовой пластинкѣ перпендикулярны другъ другу, то минераль положительный, если же они параллельны, то отрицательный.

Практическое примѣненіе кварцеваго клина таково же, какъ и слюды; оно примѣнимо лишь для минераловъ двуосныхъ. Изслѣдуемый минераль вращеніемъ ставится въ положеніе наибольшаго просвѣтленія, т.-е. подъ угломъ въ 45° къ призмамъ Николя, и кливъ кварца, положительнаго минерала, вдвигается между препаратомъ и анализаторомъ одинъ разъ параллельно одному, другой разъ параллельно другому направленію плоскости свѣтовыхъ колебаній въ кристаллѣ. То направленіе, параллельное длинѣ кварцеваго клина, при которомъ обнаружится въ срединѣ поля зрѣнія сближенныя гиперболическія кривыя, есть направленіе наибольшей упругости. При этомъ слѣдуетъ помнить, что положительными двуосными минералами называютъ тѣ, которыхъ биссектриса, совпадающая съ осью наименьшей упругости, дѣлитъ пополамъ острый уголъ оптическихъ осей, а въ минералахъ отрицательныхъ—дѣлитъ пополамъ тупой уголъ. Изъ величинъ наблюдаемаго угла оптическихъ осей и изъ опредѣленія направленія наибольшей упругости (перпендикулярнаго биссектрисѣ) можемъ опредѣлить положительный или отрицательный характеръ двуоснаго минерала.

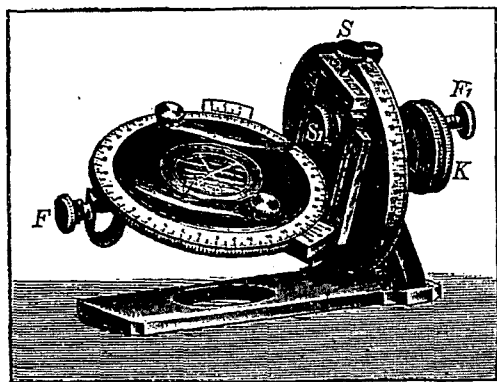
Опредѣленіе угла оптическихъ осей. Если уголъ оптическихъ осей не слишкомъ большой, то онъ можетъ быть легко измѣренъ при помощи микрометрическаго окуляра и затѣмъ вычисленъ по формулѣ Маллара $\sin E = KD$, гдѣ K константа прибора при соответствующемъ объективѣ, а D половина разстоянія между вершинами гиперболъ. Для этого подбираютъ разрѣзы, перпендикулярные къ острой биссектрисѣ. Въ этихъ случаяхъ, при малыхъ углахъ оптическихъ осей въ условіяхъ изслѣдованія въ сходящемся свѣтѣ обѣ гиперболы остаются въ полѣ зрѣнія при всѣхъ положеніяхъ столика микроскопа, благодаря чему легко измѣрить непосредственно микрометрическимъ окуляромъ величину ихъ максимальнаго расхожденія, которая будетъ равна $2D$. Въ тѣхъ случаяхъ, когда уголъ оптическихъ осей настолько великъ, что разстояніе между гиперболами не можетъ быть измѣрено окулярь—микрометромъ, съ успѣхомъ примѣнимъ методъ Бекке, дающій возможность измѣрить разстояніе между острой биссектрисой и одной изъ осей. Для этой цѣли берутся разрѣзы, въ которыхъ въ сходящемся свѣтѣ видны одновременно выходъ оптической оси и острой биссектрисы. При помощи отражательной камеры получаемая въ микроскопѣ картина отбрасывается на специально для этой цѣли устроенный вращающійся столикъ, гдѣ и можетъ быть зарисована. И микроскопъ и столикъ разъ навсегда устанавливаются другъ относительно друга и наглухо прививаются къ деревянной доскѣ, послѣ чего положеніе рисовальнаго столика Бекке можетъ быть еще измѣнено центрировочными винтами. Для опредѣленія угла оптическихъ осей точно центрируютъ приборъ и затѣмъ, вращая въ одномъ направленіи и на одинаковую величину столикъ микроскопа и рисовальный столикъ, зарисовываютъ картину выхода биссектрисы и выхода оси. Разстояніе между биссектрисой и осью измѣряютъ обыкновенной линейкой, и величина угла можетъ быть вычислена по формулѣ Маллара.

Опредѣленіе дисперсіи оптическихъ осей можно произвести въ разрѣзахъ пер-

пендикулярныхъ къ оптической оси. Если $\rho < v$, т.-е. уголъ оптическихъ осей для красныхъ лучей меньше, чѣмъ для фіолетовыхъ, то на внутренней вогнутой сторонѣ гиперболы появляется желтовато-красный оттѣнокъ, а на наружной выпуклой—синій. Въ случаѣ $\rho > v$ наоборотъ, внутри гиперболы синій, снаружки красный.

При опредѣленіи вышеуказанныхъ явленій на препаратѣ горной породы, слѣдуетъ отыскивать соответствующіе разрѣзы минераловъ, руководствуясь какъ формою, такъ и направлениемъ спайности. Но слѣдуетъ имѣть въ виду, что къ неяснымъ признакамъ двойного лучепреломленія необходимо относиться съ осторожностью, такъ какъ весьма часто стекла окуляровъ и объективовъ бываютъ слабо двупреломляющими.

Столикъ Федорова. Для изученія оптическихъ свойствъ порообразующихъ минераловъ Федоровъ предложилъ примѣнять особый столикъ, изображенный на фиг. 186, который ставится на столикъ микроскопа. Столикъ Федорова состоитъ изъ стойки, черезъ которую проходитъ ось, заканчивающаяся рукояткою *K*; ось закрѣпляется неподвижно въ опредѣленномъ положеніи при помощи винта *F'*. Къ другому концу оси прикрѣпленъ вертикальный кругъ съ дѣленіями на градусы, приводимый въ движеніе вращеніемъ рукоятки *K*. На внутренней сторонѣ круга неподвижно прикрѣплена поддержка второго горизонтального круга съ дѣленіями, на которомъ помѣщается изслѣ-



Фиг. 186. Столикъ Федорова.

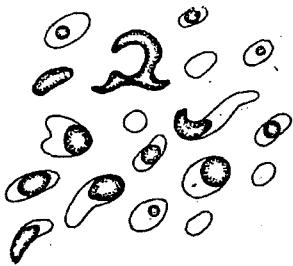
дуемый микроскопическій препаратъ. Горизонтальный кругъ можетъ вращаться самостоятельно и независимо отъ вертикальнаго круга, въ плоскостяхъ перпендикулярныхъ плоскости послѣдняго. Для закрѣпленія горизонтальнаго круга служитъ винтъ *F'*. Внутри этого круга помѣщается еще другой кругъ съ дѣленіями (на рисункѣ не изображенъ), который вращается вокругъ горизонтальной оси. Въ отверстіе горизонтальнаго круга вкладывается круглая стеклянная пластинка съ металлическимъ ободкомъ, на которой вычерченъ крестъ. Съ центромъ креста совмѣщается изслѣдуемое зерно минерала.

При помощи такого устройства столика препаратъ можетъ вращаться около трехъ взаимно перпендикулярныхъ осей. Вращая ту или другую ось, мы всегда можемъ привести зерно изслѣдуемаго минерала въ опредѣленное положеніе, напр., совмѣстить оптическую ось изслѣдуемаго минерала съ осью микроскопа, иначе говоря, превратить случайное положеніе, въ которомъ находится зерно минерала въ препаратѣ, въ опредѣленное, оптически ориентированное, свойства котораго доступны точному изученію. Наибольше важное приложеніе столика Федорова заключается въ возможности непосредственнаго опредѣленія положенія плоскости симметріи оптическаго эллипсоида въ произвольномъ разрѣзѣ порообразующаго минерала. Этимъ значительно облегчается опредѣленіе сингоніи даннаго минерала, опредѣленіе угла оптическихъ осей въ кристаллахъ двусосныхъ, опредѣленіе положенія двойниковыхъ осей въ кристаллахъ двойниковыхъ и въ некоторыхъ другія спеціальныя оптическія изслѣдованія.

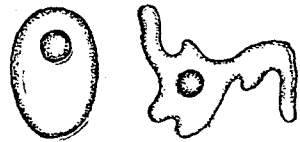
Постороннія включенія.

Еще весьма давно Брюстеромъ были наблюдаемы въ кварцахъ и аметистамъ, въ каменной соли, гипсахъ, плавленомъ шпатѣ и нефѣдо даже въ драгоценныхъ камняхъ, каковы смарагдъ, хризобериллъ, топазъ и т. д., постороннія включенія макроскопическихъ размѣровъ. Со введеніемъ микроскопа въ петрографическія изслѣдованія, постороннія включенія найдены были въ минералахъ и горныхъ породахъ въ значительномъ распространеніи. Изученіе этихъ постороннихъ включеній даетъ возможность въ настоящее время подраздѣлить ихъ на включенія некристаллическія и кристаллическія.

Некристаллическія включенія выражаются порами, причѣмъ эти поры могутъ быть заняты газами, жидкостью, стекломъ и основною массою горной породы. Газовыя поры узнаются подъ микроскопомъ довольно легко своими темными контурами, напоминающими пузырьки



Фиг. 187. Включенія жидкости и газовыя поры.

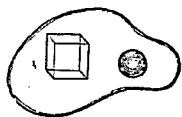


Фиг. 188. Крупныя включенія жидкости.

воздуха, случайно попавшій на препаратъ. Форма ихъ довольно разнообразна, но наичаще круглая или яйцевидная. Въ нѣкоторыхъ минералахъ такія поры встрѣчаются въ громадномъ количествѣ, такъ, напри- мѣръ, въ гаюинѣ изъ Мельфи на квадратной площадкѣ въ 0,05 мм. Циркель насчиталъ до 150 поръ, а слѣдовательно, на квадратномъ метрѣ до 60.000; по его мнѣнію, въ кубическомъ метрѣ количество ихъ до- ходитъ до 360.000.000.

Поры съ жидкостью представляютъ включенія, довольно часто встрѣчающіяся въ минералахъ. Форма ихъ также крайне разнообразна, но и здѣсь наичаще встрѣчаются формы овальныя или яйцевидныя (фиг. 187 и фиг. 188); обыкновенно наиболѣе крупныя поры предста- вляютъ и наиболѣе неправильности въ своей формѣ. Контуръ включеній жидкости обозначаются крайне слабыми линиями, что рѣзко отличаетъ ихъ отъ газовыхъ поръ. Въ большинствѣ такихъ поръ можно видѣть правильной формы круглый пузырекъ, съ темными контурами, который весьма часто обнаруживаетъ движеніе. Это движеніе и даетъ возможность убѣдиться въ томъ, что вещество, выполняющее пору, находится въ жид- комъ состояніи. Обыкновенно, когда пора болѣе правильна и пузырекъ

сравнительно съ жидкостью не великъ, то онъ обнаруживаетъ крайне быстрое движеніе отъ одного края поры къ другому или сильно колеблется на одномъ мѣстѣ. Было время, когда думали въ этомъ движеніи пузырька видѣть молекулярное движеніе: но такой взглядъ легко уничтожается непосредственнымъ наблюденіемъ подь микроскопомъ. Разсматривая такую пору, легко замѣтить, что временами пузырекъ какъ бы прилипаетъ къ стѣнкѣ поры и совершенно останавливается въ своемъ движеніи, но достаточно положить на столъ, гдѣ помѣщается микроскопъ, руку, чтобы пульсація вызвала снова быстрое движеніе пузырька. Изъ наблюдений Сорби слѣдовало бы прийти къ заключенію, что величина пузырька находится въ опредѣленномъ отношеніи къ величинѣ поры, занятой жидкостью, но въ дѣйствительности это не всегда такъ, и часто пузырекъ занимаетъ даже больше мѣста, чѣмъ жидкость. Такое несоотвѣтствие можно объяснить тѣмъ, что въ одно время съ жидкостью въ пору могъ попасть воздухъ или какой-либо иной газъ. Величина включеній жидкости рѣдко превосходитъ 0,06 мм., въ большинствѣ случаевъ для открытія ихъ подь микроскопомъ требуются сильныя увеличенія. Первоначально жидкія включения были извѣстны только въ кварцѣ, но позднѣе



Фиг. 189. Включеніе жидкости съ пузырькомъ и кубикомъ поваренной соли.

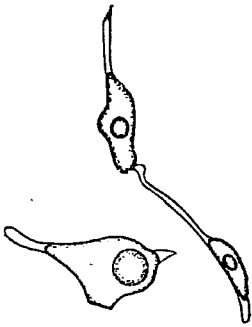
они были найдены и въ другихъ минералахъ, какъ напр., въ плагиоклазѣ габбро, въ известковомъ шпатѣ и въ другихъ. Въ томъ случаѣ, когда пора, выполненная жидкостью, неправильна и когда пузырекъ помѣщенъ гдѣ-нибудь въ вытянутой ея части, а потому лишень движенія, можно убѣдиться въ жидкой природѣ вещества, выполняющаго пору, нагрѣваніемъ препарата. Въ большинствѣ случаевъ при подобной операціи наблюдаютъ постепенное увеличеніе объема жидкости и параллельно съ этимъ уменьшеніе пузырька часто до полного его уничтоженія. Въ нѣкоторыхъ жидкостяхъ, выполняющихъ поры, должно признать насыщенные растворы: въ кварцѣ изъ нѣкоторыхъ горныхъ породъ поры его, кромѣ жидкости и пузырька, содержатъ еще плавающіе кубической формы кристаллики (фиг. 189). Особенно часто наблюдаются подобнаго рода насыщенные жидкости въ цирконовомъ сіенитѣ изъ Лаурвика въ южной Норвегіи, въ кварцевомъ діоритѣ Бельгіи и т. д. Сорби удалось наблюдать въ одной такой порѣ нѣсколько кубическихъ кристалликовъ и пузырьковъ; при нагрѣваніи мелкіе кристаллики исчезали, тогда какъ крупныя становились больше.

Особый интересъ представляетъ природа жидкости, выполняющей поры. Попытки къ ея опредѣленію были дѣлаемы уже давно надъ макроскопическими включениями. Одинъ изъ первыхъ болѣе точныхъ изслѣдователей Гумфри Дэви, просверливая минералы, содержащіе жидкость, подь водою, убѣдился въ томъ, что въ нѣкоторыхъ изъ нихъ газовый пузырекъ находился въ разрѣженномъ состояніи, тогда какъ въ другихъ — газъ пузырька былъ въ сжатомъ состояніи. Дэви крайне несовершенно изслѣдовалъ жидкость такихъ включеній, а потому и пришелъ къ заключенію, что эта жидкость представляетъ чистую воду; зато въ другихъ

случаяхъ, напр., во включеніи горнаго хрустала изъ Дофинэ, онъ нашель, повидимому, нефть. Значительно болѣе обстоятельное изслѣдованіе такихъ жидкостей было произведено Брюстеромъ, по мнѣнію котораго особенный интересъ представляетъ жидкость, обладающая сильнымъ коэффициентомъ расширенія. Принимая во вниманіе какъ этотъ послѣдній, такъ и то, что показатель преломленія жидкости менѣе, чѣмъ у воды, Брюстеръ пришелъ къ заключенію, что жидкость нѣкоторыхъ включеній отличается отъ всѣхъ извѣстныхъ въ то время жидкихъ тѣлъ. Кромѣ этой жидкости, тотъ же ученый въ нѣкоторыхъ порахъ наблюдалъ и жидкость, сходную съ водою. Сорби также изслѣдовалъ составъ нѣкоторыхъ жидкостей и показалъ, что включенія кварца гранитовъ и другихъ породъ содержатъ воду, въ которой растворены хлористые калий и натрій и сѣрносодержащіе кали, натра и извести, причемъ то преобладаютъ одни, то другія; жидкость часто обнаруживала кислую реакцію, что даетъ возможность предполагать, что въ ней находятся и свободныя кислоты (хлористоводородная и сѣрная). Позднѣйшіе изслѣдователи: Циркель, Фогельзангъ, Цфафъ и многіе другіе подтвердили вышеуказанныя наблюденія, а открытіе жидкой угольной кислоты и сходство ея съ нѣкоторыми включеніями, наблюдающимися еще Брюстеромъ, подали поводъ Зиммеру признать нѣкоторыя жидкости, выполняющія поры въ минералахъ, за жидкую угольную кислоту. Впрочемъ, первое непосредственное опредѣленіе ея было сдѣлано Фогельзангомъ и Гейслеромъ. Эти ученые помѣщали грубо измельченный испытуемый минераль въ реторгу, соединенную съ гейслеровскою спектральною трубкою и съ воздушнымъ насосомъ. Когда воздухъ былъ удаленъ изъ реторги, послѣдняя нагрѣвалась, причемъ минераль растрескивался и освобождалъ включенную въ немъ жидкость. Въ это время пропускалась чрезъ гейслеровскую трубку искра и при помощи спектроскопа вышеупомянутымъ ученымъ удалось убѣдиться въ присутствіи въ жидкости углекислоты и паровъ воды, причемъ послѣдней иногда было такъ мало, что не оставалось сомнѣнія въ томъ, что жидкость есть жидкая угольная кислота. Рядомъ съ этими опытами велись и контрольные надъ тѣмъ же минераломъ, т.-е. освобожденная жидкость ставилась въ тѣснѣйшее отношеніе къ известковой водѣ, причемъ получался осадокъ углекислой извести. Съ другой стороны эти ученые изучали и вытѣсненіе пузырька жидкостью при повышеніи температуры; оказалось, что достаточно нагрѣть препаратъ до 22° Ц., чтобы отношеніе между жидкостью и пузырькомъ сдѣлалось равнымъ 2 : 1, а при нагрѣваніи до 32° Ц. пузырекъ вполне исчезалъ, появляясь снова при охлажденіи. Надъ включеніями жидкости въ уральскихъ кварцахъ и аметистахъ былъ произведенъ рядъ опытовъ Карпинскимъ, который показалъ, что включенная здѣсь жидкость также обладаетъ сильнымъ коэффициентомъ расширенія и пузырекъ вытѣсняется жидкостью при повышеніи температуры отъ $28,3^{\circ}$ до $30,6^{\circ}$ Ц. Прямые опыты, произведенные Карпинскимъ и Сунинымъ надъ составомъ жидкости, вполне убѣдительно доказываютъ присутствіе жидкой угольной кислоты въ порахъ уральскихъ кварцевъ и аметистовъ.

Наконецъ, какъ замѣтилъ еще Брюстеръ, въ нѣкоторыхъ порахъ наблюдаются двѣ жидкости, не смѣшивающіяся между собою, и пузырьрекъ. Такое наблюденіе было сдѣлано надъ кристалломъ бразильскаго топаза. Обѣ жидкости были прозрачны и тяжелѣйшая обладала показателемъ преломленія значительно меньшимъ, чѣмъ вода. Достаточно было температуры рта или руки, чтобы пузырекъ исчезалъ. Полагаютъ, что одна изъ жидкостей принадлежитъ жидкой угольной кислотѣ.

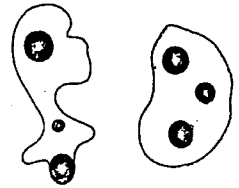
Поры, занятыя стекломъ и основною массою, составляютъ какъ макро-, такъ и микроскопическія включенія во многихъ минералахъ. Въ макроскопическомъ видѣ они иногда достигаютъ величины $\frac{1}{2}$ дюйма, какъ въ полевоомъ шпатѣ и кварцѣ Аррана. Форма ихъ также, какъ и другихъ поръ, весьма разнообразна, но внутри ихъ находятъ уже не одинъ, а болшую часть нѣсколько пузырьковъ, причемъ они, будучи заключены въ стеклѣ, являются неподвижными, чѣмъ легко отличить стекловую пору отъ поры, выполненной жидкостью. Стекло, выполняющее



Фиг. 190. Включенія жидкой углекислоты.



Фиг. 191. Включенія двухъ различныхъ жидкостей.

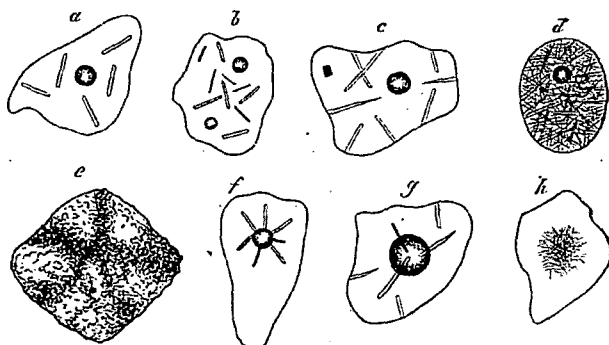


Фиг. 192. Включенія стекла.

поры, то безцвѣтно и прозрачно, то густо окрашено, обыкновенно въ буровато-желтый цвѣтъ. Иногда трудно замѣтить подъ микроскопомъ стекловатая поры; это затрудненіе въ особенности велико въ томъ случаѣ, когда стекло безцвѣтно и прозрачно; контуры поръ въ такомъ случаѣ весьма слабы. Въ нѣкоторыхъ порахъ стекло замѣнено основною массою горной породы и въ такомъ случаѣ не представляетъ отъ нея никакихъ различій и то содержитъ пузырьки, то ихъ нѣтъ. Кромѣ того, какъ въ стеклѣ этихъ поръ, такъ и въ основной массѣ иногда содержатся еще и другія постороннія включенія. Такія включенія найдены въ авгитахъ, роговыхъ обманкахъ, полевыхъ шпатахъ, нефелинахъ, оливинахъ, лейцитахъ многихъ горныхъ породъ.

Разъясненіе причины происхожденія поръ, выполненныхъ разнообразными веществами, представляетъ весьма большой научный интересъ и наука обязана тому же Сорби первыми опытами въ этомъ направленіи, въ особенности надъ включеніями водныхъ растворовъ. Сорби получилъ, измѣняя условія, искусственнымъ путемъ изъ водныхъ растворовъ кристаллы и наблюдалъ за посторонними въ нихъ включеніями. Получая изъ горячихъ растворовъ кристаллы поваренной соли и изслѣдуя ихъ

при охладженіи, Сорби нашель въ нихъ довольно многочисленныя поры, занятыя жидкостью, содержащею пузырькѣ. По его мнѣнію, пузырькѣ образуется въ порѣ въ силу охладженія жидкости, которая съ тѣмъ вмѣстѣ уменьшается и въ объемѣ, а потому пузырькѣ есть пространство, занятое парами жидкости. Такое заключеніе вполне гармонируетъ съ опытами Дэви, указанными выше, который нашель разрѣженное пространство въ нѣкоторыхъ поркахъ. При быстромъ полученіи кристалловъ поваренной соли изъ кипящихъ растворовъ включеній наблюдалось такъ много, что кристаллы являлись opakовыми и непрозрачными; при медленномъ полученіи на холоду кристаллы, наоборотъ, получались прозрачными и включеній содержали немного. Сорби получалъ кристаллы поваренной соли изъ раствора, содержащаго кислую хромовокаліевую соль; поры при этомъ являлись окрашенными, а иногда въ жидкости порѣ выкристаллизовывалась хромовокаліевая соль.

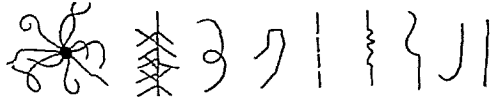


Фиг. 193. а, в и с—поры, выполненныя стекломъ и содержащія мелкіе кристаллики и пузырькѣ, d и e—такія же включенія, съ многочисленными кристалликами, f и g—нѣкоторая правильность въ расположеніи кристалликовъ и h—мелкіе кристаллики скопились въ центрѣ стекловатаго включенія.

Особенно высокой интересъ представляютъ включенія жидкаго угольного ангидрида; извѣстно, что для приведенія его въ жидкое состояніе при 0° Ц. необходимо давленіе въ 36 атмосферъ, а такъ какъ пузырькѣ вытѣсняется въ включеніяхъ при температурѣ иногда низшей 30° Ц., то нужно допустить давленіе не менѣе 73 атмосферъ. Такое громадное давленіе можно допустить только на значительныхъ глубинахъ и легко вычислить, что включенія могутъ образоваться на глубинѣ не менѣе 2370 футовъ. Кнопъ вычислилъ, что для сгущенія угольного ангидрида въ жидкость достаточно глубины отъ 2000 до 3000 футовъ и проводить здѣсь, какъ онъ называетъ, поверхность конденсаціи жидкой угольной кислоты, ниже которой она находится въ жидкомъ видѣ; но, принимая во вниманіе увеличеніе температуры съ глубиною, должно въ свою очередь на болѣе значительныхъ глубинахъ встрѣтить другую плоскость, ниже которой угольный ангидридъ будетъ снова въ газообразномъ состояніи, т.-е. необходимо внутри земли допустить какъ бы поясъ, лежащій на извѣстной глубинѣ и содержащій жидкій угольный ангидридъ.

Наблюденія надъ искусственно полученными включеніями, а равно и находженіе жидкаго угольнаго ангидрида приводятъ къ заключенію, что при образованіи минераловъ могутъ механически увлекаться частицы той среды, изъ которой данный минераль образуется. Въ жидкихъ включеніяхъ температура исчезанія пузырька есть въ то же время и температура, при которой образовался данный минераль. Стекловидныя включенія и включенія основной массы, по вышеуказаннымъ наблюденіямъ, есть также ни что иное, какъ механически увлеченныя части той среды, изъ которой выдѣлился минераль, а пузырьки, въ нихъ находящіеся — есть результатъ уменьшенія объема при охлажденіи. Послѣдняго рода включенія дѣйствительно встрѣчаются въ минералахъ такихъ горныхъ породъ, которыя подвергались плавленію и обязаны своимъ происхожденіемъ вулканизму.

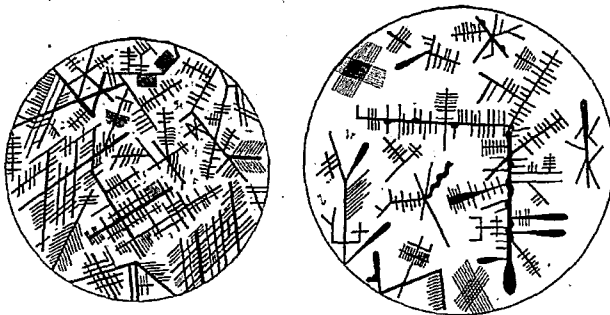
Кристаллическія включенія также были извѣстны весьма давно по наблюденіямъ надъ крупными и прозрачными кристаллами и находя-



Фиг. 194. Трихиты.

щимися въ нихъ вростками. Съ примѣненіемъ микроскопа тавія включенія микроскопической величины обнаружены во многихъ минералахъ и горныхъ породахъ и за ними сохраняютъ въ настоящее время общее наименованіе кристаллитовъ, подраздѣляя ихъ на трихиты и белониты.

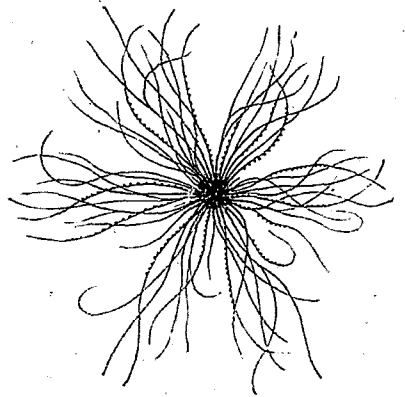
Трихиты представляютъ непрозрачныя кристаллиты, то являющіеся въ формѣ отдѣльных призмочекъ, то изогнутые на подобіе волоса (откуда и самое названіе *τριξ*, *τριξος* — волосъ) (фиг. 194), то представляющіе



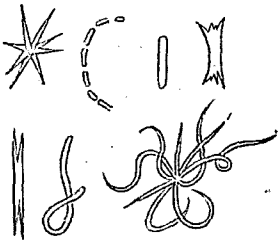
Фиг. 195. Сростаніе трихитовъ въ полукристаллическихъ горныхъ породахъ.

самое разнообразное и причудливое сростаніе (фиг. 195). Иногда на отдѣльныхъ трихитахъ помѣщаются еще черныя непрозрачныя зерна (фиг. 196), дающія въ отраженномъ свѣтѣ цвѣтъ и блескъ, свойственный магнитному желѣзняку, а потому надо предполагать, что трихиты, по своей минералогической природѣ, должны принадлежать къ непрозрачнымъ металлическимъ окисламъ (магнитному и титанистому желѣзняку, рутилу и др.).

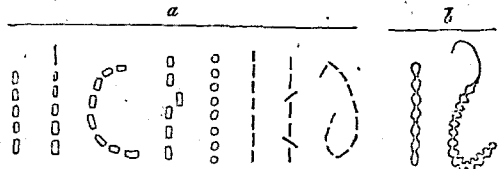
Белониты представляют мелкіе прозрачные кристаллиты. Форма ихъ бываетъ крайне разнообразна: то они призматическіе, то бисеквитообразные, то изогнутые крайне прихотливо (фиг. 197), то съ перетяжками или перехватами (фиг. 198b), то какъ бы разорваны въ нѣкоторыхъ мѣстахъ (фиг. 198a) и т. д. Белониты, также какъ и трихиты, представляютъ разнообразные и красивые сростки, напоминающіе по своей фигурѣ то какъ бы елку, то вайи папоротниковъ, то рисунокъ, схожій съ цвѣтной капустой, и т. п. Относительно минералогической природы нѣкоторыхъ белонитовъ извѣстно болѣе, чѣмъ относительно трихитовъ. Изученіе белонитовъ въ обыкновенномъ свѣтѣ и окраска нѣкоторыхъ въ зеленоватый цвѣтъ даетъ возможность отличить минералы роговообманковой группы, а примѣненіе поляризованнаго свѣта и изученіе плеохроизма позволяетъ въ



Фиг. 196. Сростаніе трихитовъ въ обсидианѣ.



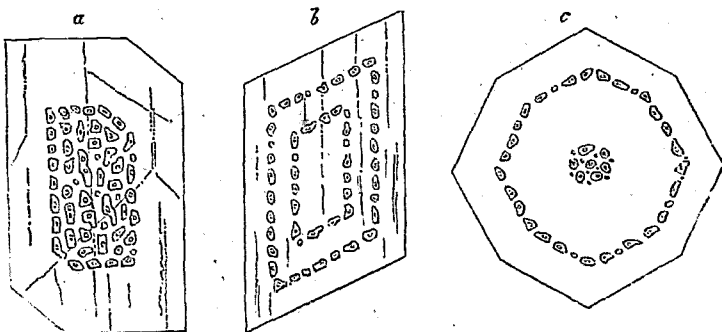
Фиг. 197. Белониты.



Фиг. 198. а и в. Белониты.

настоящее время допускать среди нихъ белониты полевошпатовые, роговообманковые, авгитовые и апатитовые.

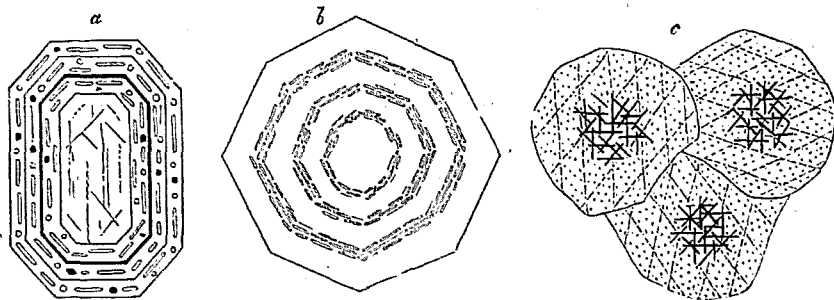
Расположеніе постороннихъ включеній въ минералахъ.— Всѣ вышеуказанныя постороннія включенія, будутъ ли они некристаллическія или кристаллическія, безразлично, весьма часто пользуются въ минералахъ или въ горныхъ породахъ извѣстнымъ характеромъ располо-



Фиг. 199. а, в и с. Правильное расположеніе поръ въ минералахъ.

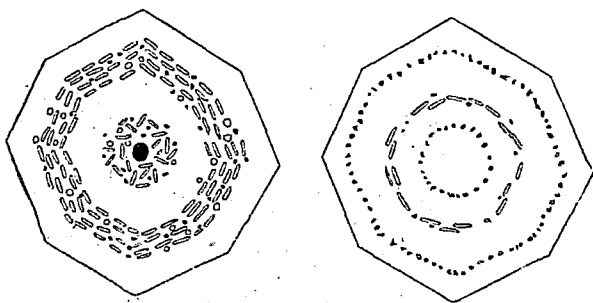
женія въ минералахъ или въ горныхъ породахъ извѣстнымъ характеромъ располо-

женія. Часто можно наблюдать (фиг. 199) поры, выполненные газами или жидкостью, располагающіяся параллельно гранямъ кристалловъ, причемъ можно видѣть цѣлые ряды постороннихъ включеній, параллельно расположенные, что, конечно, должно указывать на известнаго рода послѣдовательность въ образованіи или въ отложеніи вещества, образующаго кристаллы. Въ силу такого расположенія кристаллы являются какъ бы составленными изъ отдѣльныхъ слоевъ, причемъ, конечно, наружныя на-



Фиг. 200. а, б и с. Расположеніе микролитовъ въ кристаллахъ.

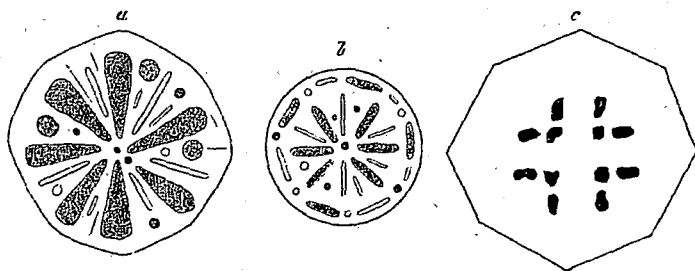
слоенія будутъ моложе, чѣмъ наслоенія, лежащія внутри. Белониты точно также представляютъ подобнаго рода расположеніе зонами или поясами (фиг. 200, а и б, и фиг. 201), а трихиты иногда скопляются только въ центрѣ (фиг. 200с). Иногда поры, выполненные стекломъ или основною массою, являются вытянутыми и расположенными въ отдѣльныхъ



Фиг. 201. Кристаллы лейцита съ concentрически расположенными белонитами и трихитами.

кристаллахъ, какъ напримѣръ въ лейцитѣ (фиг. 202, а и б), радіально: здѣсь наблюдаются поры, выполненные стекломъ и узкими концами расходящіяся отъ одной точки, лежащей въ центрѣ кристалла. Наконецъ, иногда въ расположеніи ихъ можно встрѣтить полную неправильность; белониты или трихиты являются какъ бы сгученными въ беспорядкѣ (фиг. 200с) или срастаются между собою, образуя болѣе или менѣе сложный рисунокъ, напоминающій по своей формѣ, какъ указано выше, даже нѣкоторые организованные предметы. Въ нѣкоторыхъ минералахъ и горныхъ породахъ постороннія включенія, не представляя особеннаго

рисунка, въ то же время являются расположенными въ данномъ минералѣ или въ данной горной породѣ по известнымъ направленіямъ. Какъ примѣръ, можно привести лабрадоръ, въ которомъ трихиты, являясь мелкими и тонкими призматическими кристаллами, располагаются по

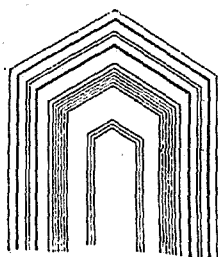


Фиг. 202. а—радіальное расположеніе поръ, выполненныхъ основною массою, и белонитовъ въ лейцитѣ, б—кромѣ радіальнаго наблюдается еще расположеніе зонамъ, с—своеобразныя включенія основной массы.

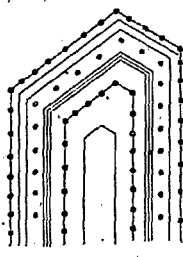
известнымъ прямымъ линіямъ, параллельно другъ другу. То же наблюдается надъ вѣлюченіями газовыхъ поръ въ кварцахъ, гдѣ они также расположены по линіямъ, параллельнымъ другъ другу.

Нѣкоторыя микроскопическія особенности минераловъ и горныхъ породъ.

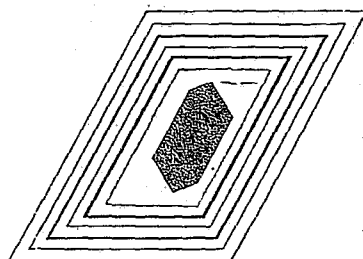
Строеніе минераловъ изъ слоевъ или зонъ и изъ микролитовъ.—Послѣдовательность въ отложеніи вещества, образующаго минералъ, можетъ обнаруживаться не только правильнымъ расположеніемъ въ немъ постороннихъ вѣлюченій, но и самымъ строеніемъ минерала,



Фиг. 203.



Фиг. 204.

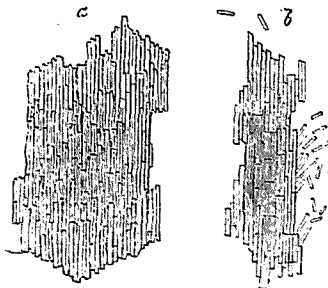


Фиг. 205.

Строеніе кристалловъ изъ слоевъ или зонъ.

Весьма часто, даже въ прозрачныхъ и безцвѣтныхъ минералахъ, иногда въ макроскопическомъ видѣ, можно наблюдать такое строеніе ихъ изъ слоевъ или зонъ, обозначающихся большею или меньшею степенью прозрачности или иногда даже просто трещинками, очерчивающими контуры, параллельные наружнымъ гранямъ кристалла. Впрочемъ, еще

лучше наблюдается подобнаго рода строеніе въ минералахъ прозрачныхъ, но окрашенныхъ. Здѣсь такое строеніе обыкновенно выражается интенсивностью окраски, причемъ часто центральныя части являются окрашенными въ болѣе темныя цвѣта, чѣмъ слои наружныя, а иногда даже можно наблюдать центральную часть окрашенною въ другой цвѣтъ. Подъ микроскопомъ въ горныхъ породахъ также наблюдается подобнаго рода строеніе минераловъ изъ слоевъ или зонъ, причемъ эти послѣдніе или являются параллельными наружнымъ очертаніямъ кристалла (фиг. 203 и 204), или въ центрѣ наблюдается своеобразное ограниченіе (фиг. 205), не согласующееся съ отложеніемъ слоевъ или зонъ въ наружной части кристалла. Такое строеніе можно довольно часто встрѣтить въ авгитахъ, роговыхъ обманкахъ, полевыхъ шпатахъ, лейцитахъ, гранатахъ и др. минералахъ.



Фиг. 206. а и б. Строеніе кристалловъ изъ микролитовъ.

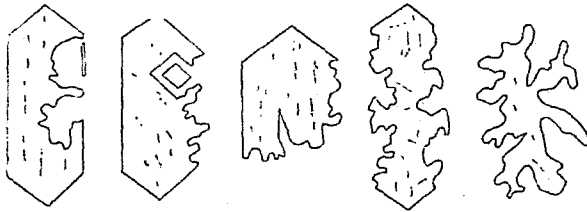
Подъ микроскопомъ можно также наблюдать строеніе нѣкоторыхъ минераловъ изъ отдѣльныхъ микролитовъ, причемъ количество ихъ въ такомъ случаѣ бываетъ крайне значительно. Микролиты, плотно прилегая другъ къ другу, слагаютъ собою иногда довольно полный кристаллъ (фиг. 206а), иногда же являются сильно разстроенными на окраинахъ кристалла (фиг. 206б). Наиболѣе часто такое строеніе изъ микролитовъ представляютъ полевые шпаты въ трахитахъ и роговая обманка въ фюонитахъ и діоритахъ.

Различіе фазъ кристаллизаціи минераловъ въ изверженныхъ породахъ. Кристаллизація всѣхъ изверженныхъ породъ совершается не сразу, не въ одинъ пріемъ. Изученіе древнихъ порфиритовъ и порфировъ, новыхъ породъ андезитоваго и трахитоваго рядовъ, а также наблюденія надъ современными лавами привели къ заключенію, что въ кристаллизаціи изверженныхъ огненно-жидкихъ массъ слѣдуетъ различать, по крайней мѣрѣ, двѣ фазы. Крупныя порфировидныя вкрапленія этихъ породъ уже вполне образованы, вполне готовы въ моментъ изверженія лавы; они выкристаллизовались изъ расплавленной массы, еще до ея изверженія, въ нѣдрахъ земли, а потому характеризуютъ первую, или „интрателлурическую“ (подземную) фазу кристаллизаціи. Кристаллы этой первой фазы всегда хорошо образованы, всегда обладаютъ правильными кристаллографическими очертаніями, но въ то же время они иногда оплавлены или повреждены механически, поломаны. Вторая фаза кристаллизаціи, наступающая уже послѣ изверженія лавы подлѣ вліяніемъ охлажденія и выдѣленія паровъ, совершается очень быстро; образующіеся при этомъ кристаллы являются по большой части въ видѣ вытянутыхъ по одному направленію узкихъ и длинныхъ микролитовъ, располагающихся въ формѣ потока и характеризующихъ вторую „эффизивную“ (наземную) фазу кристаллизаціи. Въ шлакахъ, обсидіанахъ и вообще въ большинствѣ вулканическихъ стеколъ, остываніе которыхъ послѣ изверженія совершилось очень скоро, эта вторая кристаллизаціонная фаза

отсутствуетъ. Руководствуясь тѣмъ признакомъ, что кристаллы выдѣлившіеся раньше, должны быть лучше образованы, чѣмъ выкристаллизовавшіеся позднѣе, которые въ то же время являются въ видѣ цемента или тѣста занимающаго всѣ промежутки между первыми кристаллами и спаиваютъ ихъ, французскіе петрографы различаютъ двѣ фазы кристаллизаціи также и въ породахъ гранитоваго типа, вся кристаллизація которыхъ завершилась въ нѣдрахъ земли. Открывающаяся возможность при помощи микроскопа различать фазы кристаллизаціи представляетъ особенную важность при изученіи эффузивныхъ, или лавовыхъ (наземныхъ), изверженныхъ породъ и даетъ возможность этимъ путемъ рѣшать весьма важные петрографическіе вопросы.

Разъѣденность минераловъ и позднѣйшія перемѣщенія. —

При изслѣдованіи минераловъ, какъ указано выше, нужно обращать вниманіе на контуры ограниченія ихъ, въ особенности въ томъ случаѣ, когда минераль является рѣзко выраженнымъ кристалломъ. Въ настоящихъ вулканическихъ породахъ можно довольно часто наблюдать, что,



Фиг. 207. Разъѣденность минераловъ.

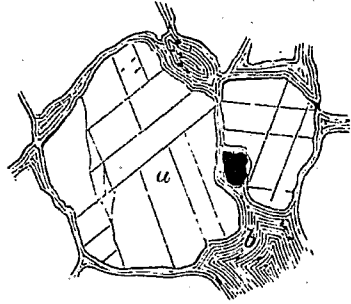
при сохраненіи на нѣкоторыхъ сторонахъ довольно полного кристаллическаго ограниченія, съ одной стороны такой кристаллъ является разъѣденнымъ; иногда можно наблюдать такую разъѣденность его въ самыхъ разнообразныхъ фазахъ, до совершеннаго уничтоженія правильности ограниченія (фиг. 207). Масса, въ которой лежатъ такіе кристаллы, выполняетъ разъѣденныя мѣста. Такое состояніе минерала указываетъ на позднѣйшія, происшедшія съ нимъ, измѣненія. Разъѣденность его могла произойти только послѣ его образованія въ форму кристалла. Попавъ вмѣстѣ съ тою горною породою, въ которой онъ находился, въ расплавленную огненно-жидкую массу, этотъ кристаллъ подвергся плавленію, причемъ различная степень этого послѣдняго и объясняетъ различіе въ разъѣденности минерала. Надо предполагать, что и другіе процессы могутъ вызывать такую же разъѣденность кристалловъ, какъ, на примѣръ процессы растворенія. Во всякомъ случаѣ, разъѣденность минераловъ въ горной породѣ есть признакъ позднѣйшаго вліянія на минераль — вліянія, обнаруживавшагося послѣ его образованія. Крайне разнообразныя фазы разъѣденности обыкновенно наблюдаютъ въ вулканическихъ горныхъ породахъ, причемъ часто сохраняются только отдѣльные неправильные участки нѣкогда бывшаго минерала, съ втекающими основной массы.

Позднѣйшія перемѣщенія въ минералахъ также можно наблюдать во многихъ горныхъ породахъ; это явленіе выражается или тѣмъ, что

черезъ минераль проходятъ трещины и по направленію этихъ трещинъ произошло перемѣщеніе одной части относительно другой, или болѣе или менѣ рѣзкимъ изогнутіемъ минерала. Конечно, это явленія позднѣйшія, указывающія на то, что минераль былъ образованъ цѣльнымъ, но со-временемъ произошелъ въ немъ сдвигъ или изгибъ въ силу бокового давленія. На приложенномъ рисункѣ (фиг. 208) представлено перемѣ-щеніе отдѣльныхъ частей кристала турмалина. Это явленіе въ особен-

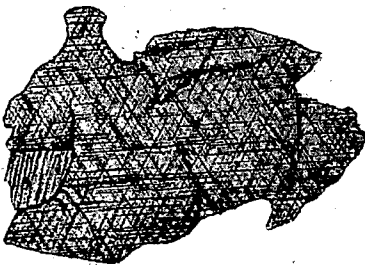


Фиг. 208. Позднѣйшее перемѣщеніе въ кристаллѣ турмалина. Увеличено въ 80 разъ.



Фиг. 209. Перемѣщеніе въ кускѣ доломита. Препаратъ изъ тальковаго доломита: а—зерно доломита, b—талькъ.

ности часто наблюдается въ плагиоблазахъ, образованныхъ цѣлымъ рядомъ полисинтетическихъ двойниковъ. Здѣсь перемѣщеніе по трещинамъ, въ особенности, если эти послѣднія прошли въ направленіяхъ болѣе или менѣ перпендикулярныхъ къ направленію двойниковъ, обнаруживается крайне ясно сдвигомъ или изгибомъ окрашенныхъ въ пол-



Фиг. 210. Трещины въ біотитѣ, вызванны боковымъ давленіемъ.



Фиг. 211. Зерно эгирина, расщепленное и сдвинутое по трещинѣ, выполненной кальцитомъ.

номъ поляризованномъ свѣтѣ полосъ. Довольно обыкновенны перемѣщенія и въ доломитахъ, въ особенности въ кристаллически-зернистыхъ и уже претерпѣвшихъ нѣкоторыя измѣненія. Приложенный рисунокъ (фиг. 209) представляетъ тальковый доломитъ, въ одномъ зернѣ котораго (а) произошло не только сильное перемѣщеніе, но трещина, отдѣляющая оторванный кусокъ, расширена въ силу вторженія въ нее частицъ талька и образованія зерна желѣзнаго блеска. Весьма интересныя явленія перемѣщенія наблюдаются иногда въ біотитѣ, гдѣ подѣ влия-

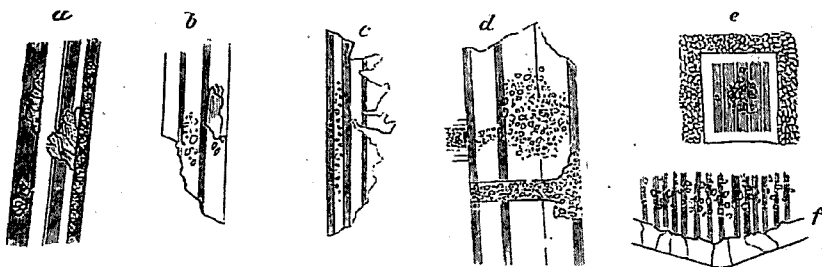
ніемъ бокового давленія, гдѣ-нибудь въ одномъ мѣстѣ минерала, по направленію трещины спайности, произошло раздвиганіе и нѣкоторое перемѣщеніе одной части относительно другой. Въ томъ же минералѣ (фиг. 210) подѣ влияніемъ бокового давленія образуются нерѣдко трещины, пересекающіяся подѣ извѣстнымъ угломъ. Въ другихъ минералахъ, особенно обнаруживающихъ призматическое строеніе, также нерѣдко можно наблюдать болѣе или менѣе сильную изогнутость (фиг. 211).

Вывѣтриваніе, видоизмѣненія и новообразованія.—Изученіе горныхъ породъ подѣ микроскопомъ даетъ возможность слѣдить за вывѣтриваніемъ и видоизмѣненіями какъ отдѣльныхъ минераловъ, образующихъ горную породу, такъ и ея основной массы. Для подобнаго рода изслѣдованій лучше имѣть подѣ рукою возможно большее количество препаратовъ изъ одной и той же горной породы, образцы которой взяты съ различныхъ мѣстъ ея выхода. При такихъ наблюденіяхъ необходимо всегда имѣть въ виду то существенное различіе, которое слѣдуетъ дѣлать между процессами измѣненія и процессами вывѣтриванія. Наиболѣе рѣзкое различіе между этими процессами заключается въ томъ, что при видоизмѣненіи связь между минералами, образующими горную породу, не нарушается; порода, какъ была, такъ и остается твердою. Наоборотъ, при процессѣ вывѣтриванія эта связь нарушается, и порода легко распадается на отдѣльныя части. Въ первоначальныхъ фазахъ этихъ двухъ процессовъ иногда бываетъ крайне трудно отличить ихъ другъ отъ друга: различіе обнаруживается только при дальнѣйшемъ развитіи процесса, а потому для выясненія его характера необходимы наблюденія надѣ цѣлымъ рядомъ препаратовъ одной и той же горной породы.

Полевые шпаты многихъ горныхъ породъ довольно легко подвергаются каолинизаціи, при которой они теряютъ часть щелочей и щелочныхъ земель и переходятъ въ каолинъ. Особенно легко переходить въ каолинъ ортоклазъ, недѣлимый котораго, подѣ микроскопомъ, почти всегда являются съ слабою мутью, а въ отраженномъ свѣтѣ покрыты облачно-бѣлыми пятнами; эта муть и окраска зависятъ отъ перехода ортоклаза отчасти въ каолинъ. Въ ряду кристаллическихъ породъ Днѣпровскаго края, какъ въ Кіевской, такъ и въ Волынской и Подольской губерніяхъ, давно былъ извѣстенъ гранитъ, названный Теофилактовымъ опаловымъ или пеликанитовымъ гранитомъ. Такое названіе онъ получилъ по содержанію въ немъ опала и минерала, названнаго „пеликанитомъ“. На основаніи химическаго анализа этого минерала, его удѣльнаго вѣса и твердости, на него довольно долго смотрѣли какъ на самостоятельный видъ, а потому и наименованіе пеликанитовый гранитъ также довольно долго держалось въ наукѣ. Химическія изслѣдованія какъ минерала, такъ и гранита, сдѣланныя Блюмелемъ, обнаружили, что пеликанитъ представляетъ собою не самостоятельный минералъ, а смѣсь каолина, опала, кварца и не вполне разложившагося полевого шпата. Если приготовить изъ пеликанита микроскопическій препаратъ, то весьма легко убѣдиться въ правильности сдѣланнаго заключенія.

Оказывается, что въ различныхъ пеликанитовыхъ гранитахъ пеликанитъ представляетъ весьма разнообразныя фазы видоизмѣненія ортоклаза въ каолинъ. Это измѣненіе обыкновенно начинается по трещинамъ и мало-по-малу распространяется внутрь минерала, вытѣсняя его. Въ нѣкоторыхъ фазахъ такого перерожденія можно видѣть въ полупрозрачной массѣ каолина только отдѣльныя зерна неизмѣнившагося, прозрачнаго ортоклаза. Понятно, что при дальнѣйшемъ и полномъ перерожденіи ортоклаза въ каолинъ связь между частицами породы должна рушиться, и вся она будетъ легко распадаться на отдѣльные куски, т.-е. плотная и компактная порода перейдетъ въ породу рыхлую.

Нѣчто иное представляютъ процессы видоизмѣненія. Здѣсь какъ до, такъ и послѣ перерожденія минераловъ, составляющихъ горную породу, связь между ея частями не нарушается; горная порода остается плотною и компактною, такъ что одинъ наружный осмотръ ея не могъ бы навести насъ на мысль о тѣхъ, часто глубокихъ измѣненіяхъ, которыя въ ней произошли. Изъ изслѣдованій горныхъ породъ подъ микроско-



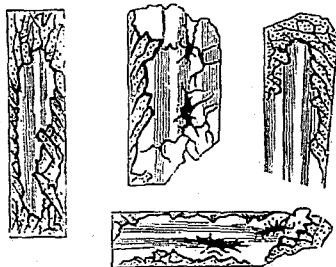
Фиг. 212. Видоизмѣненіе плагиоклаза въ эпидотъ въ олонецкихъ діоритахъ.

помъ въ настоящее время выяснилось большое количество подобнаго рода видоизмѣненій одного минерала въ другой. Блюмъ указываетъ на эпидотъ, какъ на минераль, являющійся псевдоморфозою по полевоу шпату. Изъ микроскопическихъ анализовъ горныхъ породъ можно прийти къ заключенію, что этотъ минераль является какъ бы паразитомъ, съѣдающимъ вещество полевого шпата. Особенно хорошо можно наблюдать это перерожденіе въ нѣкоторыхъ плагиоклазахъ изъ древнихъ горныхъ породъ, какъ напримѣръ, въ діоритахъ. Здѣсь процессъ видоизмѣненія, наблюдается въ самыхъ разнообразныхъ стадіяхъ: то зерна эпидота появляются только въ отдѣльныхъ мѣстахъ (фиг. 212*b*), то имъ выполнено одно недѣлимое полисинтетическаго двойника (*a*), то зерна эпидота выполняютъ трещину, разбивающую двойникъ пополамъ (*d*), то скопленія зеренъ располагаются въ периферіи кристалла (*e*), то уже образовалась около плагиоклаза сплошная каемка эпидота (*f*); наконецъ, во многихъ препаратахъ можно видѣть полныя псевдоморфозы эпидота по плагиоклазу.

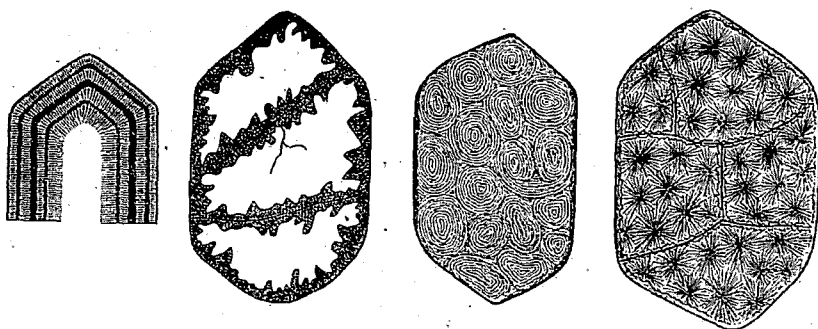
Не менѣе характерный примѣръ, хотя менѣе распространенный, представляетъ перерожденіе лабрадора въ соссоритъ. Это явленіе можно наблюдать какъ въ нѣкоторыхъ діобазахъ, такъ еще чаще въ габбро. Здѣсь перерожденіе обыкновенно начинается снаружи и соссоритъ по-

является каемкою на лабрадорѣ (фиг. 213). Въ тѣхъ же препаратахъ можно наблюдать, какъ толщина каемки увеличивается и мало-по-малу лабрадоръ совершенно перерождается въ сосюрить. Въ особенности отчетливо можно наблюдать разнообразныя фазы такого перехода въ полномъ поляризованномъ свѣтѣ, причемъ сосюрить обнаруживаетъ агрегационную поляризацию, тогда какъ неизмѣнившійся лабрадоръ окрашивается полосами, свойственными полисинтетическимъ двойникамъ.

Минералы изъ группы амфибола также представляютъ въ горныхъ породахъ довольно многочисленныя видоизмѣненія. Авгитъ въ древнихъ кристаллическихъ породахъ почти всегда по наружной своей окраинѣ является передшимъ большею частью или въ зеленую хлоритовую массу, или въ серпентинъ. Такое же перерожденіе въ хлоритовое, часто не индивидуализированное, вещество представляетъ и роговая обманка, причемъ иногда крайне трудно, безъ помощи полного поляризованнаго свѣта, узнать въ такой псевдоморфозѣ хлоритъ. Еще интереснѣе переходъ роговой обманки въ черную магнезiальную слюду; такой переходъ иногда начинается снаружи, иногда же черная слюда появляется въ зеленомъ веществѣ роговой обманки въ видѣ крайне-мелкихъ бурыхъ пятенъ, сильно абсорбирующихъ. Разрастаніе такихъ пятенъ мало-по-малу вытѣсняетъ вещество роговой обманки и



Фиг. 213. Измѣненіе лабрадора въ сосюрить изъ діабазы Полтавской губерніи (Соломко).



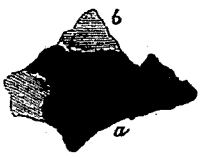
Фиг. 214. Видоизмѣненія оливина.

получается болѣе или менѣе полная псевдоморфоза. Не лишенъ интереса тотъ фактъ, что при вышеописанномъ переходѣ почти всегда наблюдается болѣе или менѣе значительное выдѣленіе магнитнаго желѣзняка, что даетъ поводъ предполагать объ избыткѣ окисловъ желѣза, освободившихся при переходѣ вещества роговой обманки въ слюду.

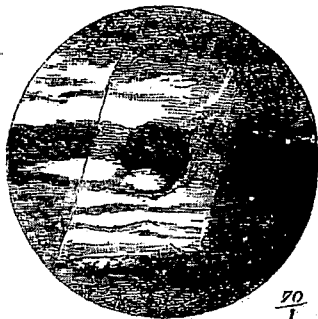
Наиболѣе поучительный и типичный примѣръ видоизмѣненія одного минерала въ другой представляетъ переходъ оливина въ серпентинъ, наблюдаемый во многихъ базальтахъ, мелафирахъ и другихъ породахъ (фиг. 214). Оливинъ обыкновенно является подѣ microscopeмъ разби-

тымъ неправильными трещинами, по которымъ, а равно и снаружи, весьма часто можно наблюдать постепенное уничтоженіе вещества оливина серпентиномъ. Количество этого послѣдняго, увеличиваясь мало-по-малу, можетъ вытѣснить вещество оливина, который то еще будетъ обнаруживаться мѣстами, то можетъ быть окончательно замѣщенъ серпентиномъ. Такая метаморфоза въ особенности интересна въ томъ отношеніи, что въ оливинѣ находятся всѣ составныя части, необходимыя для образованія серпентина, даже съ нѣкоторымъ избыткомъ закиси желѣза. Это послѣднее вещество, освобождаясь при подобномъ переходѣ, можетъ образовать, отъ перехода части закиси въ окись, магнитный желѣзнякъ. Весьма обыкновенно находеніе прямо среди серпентина вкрапленій магнитнаго желѣзняка, а потому въ этой псевдоморфозѣ все вещество оливина находится налицо. Можно химическою формулою представить такое перерожденіе, причемъ въ одной части уравненія долженъ быть поставленъ оливинъ и вода, въ другой—серпентинъ съ магнитнымъ желѣзнякомъ.

Подобнаго же рода видоизмѣненія, пользуясь отраженнымъ свѣтомъ, можно наблюдать въ нѣкоторыхъ непрозрачныхъ минералахъ. Такъ, на-



Фиг. 215. Измѣненіе магнетита а — въ красную окись желѣза — б.



Фиг. 216. Рухляковый доломитъ Оленецкой губерніи съ новообразованіемъ. Увеличено въ 70 разъ.

примѣръ, агрегатъ магнитнаго желѣзняка, отшлифованный ровною поверхностью, при сазанныхъ условіяхъ, весьма часто обнаруживаетъ по трещинамъ отложенія бурой окиси желѣза и этимъ легко объясняется, почему въ нѣкоторыхъ магнитныхъ желѣзнякахъ находятъ больше окиси желѣза, чѣмъ то требуется по формулѣ. Точно также весьма обыкновенно измѣненіе титанистаго желѣзняка въ такъ называемый лейкоксенъ. Измѣненіе магнитнаго желѣзняка въ красную окись желѣза также представляетъ явленіе довольно обыкновенное (фиг. 215). Здѣсь переходъ наблюдается по преимуществу по окраинамъ и неравномерно. Точно также подъ микроскопомъ можно наблюдать весьма тѣсную связь между пестрою рудою и мѣднымъ колчеданомъ, а въ нѣкоторыхъ древнихъ горныхъ породахъ наблюдается такая же тѣсная связь между сѣрнымъ колчеданомъ и магнитнымъ желѣзнякомъ; послѣдній минералъ часто является каемкою разнообразной толщины вокругъ сѣрнаго колчедана.

Процессъ перехода одного минеральнаго вещества въ другое приводитъ къ новообразованіямъ, появляющимся въ горныхъ породахъ уже послѣ ихъ образованія и характеризующимъ, такъ сказать, извѣстную сторону ихъ жизни. Дѣлать заключенія о томъ, что данный минераль есть новообразованіе, какъ видно изъ предыдущаго, можно на томъ основаніи, что появленіе его или начинается снаружи, или по трещинамъ, а трещина по времени происхожденія моложе минерала, который она пересѣкаетъ, слѣдовательно, и матеріаль, ее выполняющій, будетъ моложе горной породы. Для многихъ новообразованій, кромѣ вышеуказаннаго, имѣется контроль въ наблюденіяхъ надъ выполненіемъ трещинъ и полостей, встрѣчающихся въ тѣхъ же горныхъ породахъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ для опредѣленія даннаго минерала, какъ новообразованія, приходится руководствоваться и другими соображеніями. Въ рудяковъхъ доломитахъ Олонецкой губерніи весьма часто наблюдается тонкая слоистость, которая во многихъ изъ нихъ иногда является даже въ формѣ микроскопически тонкихъ прослоевъ глины. Если приготовить препаратъ перпендикулярно слоистости (фиг. 216) изъ такого доломита, то иногда можно наблюдать въ породѣ выдѣленія вновь образовавшагося минерала; такое выдѣленіе представляетъ въ разрѣзѣ ромбическое очертаніе; но если сдѣлать изъ горной породы препаратъ по направленію, перпендикулярному предыдущему, то разрѣзы являются весьма часто съ квадратнымъ очертаніемъ. Впрочемъ, и на первыхъ разрѣзахъ иногда можно видѣть такія же квадратныя очертанія. На всѣхъ этихъ препаратахъ весьма легко наблюдать, что прослой глины безъ перерыва проходятъ и чрезъ эти разрѣзы; такъ какъ такіе прослой суть образованія, одновременныя образованію горной породы, то понятно, что этотъ правильно ограниченный минераль представляетъ новообразованіе.

Еще рельефнѣе позднѣйшія отложенія, происшедшія въ горныхъ породахъ, доказываются минеральными веществами, выполняющими полости и трещины горной породы. Полость можетъ образоваться въ горной породѣ или одновременно съ этою послѣднею (напр., въ лавахъ), или можетъ быть результатомъ мѣстнаго выщелачиванія или растворенія горной породы циркулирующей водою (напр., въ доломитахъ). Во всякомъ случаѣ, она или одновременна съ происхожденіемъ горной породы, или произошла позднѣе, а потому выполненіе ея минеральною массою, т.-е. образованіе секреціи, конечно, должно быть отнесено къ явленіямъ также позднѣйшимъ. Въ горныхъ породахъ, въ особенности въ древнихъ, весьма часто можно наблюдать такія секреціи, даже микроскопическихъ размѣровъ, выполненныя нѣсколькими минеральными веществами. Наблюденіе надъ характеромъ отложенія такихъ минеральныхъ массъ можетъ убѣдить въ томъ, что нѣкоторые изъ минераловъ образовались раньше, другіе—позднѣе. То же самое относится и къ выполненію трещинъ минеральными массами, а такія образованія также встрѣчаются довольно часто на препаратахъ горныхъ породъ. Во всякомъ случаѣ, наблюденія надъ видоизмѣненіями отдѣльныхъ минераловъ должны, въ видѣ контроля, всегда сопровождаться наблюденіями надъ секреціями и жилами и изъ

такихъ совмѣстныхъ изслѣдованій можно прійти къ положительнымъ заключеніямъ о новообразованіяхъ.)

Строеніе основной массы горныхъ породъ. — Многія горныя породы являются для невооруженнаго глаза вполне однородными, какъ бы составленными изъ однообразнаго матеріала. Микроскопъ далъ возможность разложить эти массы и узнать довольно значительное ихъ разнообразіе. Основная масса горной породы можетъ быть кристаллически-зернистой, т.-е. сплошь составленною изъ кристаллическихъ зеренъ минераловъ, — она можетъ быть микрористаллической или микроафанитовой, т.-е. только при сильныхъ увеличеніяхъ микроскопа разложиться на рядъ составляющихъ ее кристаллическихъ зеренъ. На микроафанитовую структуру можно смотрѣть, какъ на микроскопически-мелкую разность кристаллически-зернистой структуры. Микроафанитовую структуру представляетъ основная масса нѣкоторыхъ порфиритовъ. Въ томъ случаѣ, когда агрегаціонная поляризація основной массы обнаруживаетъ ея сложный составъ, но когда отдѣльныя ея составныя части уже неопредѣлимы даже подъ микроскопомъ, основная масса называется скрытно-кристаллической (криптокристаллической). Скрытно-кристаллическая основная масса можетъ въ нѣкоторыхъ горныхъ породахъ, какъ напримѣръ, въ тѣхъ же порфиридахъ, представлять переходъ въ строеніе или структуру, которой петрографы даютъ наименованіе микрофельзитовой. Эта послѣдняя структура характеризуется тѣмъ, что въ ней, рядомъ съ микроскопически-мелкими зернами минераловъ наблюдается еще аморфное разстеклованное вещество, затемняющееся въ поляризованномъ свѣтѣ при перекрещиваніи призмъ Николя и представляющее въ обыкновенномъ свѣтѣ чешуйчатое, волокнистое или другое строеніе. Количество недѣйствующаго на поляризованный свѣтъ вещества бываетъ въ различныхъ породахъ различно; это вещество часто обозначаютъ названіемъ базиса или кристаллизаціоннаго остатка, считая его остаткомъ, получившимся при кристаллизаціи изъ расплавленнаго матеріала всѣхъ кристаллическихъ составныхъ частей. Кристаллизаціонный остатокъ то является въ видѣ ничтожныхъ участковъ между кристаллическими составными частями (такъ называемый мезостазисъ), то вытѣсняетъ собою въ основной массѣ кристаллическія выдѣленія. Наиболее типичный примѣръ подобнаго строенія представляетъ фельзитъ и основная масса фельзитовыхъ порфиритовъ, отъ которыхъ и заимствовано самое наименованіе этой структуры. Въ микрофельзитовой массѣ весьма часто наблюдаются постороннія включенія, состояція или, какъ въ смоляномъ камнѣ (фиг. 217), изъ сростковъ белонитовъ, напоминающихъ вайи папоротниковъ, или изъ сростковъ какого-нибудь минерала (фиг. 218), напр., магнитнаго желѣзняка, который представляетъ иногда своеобразные сростки, какъ бы подчиняющіеся нѣкоторой законности.

Въ микрофельзитовой основной массѣ нерѣдко отдѣльныя частицы ея скопляются въ сфероидальныя массы, обнаруживающія при перекрещиваніи призмъ красивый черный крестъ, напоминающій крестъ одноосныхъ кристалловъ. Существенное различіе этого креста отъ послѣдняго

заключается въ томъ, что при поворачиваніи препарата наблюдается перемѣщеніе его по поверхности разрѣза сфероида. Появленіе креста въ поляризованномъ свѣтѣ приписываютъ радіально-лучистому строенію отдѣльныхъ сферолитовыхъ образований. Надо замѣтить, что появленіе креста можно наблюдать и въ другихъ горныхъ породахъ — тамъ, гдѣ

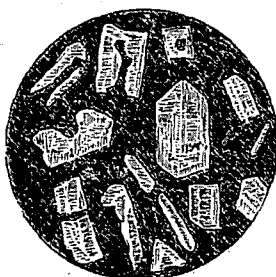


Фиг. 217. Вайеобразное расположеніе белонитовъ въ смоляномъ камнѣ.

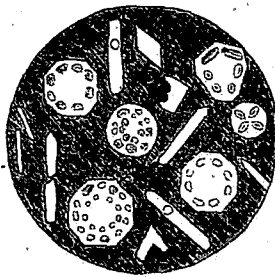


Фиг. 218. Сростаніе магнитнаго желѣзняка.

наблюдается радіально-лучистое скопленіе минеральныхъ массъ; какъ примѣръ въ этомъ отношеніи можно указать вариолиты, въ сфероидальныхъ стяженіяхъ которыхъ крестъ въ поляризованномъ свѣтѣ представляетъ явленіе довольно обыкновенное, также делесситовые сферолиты, кварцевые и т. д. Кромѣ скопленія лучистыхъ массъ въ сфероиды въ микрофельзитовыхъ основныхъ массахъ часто можно наблюдать въ высшей



Фиг. 219. Видъ подъ микроскопомъ трахитовой лавы остр. Искіи.



Фиг. 220. Видъ подъ микроскопомъ лейцитовой лавы Везувія.

степени разнообразное скопленіе лучистыхъ образований, то затѣмняющихся, то просвѣтляющихся въ полномъ поляризованномъ свѣтѣ.

Горныя породы съ основной массой часто содержатъ въ ней порфиридовидныя выдѣленія одного или нѣсколькихъ минераловъ; такія породы кристаллизовались, какъ указано выше, въ двѣ фазы, въ два приема и составляютъ группу порфировыхъ (и порфиритовыхъ) породъ въ противоположность зернистымъ, на которыя смотрять, какъ на образовавшіяся въ одинъ приемъ; зерна, ихъ составляющія, имѣютъ приближи-

тельно одни размѣры и тѣсно соприкасаются между собою безъ промежуточнаго базиса. Смотри по тому, вполне ли кристаллична основная масса или состоитъ изъ аморфнаго вещества, или, наконецъ, изъ смѣси кристаллическихъ выдѣленій и аморфнаго вещества, различаютъ слѣдующія три категоріи порфировыхъ структуръ: 1) полно-кристаллически-порфировая структура, 2) стекловато-порфировая структура и 3) полукристаллическая (гипокристаллическая) порфировая структура.

Переходъ отъ микрофелъзитовой массы къ стекловатой можно наблюдать въ смоляныхъ камняхъ. Въ этой горной породѣ основная масса состоитъ отчасти изъ стекловатаго, отчасти изъ микрофелъзитоваго вещества. Наконецъ, стекловатая основная масса является въ липаритахъ, трахитахъ, базальтахъ и разнообразныхъ лавахъ, а въ обсидіанѣ и тахилитѣ наблюдаютъ исключительно одну стекловатую основную массу. Подъ микроскопомъ такая масса то является безцвѣтною и прозрачною, то съ бурой или зеленоватою окраской, то, какъ въ нѣкоторыхъ базальтахъ, даже черною, непрозрачною. Можно почти поставить правиломъ, что безцвѣтная или слабо окрашенная стекловатая масса встрѣчается въ тѣхъ горныхъ породахъ, въ которыхъ много кристаллическихъ выдѣленій: въ тѣхъ же, гдѣ выдѣленій меньше и гдѣ много основной массы, она обыкновенно имѣетъ болѣе интенсивную окраску. Нужно замѣтить, что отношеніе между стекловатою основною массою и кристаллическими выдѣленіями въ высшей степени варьируетъ не только въ различныхъ породахъ, но часто въ одной и той же.

Для примѣра можно указать на строеніе лавъ многочисленныхъ потоковъ Везувія и лучшее сравненіе въ вышеуказанномъ смыслѣ можно произвести между лавою сентября мѣсяца 1871 года и лавою апрѣля 1872 года. Въ этомъ случаѣ происхожденіе лавъ отдѣлено сравнительно короткимъ промежуткомъ времени и, несмотря на то, различіе выступаетъ необыкновенно рельефно. Лава 1871 г. изобилуетъ стекломъ, которое является прозрачнымъ, съ желтовато-бурою окраскою. Въ этомъ стеклѣ заключены отдѣльные кристаллы и кристаллическія зерна минераловъ, характерныхъ для лавы этого вулкана. При увеличеніи въ 70 разъ, можно весьма легко видѣть стекловатую основную массу и опредѣлять отношеніе ея къ кристаллическимъ недѣлимымъ. Въ лавѣ апрѣля мѣсяца 1872 г., при только-что указанномъ увеличеніи микроскопа, крайне трудно наблюдать вулканическое стекло: лава является переполненною кристаллами различныхъ минераловъ. Для того, чтобы вполне отчетливо видѣть между кристаллическими недѣлимыми безцвѣтное и прозрачное вулканическое стекло этой лавы, требуется уже болѣе сильное увеличеніе микроскопа. Такое сопоставленіе лавъ одного и того же вулкана представляетъ большой интересъ въ томъ отношеніи, что даетъ извѣстное объясненіе причинности вышеуказаннаго отношенія между вулканическимъ стекломъ основной массы горной породы и кристаллическими въ ней выдѣленіями. Зная различіе въ характерѣ вышеуказанныхъ двухъ изверженій Везувія, легко дать объясненіе такого различія въ строеніи этихъ двухъ лавъ. Изверженіе сентября мѣсяца 1871 г. было крайне слабое и лавы было доставлено сравнительно мало. Понятно, что такой ничтожный потокъ быстро остылъ, а слѣдовательно, не обладалъ достаточнымъ промежуточкомъ времени для того, чтобы изъ него могло выкристаллизоваться большое количество отдѣльных минераловъ. Другое наблюдалось при изверженіи 1872 г. Громадная масса лавы, вылившаяся изъ вулкана, остывала медленно; при медленномъ охлажденіи явилось возможнымъ выкристаллизоваться большому количеству минеральныхъ недѣлимыхъ, а стекло сохранилось только какъ бы въ видѣ цемента. Въ пользу того же вывода говорятъ наблюденія иного рода. Въ вулканическомъ пескѣ и пеплѣ—

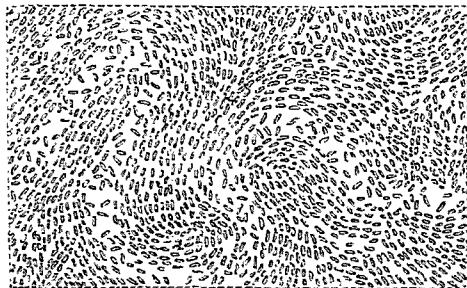
въ этихъ мелко-измельченныхъ парахъ и газахъ продуктахъ вулкана—обыкновенно встрѣчается весьма большое количество вулканическаго стекла. Своимъ происхожде-
нцемъ (см. стр. 151) эти продукты обязаны огненно-жидкой лавѣ, находящейся въ вулканѣ и увлеченной въ атмосферу силою вырывающихся газовъ и паровъ. Мелкія частицы расплавленной массы подвергаются въ атмосферѣ быстрому охлажденію, а потому въ нихъ и не представляется возможнымъ получить большое количество кристаллическихъ ведѣлимыхъ. Вотъ почему при сравненіи микроскопическаго строенія лавы и песка или пепла одного и того же изверженія наблюдается такое сильное различіе въ отношеніи между стекловатою основною массою и кристаллическими въ ней выдѣленіями.

Все это даетъ возможность по количеству вулканическаго стекла въ основной массѣ дѣлать заключенія о быстротѣ или медленности охлажденія и видѣть въ смоляныхъ камняхъ, обсидіанахъ, пемзахъ и тахилитахъ быстро остывшія массы горныхъ породъ, а въ анамезитахъ, долеритахъ, трахитахъ, ріолитахъ и андезитахъ горныя породы, остывшія медленно. Очень вѣроятно, что для нѣкоторыхъ микрокристаллическихъ породъ потребуется допущеніе еще болѣе медленнаго охлажденія.

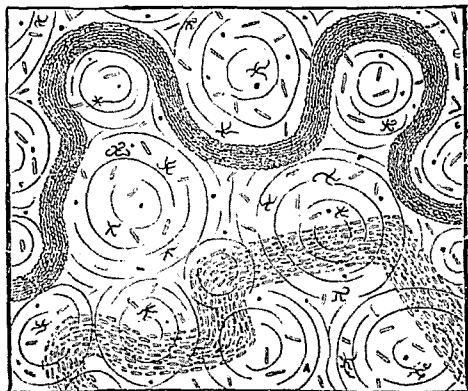
Допуская видоизмѣненія отдѣльныхъ минераловъ, образующихъ горную породу, естественно допустить, что и основная масса не представляетъ чего-либо неизмѣннаго. Такое предположеніе необходимо сдѣлать въ виду уже доказаннаго нахожденія основныхъ стекловатыхъ массъ, растворимыхъ, хотя отчасти, въ кислотахъ, а потому представляющихъ матеріалъ, вполне доступный для дѣйствія циркулирующей въ породахъ воды. Вотъ почему въ древнихъ изверженныхъ горныхъ породахъ крайне рѣдко встрѣчается вулканическое стекло, хотя отдѣльные случаи подобнаго рода извѣстны, напр., въ порфиритахъ, діоритахъ и мелафирахъ. Во всякомъ случаѣ, стекло основной массы въ древнихъ породахъ могло подвергаться двоякому измѣненію. Съ одной стороны, извѣстны факты разстекловыванія обыкновеннаго стекла съ теченіемъ времени и въ силу физическаго перемѣщенія частицъ его, съ другой—подъ вліяніемъ процессовъ видоизмѣненія, вызваннаго просачивающеюся водою. Весьма вѣроятно, что и микрофельзитовое строеніе основной массы представляетъ одну изъ фазъ такого видоизмѣненія.

При изученіи основной массы обнаружилось, что въ нѣкоторыхъ горныхъ породахъ подъ микроскопомъ, въ другихъ даже невооруженнымъ глазомъ, возможно наблюдать строеніе, которое извѣстно подъ именемъ флюидальнаго. Оно выражается или окраскою породы изогнутыми полосами, или извѣстнымъ характеромъ расположенія минераловъ, также сгруппированныхъ въ изогнутыя полосы. Наименованіе структуры произошло отъ сходства ея съ текущею струею жидкости, которая современемъ застыла и въ такомъ состояніи передаетъ рисунокъ нѣкогда бывшаго движенія. Наблюденія основныхъ массъ подъ микроскопомъ обнаружили такое же строеніе, которому дано наименованіе микрофлюидальнаго. На приложенныхъ фигурахъ 221 и 222 изображено такое микрофлюидальное строеніе, выражающееся или, какъ на фиг. 222 (верхняя полоса), извѣстнымъ характеромъ окраски, или (нижняя полоса фиг. 222 и фиг. 221) расположеніемъ полевошпатовыхъ белонитовъ. Весьма интересно такое микрофлюидальное строеніе въ нѣкоторыхъ горныхъ породахъ, изобилующихъ кристаллическими недѣлимыми и притомъ такими,

гдѣ между мелкими есть и крупныя кристаллы. Въ такихъ породахъ весьма часто мелкія недѣлимыя, сгруппированныя въ полосы, какъ бы обтекають крупныя. Иногда широкая ихъ полоса направляется прямо на крупный кристаллъ, но при встрѣчѣ съ нимъ разбивается на двѣ, расходится и облегаетъ собою крупное недѣлимое. Микрофлюидальное строеніе свидѣтельствуетъ, что порода нѣкогда находилась въ расплавленномъ состояніи и представляетъ одинъ изъ характерныхъ признаковъ изверженныхъ породъ. Какъ въ лавахъ настоящаго времени, такъ и въ большинствѣ новѣйшихъ изверженныхъ горныхъ породъ это строеніе является весьма распространеннымъ.



Фиг. 221. Микрофлюидальное строеніе основной массы.



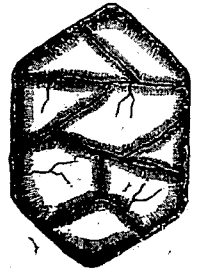
Фиг. 222. Микрофлюидальное строеніе перлита.

Основная масса горныхъ породъ подѣ microscopeмъ является вообще чрезвычайно разнообразною не только по степени кристалличности, не только по отношенію между кристаллическими и стекловатыми частями, но также и строенію. Если она состоитъ изъ стекловатыхъ частицъ съ множествомъ полевошпатовыхъ призмочекъ, обнаруживающихъ въ большей или меньшей степени флюидальное строеніе, Розенбушъ называетъ ея структуру гіалопилитовой, которая особенно характерна для андезитовъ и многихъ авгитовыхъ порфиритовъ. Если основная масса состоитъ изъ войлока полевошпатовыхъ микролитовъ безъ стекловатыхъ промежутковъ, такую структуру обозначаютъ названіемъ пилотакситовой (часто встрѣчается въ трахитахъ, авгитовыхъ порфиритахъ). Интерсертальная структура характеризуется тѣмъ, что основная масса является въ видѣ кристаллизационнаго остатка среди довольно обильныхъ порфировидныхъ выдѣленій. Гломеропорфиритовая структура характеризуется гнѣздообразными выдѣленіями и крупными вкрапленіями среди интерсертальной или какой-либо иной основной массы. Число различаемыхъ подѣ microscopeмъ структуръ въ настоящее время весьма значительно, но вышеупомянутыя встрѣчаются чаще остальныхъ.

МИКРОХИМИЧЕСКІЯ РЕАКЦІИ.

При макроскопическомъ изслѣдованіи горной породы, какъ то указано выше, была возможность примѣнять нѣкоторыя реактивы для отличія одного минерала отъ другого. Такой же приѣмъ возможенъ и при микроскопическомъ изученіи препаратовъ изъ горныхъ породъ. При примѣненіи различныхъ растворителей и здѣсь слѣдуетъ переходить отъ болѣе

слабыхъ къ болѣе крѣпкимъ. Уксусная кислота при 0° Ц. не дѣйствуетъ на доломитъ, но дѣйствуетъ на кальцитъ; обрабатывая смѣсь этихъ двухъ минераловъ, известную подъ названіемъ доломитизированнаго известняка, можно такимъ способомъ отнять отъ этой породы кальцитъ, оставивъ одинъ только доломитъ. При обработкѣ слабою соляною кислотою можно удалить изъ горной породы растворимые въ соляной кислотѣ минералы, какъ, напр., магнитный желѣзнякъ, входящій въ составъ многихъ горныхъ породъ. Окись желѣза, встрѣчающаяся довольно часто въ различныхъ состояніяхъ въ горныхъ породахъ, также способна растворяться; иногда обработка кислотою является даже необходимою, ибо вышеупомянутые непрозрачные минералы часто до такой степени многочисленны въ препаратѣ горной породы, что затрудняютъ изслѣдованіе, дѣлая препаратъ почти непрозрачнымъ, а потому даже для очищенія его, для того, чтобы была возможность различать отдѣльные недѣлимые, его составляющія, необходимо обработать его слабою соляною кислотою. Отъ слабой кислоты можно перейти къ крѣпкой соляной: эта кислота обнаруживаетъ растворяющее дѣйствіе еще на большее количество минераловъ. Для примѣра можно указать на различныя разности хлорита, подвергающіяся или полному, или частному растворенію. Весьма интересно вліяніе соляной кислоты на нѣкоторые минералы, которые разлагаются въ этой послѣдней, отлагая студенистый кремнеземъ. Въ этомъ отношеніи особенно характерно дѣйствіе соляной кислоты на оливинъ, дающее возможность отличать этотъ минералъ отъ другихъ, сходныхъ съ нимъ по оптическимъ явленіямъ. Оливинъ разбитъ массою трещинъ, а потому кислота, конечно, будетъ дѣйствовать на тѣ мѣста, гдѣ ей легче проникнуть въ вещество минерала, и дѣйствіе это выражается тѣмъ, что по трещинамъ, а равно и вокругъ минерала, начинаетъ отлагаться студенистый кремнеземъ; на препаратѣ подъ микроскопомъ можно наблюдать различныя фазы этого постепеннаго развѣданія, при которомъ то еще сохранились въ отдѣльныхъ пунктахъ неразвѣденные кислотою участки оливина, то развѣданіе настолько сильно, что все вещество минерала замѣнено студенистымъ кремнеземомъ. Въ нѣкоторыхъ, въ особенности въ первоначальныхъ, фазахъ развѣданія оливинъ напоминаетъ тѣ процессы его видоизмѣненія, о которыхъ было говорено выше (стр. 329).



Фиг. 223. Первая стадія измѣненія оливина подъ вліяніемъ соляной кислоты.

Отъ соляной кислоты слѣдуетъ переходить къ крѣпкой сѣрной кислотѣ, которая дѣйствуетъ еще болѣе энергично на препаратъ горной породы. Въ этомъ случаѣ хлоритъ, напримѣръ, уже растворяется нацѣло. Кромѣ того, нѣкоторые минералы подвергаются мѣстному развѣданію и образуютъ фигуры вытравленія. Въ этомъ отношеніи крайне интересный случай представляетъ ксантофиллитъ, который, какъ показалъ Кнопъ, подъ вліяніемъ сѣрной кислоты даетъ фигуры вытравленія, напоминающія октаэдрической кристаллъ съ выпуклыми гранями. Такія образованія были даже приняты въ свое время за микроскопическія вроски алмаза въ

ксантофиллитъ. Наконецъ, можно перейти къ еще болѣе сильной кислотѣ—фтористоводородной, которая, какъ извѣстно, разлагаетъ большинство силикатовъ и, смотря по тому, какой концентраціи эта кислота, можно до извѣстной степени обнаружить ея вліяніе на отдѣльные минералы, составляющіе горную породу. При подобной обработкѣ, какъ указано выше, вполне возможно выдѣлить изъ породы минералы титановой кислоты, на которую, какъ извѣстно, фтористо-водородная кислота не дѣйствуетъ. Подъ вліяніемъ этой кислоты точно такъ же могутъ получаться фигуры вытравленія: особенный интересъ въ этомъ отношеніи представляетъ оливинъ, который подъ ея вліяніемъ даетъ красивый сѣтчатый рисунокъ. Для нѣкоторыхъ исключительныхъ случаевъ возможно пользоваться и другими характерными реакціями. Такъ, напримѣръ, извѣстно, что желѣзо способно возстановлять мѣдь изъ растворовъ ея солей, а потому къ горнымъ породамъ, въ которыхъ встрѣчается самородное желѣзо, можно примѣнять и этотъ способъ; такимъ путемъ было доказано содержаніе самороднаго желѣза въ базальтѣ. Для этой цѣли на препаратъ горной породы достаточно помѣстить и оставить на нѣкоторое время каплю раствора мѣднаго купороса; желѣзо, находящееся въ базальтѣ, вытѣснитъ изъ раствора мѣдь, которая и отложится на мѣстѣ, занимаемомъ раньше самороднымъ желѣзомъ; цвѣтъ металлической мѣди настолько характеренъ, что смѣшать эти вновь выдѣлившіяся отложенія съ какими-нибудь другими не представляется возможнымъ.

Обработка препарата кислотами или щелочами должна сопровождаться и инъектированіемъ его. Если взять какое-нибудь красящее вещество, напримѣръ, растворъ кармина и, послѣ обработки препарата кислотой или щелочью, помѣстить на него каплю этого окрашеннаго раствора, прикрывъ ее сверху покровной пластинкою, то въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ препаратъ развѣденъ, растворъ будетъ представлять болѣе толстый слой, а слѣдовательно болѣе интенсивную окраску, чѣмъ въ другихъ мѣстахъ. Это даетъ возможность вполне убѣдиться въ томъ, что кислота или щелочь произвела разрушительное дѣйствіе на извѣстную составную часть горной породы.

Въ 1875 году Вожицкій предложилъ воспользоваться микрохимическими реакціями для изученія состава горной породы. Изучая вліяніе фтористоводородной (плавиковой) кислоты на различные силикаты, онъ пришелъ къ заключенію, что образующіяся кремнефтористыя соединенія нѣкоторыхъ элементовъ, какъ калия, натрія, магнія, кальція и др., представляютъ довольно своеобразную кристаллическую форму и что, руководствуясь этою формою, вполне возможно опредѣлить элементы, входящіе въ составъ силикатовъ. Поэтому Вожицкій совѣтуетъ или обработать микрокопическій препаратъ каплею фтористоводородной кислоты, или держать его въ паряхъ этой послѣдней. Разложеніе, вызванное такимъ способомъ, даетъ кремнефтористыя соединенія тѣхъ элементовъ, которые входятъ въ составъ горной породы. Если разсматривать затѣмъ препараты подъ микроскопомъ, то можно убѣдиться, что такіе-то и такіе-то элементы входятъ въ составъ данной горной породы. Имѣя въ виду, что нѣкоторыя изъ кремнефтористыхъ соединеній представляютъ сходство между собою, Вожицкій совѣтуетъ производить еще дальнѣйшую обработку, употребляя для этихъ цѣлей или сѣрководородъ, или сѣрнистый аммоній, или хлоръ. Такъ, напримѣръ, кремнефтористое желѣзо, при обработкѣ его сѣрководородомъ, принимаетъ желтую окраску, при обработкѣ хло-

ромъ—красную и т. д. Этотъ способъ можетъ служить для опредѣленія состава горной породы, но никоимъ образомъ не въ количественномъ отношеніи, а только въ качественномъ, и притомъ полученные результаты должно относить ко всему составу горной породы, а не къ отдѣльнымъ ея минераламъ. Въ крупно-зернистыхъ породахъ можно изучать такимъ способомъ вліяніе плавиковой кислоты на отдѣльные минералы, изолируя ихъ отъ остальныхъ слоевъ воска. Чтобы изолировать известную часть препарата при подобныхъ микрохимическихъ реакціяхъ полезно примѣнять покровныя стекла, имѣющія мелкія отверстія.

При дѣйствіи на горную породу, образованную нѣсколькими минералами, фтористоводородной кислоты, эта послѣдняя дѣйствуетъ одинаково на всѣ минералы, а потому получающіяся кремнефтористыя соединенія могутъ расположиться на препаратѣ совершенно независимо отъ того минерала, отъ котораго заимствовано основаніе соли. Поэтому нельзя имѣть твердой увѣренности въ томъ, что данное кремнефтористое соединеніе принадлежитъ опредѣленному минералу, а не какому другому, хотя иногда и занимаетъ его поверхность. Поэтому въ способѣ Божицкаго возможно видѣть только одинъ изъ весьма простыхъ способовъ быстро качественного опредѣленія. Въ особенности его можно рекомендовать въ томъ случаѣ, когда есть возможность отобрать изъ сложной горной породы хоть нѣсколько, даже очень мелкихъ, кусочковъ, напр., полевого шпата; обрабатывая ихъ фтористоводородною кислотою, можно получить рядъ кремнефтористыхъ соединеній, основанія которыхъ принадлежатъ полевому шпату. Такъ какъ эти основанія даютъ полную возможность отличать, наприимѣръ, известковый полевой шпатъ отъ натріеваго или калиеваго, то понятно, что и ихъ кремнефтористыя соединенія представляютъ полную возможность узнать по основаніямъ истинный характеръ полевого шпата.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИ ВАЖНЫЕ ПРИЗНАКИ НѢКОТОРЫХЪ МИНЕРАЛОВЪ, ОБРАЗУЮЩИХЪ ГОРНЫЯ ПОРОДЫ.

При опредѣленіи истинной природы минераловъ, входящихъ въ составъ горной породы, необходимо постепенно переходить отъ приѣмовъ макроскопическихъ къ микроскопическимъ, притомъ комбинируя вышеописанные приѣмы между собою. Только такимъ путемъ и возможно собрать наибольшее число признаковъ какъ для характеристики отдѣльных минераловъ, такъ и основной массы горной породы и этимъ разъяснить сомнѣнія и недоразумѣнія, которыя легко возникаютъ при наблюденіи. Почти каждый, начинающій свое знакомство съ опредѣленія подъ микроскопомъ отдѣльных минераловъ горной породы, встрѣчаетъ затрудненіе въ отличіи ортоклаза отъ кварца. Оба въ обыкновенномъ свѣтѣ безцвѣтны и прозрачны, оба — въ поляризованномъ свѣтѣ даютъ слабую интерференціонную окраску; но стоитъ только обратить вниманіе на признаки, повидимому, не особенно существенные, на трещины спайности, находящіяся въ ортоклазѣ и отсутствующія въ кварцѣ, на зна-

Минералы изотропные.		М И Н Е Р А Л Ы		П Р О З Р А Ч Н Ы Е		МИНЕРАЛЫ НЕ		
		Съ прямымъ		а н и з о т р о п н ы е		ПРОЗРАЧНЫЕ.		
		Оптически одноосные.		з а т е м н ѣ н и е м ъ.		Съ косымъ затемнѣніемъ.		
				Оптически двуосные.				
				Безцвѣтные.		Цвѣтные.		
				Безцвѣтные.		Цвѣтные.		
<p>Стекло. Сложн. силикатъ. Уд. в. 2,2—2,5. Безцвѣтный, сѣрый, бурый, красный цвѣтъ. Включенія газовыхъ поръ, микролитовъ, кристаллитовъ и кристалловъ. Первичн. составная часть.</p> <p>Опаль. $SiO_2 + H_2O$. Уд. в. 1,9—2,3. Безцвѣтный, бѣлый, желтоват., иногда окисью желѣза окраш. въ красноватый и буроватый цвѣтъ. Раствор. въ содѣ и KHO. Вторичн. продуктъ.</p> <p>Лимонитъ. Гидр. окиси Fe. Желтый, желто- и красно-бурый. Раствор. въ HCl. Вторичн. продуктъ.</p> <p>Хлоритовое вещество (виридитъ). Зеленое, зеленовато-желтое. Часто волокнистое строеніе. Агрегаціонная поляризация. Вторичн. продуктъ.</p> <p>Наолинъ. Сложный составъ. Водн. силик. глинозем.; мутно-сѣрый, полупрозрачныя хлопья. Агрегатъ мельчайшихъ пластинокъ. Агрегаціонная поляриз. Вторичн. продуктъ измѣненія полевыхъ шпатовъ.</p> <p>Серпентинъ. Водный силикатъ магнезіи. Зеленый, желтый, красновато-бурый. Петлеобразное сѣтчатое строеніе. Включенія магнетита. Агрегаціонная поляризация. Вторичн. продуктъ измѣненія оливина, авгита, рогов. обманки.</p> <p>Лейкоксенъ (титанитъ). Сѣроват. или буроват. полупрозрачная кайма около титановыхъ минераловъ. Рѣзкій рельефъ въ отраж. свѣтѣ.</p>	<p>Гранатъ. Прав. Уд. в. 3,4—4,3; округлен. зерна, квадрат., шестигр., восьмигр. разрывъ. Розов. красн.-бурый, безцвѣтн. Въ кислот. не раств. Опт. аномалия. Зональное строеніе.</p> <p>Содалитъ. Прав. Уд. в. 2,3. $2Na_2Al_2Si_2O_8 + NaCl$. Зерна, квадрат. и шестигр. разрывъ. Безцвѣтный, спневатый, красноватый. Растворимъ въ HCl. Реакція на Cl.</p> <p>Гаюинъ. Прав. Уд. в. 2,4—2,5. $2CaAl_2Si_2O_8 + CaSO_4$. Квадрат., шестигр. зерна. Сп. ній, безцвѣтный, черный. Правильно расположен. включенія. Раств. въ кислот. Реакція на Ca и H_2SO_4.</p> <p>Нозеанъ. Прав. Уд. в. 2,3—2,4. $2Na_2Al_2Si_2O_8 + Na_2SO_4$. Разъѣден. зерна и кристаллы. Безцвѣтн., бурый, черный. Темная кайма правильно расположенныхъ включеній. Растворимъ въ кислот. Реакція на H_2SO_4.</p> <p>Анальцимъ. Прав. Уд. в. 2,2—2,3. $NaAlSi_3O_8 + H_2O$. Неправ. видъ зерна. Безцвѣтн., бѣлый, мутный. Раствор. въ HCl. Показ. преломленія 1,487.</p> <p>Лейцитъ. Прав. Уд. в. 2,4—2,5. $KAlSi_3O_8$. Восмигран. ние или округлые разрывъ. Безцвѣтный. Оптическ. аномалия. Характерное строеніе въ поляриз. свѣтѣ. Правильн. располож. включеній. Раств. въ кислотахъ. Показ. преломл. 1,50.</p>	<p>Кварцъ. Шестигул. Уд. в. 2,6—2,7. SiO_2. Зерна и бипирамидальные кристаллы. Соверш. прозрачные. Включ. жидкости. Неправильн. трещиноватость. Оптнч. положит. Показ. преломл. 1,547.</p> <p>Нефелинъ. Шестигул. Уд. в. 2,5—2,6. $NaKAlSi_3O_8$. Зерна, шестигран. столбчатые кристаллы. Часто мутные. Слабая поляриз. окраска. Оптнч. отрицат. Въ кислотахъ. раств. Показ. преломл. 1,543.</p> <p>Апатитъ. Шестигул. Уд. в. 3,19. $Ca_5(PO_4)_3F$. Иголочки, длинныя призмочки съ шестигульными попереч. разрывами. Иногда красноват. Поперечн. отдѣльность. Оптнч. отриц. Много включеній. Въ кислот. раств. Реакц. на P_2O_5. Показ. преломл. 1,637.</p> <p>Нальцитъ. Шестигул. Уд. в. 2,72. $CaCO_3$. Зерна съ соверш. ромбоэдр. спайностью. Полисинтетич. перекрещивающаяся штриховка. Перламутровая, призмующая поляризац. окраска. Оптнч. отриц. Въ HCl раств. съ выдѣл. CO_2, шипитъ. Показ. преломл. 1,601.</p> <p>Мелилитъ. Квадрт. Уд. в. 2,9. $(Ca, Mg, Na)_{12}(AlFe)_4Si_2O_{36}$. Прямоугольн. таблочки. Зерна. Часто медово-желтый. Хлопьеватое строеніе. Оптнч. отриц. Раств. въ кислотахъ. Показ. преломл. 1,63.</p> <p>Цирконъ. Квадрт. Уд. в. 4,5—4,7. ZrO_2SiO_2. Коротк. призм. и зерна. Безцвѣтн. винно-желтый. Сильн. лучепреломл. Рѣзкіе черные контуры. Яркая поляриз. окраска, призмующая. Оптнч. положит. Включенія жидкости.</p>	<p>Рутиль. Квадрт. Уд. в. 4,2. TiO_2. Иголочки, призмочки, зерна. Колѣчатые и сердцевидные двойники. Буро-желтый, красновато-бурый. Оптнч. полож. Въ кислот. пераств. Реакц. на Ti. Показ. преломл. 2,7.</p> <p>Турмалинъ. Шестигул. Слож. силикат. Уд. в. 3—3,2. Иголочки, призм. съ базальной отдѣльностью. Попереч. разрывъ 3,6 и 9-граннне. Спневатосѣрый, бурый. Сильный плеохроизмъ. Поляриз. окраска яркая. Оптнч. отриц. Въ кислот. пераствор. Показ. преломл. 1,63.</p> <p>Біотитъ. Однокл. Уд. в. 2,7—3,2. Магнезіальная слюда. Шестигул. листочки безъ спайности, изотропные. Удлиненныя пластинки съ совершеной спайностью по одному направлению. Абсорбція. Бурый, зеленый. Оптнч. отриц. Уголь затемн. ничтож. или 0.</p> <p>Хлоритъ. Однокл. Уд. в. 2,6—2,9. Сложный силикатъ магнезіи и глинозема. Листочки, розетки, сферолиты. Спайн. лист. изотроп. Продольн. разр. съ спайностью по одному направл. и почти съ прямымъ затемнѣніемъ. Чешуйч. строеніе; Зеленый. Дихроизмъ рѣзкій: желто-зеленый, темно-зеленый. Поляриз. окраска въ лиловатыхъ тонахъ. Раств. въ HCl.</p>	<p>Оливинъ. Ромб. Уд. в. 3,3—3,4. $(Mg, Fe)_2SiO_4$. Кристаллы и округ. зерна. Неправ. трещиноватая спайность. Безцвѣтн. иногда зеленоватый. Яркая поляриз. окраска. Шагреновая поверхн. разрывовъ. Оптнч. полож. Включенія пикотита. Видоизмѣнен. въ серпент. и лимонитъ. Раств. въ кислот. Показ. преломл. 1,68.</p> <p>Энстатитъ. Ромб. Уд. в. 3,1. $MgSiO_3$. Столбч. кристл., зерна. Восмигр. разрывъ. Спайность въ баз. сѣч. по двумъ направлениямъ, пересѣкъ подъ угл. 92°. Параллельно одной си стемѣ спайныхъ трещинъ иногда волокнистость. Иногда зеленоват. Поляриз. окраска яркая. Оптнч. полож. Нерастворимъ въ кислот. Показ. преломл. 1,66.</p> <p>Андалузитъ. Ромб. Уд. в. 3,1. Al_2SiO_5. Четрехгр. длинная призма, иногда зерна. Рѣзкій рельефъ. Безцвѣтн. красноват. яркая поляриз. окраска. Плеохроизмъ. Кислоты недѣйств. Включенія углест. вещества.</p> <p>Цоизитъ. Ромб. Уд. в. 3,2—3,3. $HCa_2Al_2Si_2O_{13}$. Корот. столбчикъ съ попереч. отдѣльн. Шестигульн. и прямоугольн. разрывъ. Рѣзкій рельефъ. Синев.-сѣрая поляриз. окраска. Въ кислот. трудно раствор. Показатель преломл. 1,698. Оптнч. положительный.</p>	<p>Гиперстенъ. Ромб. Уд. в. 3,5. $(Fe, Mg)SiO_3$. Зерна, столбч. кристал. Призм. спайн. на попереч. разрывъ. 92°. Коричнево-бурый. Яркая поляриз. окраска. Плеохроизмъ. Таблнч. и игольч. включенія. Оптнч. отрицательный. Показ. преломл. 1,7.</p> <p>Ставролитъ. Ромб. Уд. в. 3,4—3,8. Водн. силикатъ магн., желѣза и глинозема. Призм. кристал. Крестообр. двойникъ. Свѣтло- и темно-бурый. Рѣзкій рельефъ. Яркая поляриз. окраска. Плеохроизмъ. Въ кислот. не раств. Оптнч. полож. Показ. преломл. 1,74.</p>	<p>Ортоклазъ. Однокл. Уд. в. 2,56. Зерна, таблнчатые и призматическіе кристаллы. Карлсбадскіе двойники. Уголъ спайности 89°40'. Безцвѣтн., прозрач., чаще мутный, красноватый отъ окиси желѣза. Въ кислотахъ перастворимъ. $K_2Al_2Si_6O_{16}$. Показат. преломл. 1,52. Оптичес. отриц.</p> <p>Санидинъ — разн. ортокл.; встрѣч. въ новыхъ породахъ; оптич. отсутствіемъ гидро-химическихъ измѣненій.</p> <p>Минронлинъ. Трехкл. хим. сост., уд. в. и кристал. харак. какъ ортоклазъ. Рѣшетчатые полисинтет. двойн.</p> <p>Плагиоклазъ. Трехкл. Уд. в. 2,62—2,75. Изоморфная смѣсь въ разл. пропорц. альбита ($Na_2Al_2Si_6O_{16}$) и анортита ($Ca_2Al_4Si_4O_{16}$). Зерна, призмат. и таблнчат. кристаллы. Полисинт. двойн. штриховка, у альбита и олигоклаза очень частая, у анортита двойн. пластн. широкія, для лабрадора характер. включенія. Оптическ. (кромя лабрадора) положит. Отд. виды различ. между собою угломъ затемнѣнія въ ориентир. шлифахъ и по химич. составу. Анортитъ раств. въ HCl. Показат. преломл. 1,53—1,56.</p> <p>Мусковитъ (калійна слюда). Однокл. Уд. в. 2,8—3,1. Таблнч., шестигул. листочки, безъ спайн. Удлинен. разрывъ съ соверш. спайностью по одн. направлению. Безц. желтоват., зеленоват. Яркая призмующ. поляр. окраска. Неб. уг. затемнъ. Въ кислот. нерастворимъ. Показ. преломл. 1,598. Оптнч. отриц.</p>	<p>Авгитъ. Однокл. $(Na_2, Ca, Mg, Fe)SiO_3$ съ примѣс. окис. желѣза и глинозем. Уд. в. 3,1—3,5. Зерна, столбч. кристаллы. Призм. спайн. на попереч. разрывъхъ пересѣкъ. подъ угл. 87°, на продольн. разрывъхъ тонкія паралл. трещинки. Попереч. разрывъ часто восьмиугольн. Большой уголъ затемнѣнія. Яркая поляриз. окраска. Зеленый, буроватый, фиолетово-сѣрый. Плеохроиз. нѣтъ или весьма слабый. Оптнч. положит. Въ кислот. пераствор. Показ. преломл. 1,68—1,8. Діаллажъ отлич. отъ проч. авгитовъ пластнч. волокнист. строеніемъ; эфирнъ травяно-зеленой окраской, малымъ угл. затемнѣнія, яснымъ плеохроизмомъ и расщепл. на отд. налочки.</p> <p>Роговая обманка. Однокл. Близка по хим. сост. къ авгиту. Уд. в. 2,9—3,7. Зерна, столбч. кристаллы. Попер. разр. вытянут. восьми и шестигул. Призм. спайность на попереч. разр. уголъ 124°, продол. разр. какъ у авгита. Малый уг. затемн. Поляриз. окраска не очень яркая. Зеленаго, бураго, голуб. цвѣта. Рѣзкій плеохр. Оптнч. отриц. Нераств. въ кислот. Отд. виды различ. по цвѣту, углу затемн., плеохр. и струтурѣ (плотн. и волокн.). Показ. преломл. 1,6—1,7.</p> <p>Эпидотъ. Однокл. Водный силик. извести, желѣза и глинозем. Зерна, кристаллы. Спайн. по двумъ направл. даетъ уголъ 115°. Лимонно-желтый, зеленовато-желтый. Рѣзкій рельефъ. Яр. поляр. окраска и сильный плеохроиз. Оптнч. отриц. Нераств. въ кислот. Показ. преломл. 1,75.</p> <p>Титанитъ. Однокл. $CaSiTiO_6$. Клиновидн. и конвертовидн. крист. зерна. Вѣдн. ножелт. до красн.-бур. Рѣзкій рельефъ. Шагренов. поверх. разрывовъ. Оптнч. полож. Нераств. въ кислот. Показ. преломл. 1,9.</p>	<p>Самородное желѣзо. Прав. Fe. Уд. в. 7,3—7,8. Зерна и октаэдр. Сѣр. метал. блескъ. При обраб. $QuSO_4$ выдѣл. Sn.</p> <p>Магнитный желѣзнякъ. Прав. Уд. в. 4,9—5,2. Зерна и октаэдр. Спайности и двойники по O. Синевато-черный метал. блескъ. Извлеч. магнитомъ. Раств. въ HCl.</p> <p>Титанисто-магнитный желѣзнякъ. Правил. Уд. в. 4,8—5,1. $FeO + Fe_2O_3$. Какъ магнит. желѣз., но иногда окруженъ каймой лейкоксена. Микр. реакція на Ti.</p> <p>Хромистый желѣзнякъ (хромитъ). Правил. Уд. в. 4,6. $FeCrO_4$. Октаэдр. и зерна. Въ тонкихъ пласти. просвѣчивають буроват. цвѣтомъ. Въ HCl пераств. Магнитомъ не извлекается. Слаб. металл. блескъ. Показ. преломл. 2,096.</p> <p>Титанистый желѣзнякъ (ильменитъ). Шестигул. Уд. в. 4,5—5. $FeTiO_6$. Иголочки, зерна, шестигул. табл. Черн., чернобур., металл. блескъ. Въ HCl трудно раств. Реакція на Ti. Кайма лейкоксена.</p> <p>Желѣзный блескъ. Шестигул. Уд. в. 4,9—5,3. Fe_2O_3. Шестигул. листочки. Сильн. металл. блескъ. Просвѣчив. краснымъ цвѣтомъ. Въ HCl раств. Оптнч. полож. Показ. преломл. 1,90.</p> <p>Сѣрный колчеданъ (пиритъ). Правил. Уд. в. 4,9—5,2. FeS_2. Зерна, куб., пентагон. додекаэдр. Шпейсово-желтый метал. блескъ. Въ HNO_3 раств. съ выдѣл. S.</p> <p>Пирротинъ (магнитный колчеданъ). Шестигул. Уд. в. 4,6. FeS. Непрозрач. зерна. Бронз., томпаков.-желт. метал. блескъ.</p> <p>Графитъ. Шестигул. С. Уд. в. 1,9—2,3. Непрозрач. листоч. Черный метал. блескъ. Кисл. недѣйств. При прокат. исчезаетъ. Соверш. непрозрачный.</p>

чительную степень помутнѣнія ортоклаза (обусловленную процессомъ каолинизациі) и чистоту зеренъ кварца, чтобы уничтожилось сомнѣніе въ принадлежности минерала тому или другому виду. Точно такъ же можно привести и другой примѣръ возможности смѣшенія двухъ минераловъ, если руководствоваться только какимъ-нибудь однимъ признакомъ. Въ древнихъ плагиоклазовыхъ горныхъ породахъ довольно часто роговая обманка встрѣчается рядомъ съ хлоритомъ (или съ его разностью пенниномъ); оба минерала часто окрашены въ одинъ и тотъ же зеленый цвѣтъ, оба обнаруживаютъ явленія плеохроизма, и если довольствоваться только этими признаками, то наблюдателю крайне легко смѣшать роговую обманку съ хлоритомъ. Имѣя въ виду, что роговая обманка въ полномъ параллельномъ поляризованномъ свѣтѣ обнаруживаетъ довольно яркую интерференціонную окраску, а хлоритъ нѣтъ, такимъ способомъ легко пріобрѣтается одинъ изъ признаковъ для отличія. Такъ какъ въ породахъ рядомъ съ роговою обманкою можетъ встрѣчаться и другая разность хлорита—клинохлоръ, уже обладающій интерференціонной окраской, то для уничтоженія всякаго сомнѣнія необходимо прибѣгнуть къ микрохимическимъ реакціямъ. Соляная кислота разрушаетъ хлоритовыя разности, тогда какъ роговая обманка при этомъ не измѣняется. Наконецъ, для отличія этихъ минераловъ можно прибѣгнуть еще къ линзѣ Бертрана и Ласо, предварительно выбравъ на препаратѣ соответствующіе разрѣзы; при этихъ условіяхъ хлоритъ обнаружить рисунокъ, свойственный одноосному минералу, тогда какъ роговая обманка—рисунокъ двусоснаго минерала. Точно такъ же часто возможно смѣшеніе авгита, оливина и эпидота, обнаруживающихъ въ параллельномъ поляризованномъ свѣтѣ яркую интерференціонную окраску. Принимая во вниманіе направленіе трещинъ спайности, уголъ затемнѣнія, растворимость въ кислотѣ (напр., для оливина), характеръ образованія двойниковъ и наружныя очертанія кристалловъ, характеръ плеохроизма и т. п., является полная возможность отличить три вышеупомянутыхъ минерала между собою.

Въ петрографіи иногда приходится пользоваться признаками, по видимому, крайне неважными, но часто дающими полную возможность отличія. Для этихъ цѣлей существуетъ нѣсколько (см. указатель литературы въ началѣ книги) специальныхъ таблицъ. Въ приведенной таблицѣ (стр. 340), составленной В. К. Полѣновымъ, собраны наиболѣе петрографически важные признаки отдѣльныхъ минераловъ, образующихъ горныя породы, причемъ распредѣленіе минераловъ въ таблицѣ соответствуетъ самому микроскопическому приему изслѣдованія. Всѣ минералы раздѣлены на двѣ большихъ группы: прозрачныя и не прозрачныя; первая группа распадается на изотропныя и анизотропныя, причемъ въ послѣднихъ различаютъ съ прямымъ или съ косымъ затемнѣніемъ и т. д. Кромѣ того, какъ въ тѣхъ такъ и въ другихъ отличаютъ минералы безцвѣтные отъ окрашенныхъ.

ОБЩИЙ ОБЗОРЪ ГОРНЫХЪ ПОРОДЪ.

Вышеприведенные методы изслѣдованія, а равно и указанные признаки отдѣльныхъ минераловъ, даютъ полную возможность группировки или классификаціи горныхъ породъ. Въ этомъ отношеніи всѣ извѣстныя въ настоящее время горныя породы довольно легко распадаются на три большихъ группы: 1) простыя горныя породы, представляющія кристаллическій агрегатъ одного минерала, 2) сложныя горныя породы, образованныя нѣсколькими минералами и 3) обломочныя горныя породы, состоящія изъ обломковъ горныхъ породъ и минераловъ.

Простыя горныя породы.

Простыя породы могутъ быть образованы: окислами водорода (ледь), хлористыми и фтористыми соединениями, сѣрновислыми, углекислыми и фосфорнокислыми солями, кремневою кислотою, окисью желѣза или солями желѣза и углеродомъ. Согласно этому, нѣкоторые ученые еще подраздѣляютъ всѣ простыя породы на семейства.

Ледь. — По способу происхожденія ледь можно подраздѣлить на ледь, образовавшійся изъ снѣга и отъ замерзанія воды рѣкъ и болѣе крупныхъ водныхъ бассейновъ. Ледь, образованный первымъ способомъ, въ петрографическомъ отношеніи подраздѣляютъ на снѣгъ, фирнь и глетчерный ледь. Снѣгъ представляетъ собою свободный агрегатъ иголь, пластинокъ и хлопьевъ, осаждающихся изъ водяныхъ паровъ атмосферы, какъ на значительныхъ высотахъ горныхъ странъ, такъ и въ странахъ холодныхъ. Снѣгъ занимаетъ обширныя пространства и обладаетъ иногда весьма значительною мощностью. Фирнь — есть или свободный, или связанный ледянымъ цементомъ агрегатъ бѣлыхъ зеренъ льда; онъ образуется на извѣстной высотѣ, около 3330 метровъ на горахъ, въ силу дневного таянія и ночного смерзанія снѣга. Фирновыя поля занимаютъ также значительныя пространства на высокихъ горахъ. Глетчерный ледь представляетъ кристаллически-зернистый и часто неправильный агрегатъ кристаллическихъ ледяныхъ зеренъ, величина которыхъ на всемъ протяженіи ледника измѣняется отъ горошины до величины куриного яйца. Онъ образуется на большихъ высотахъ (для Альпъ до 2500 метровъ), какъ видѣли выше (стр. 103), въ силу давленія, пластичности снѣга и фирна и способности льда къ жидкостному истеченію. Глетчерный ледь, въ разрѣзахъ и трещинахъ, а, слѣдовательно, въ направленіяхъ, параллельныхъ поверхности ледника, представляетъ слоистость, обусловленную рядами чередующихся отложеній: льда, богатаго пузырьками воздуха, и льда, бѣднаго этими послѣдними; первые слои поэтому являются бѣлыми, послѣдніе — окрашенными въ голубой цвѣтъ. Кромѣ того, глетчерный

ледъ разбитъ весьма мелкими трещинками. Глетчеры образуютъ мощныя скопленія льда на высокихъ горахъ и въ странахъ полярныхъ; на первыхъ они занимаютъ пространство между границею фирна и линіею таянія льда, во вторыхъ — спускаются часто въ море.

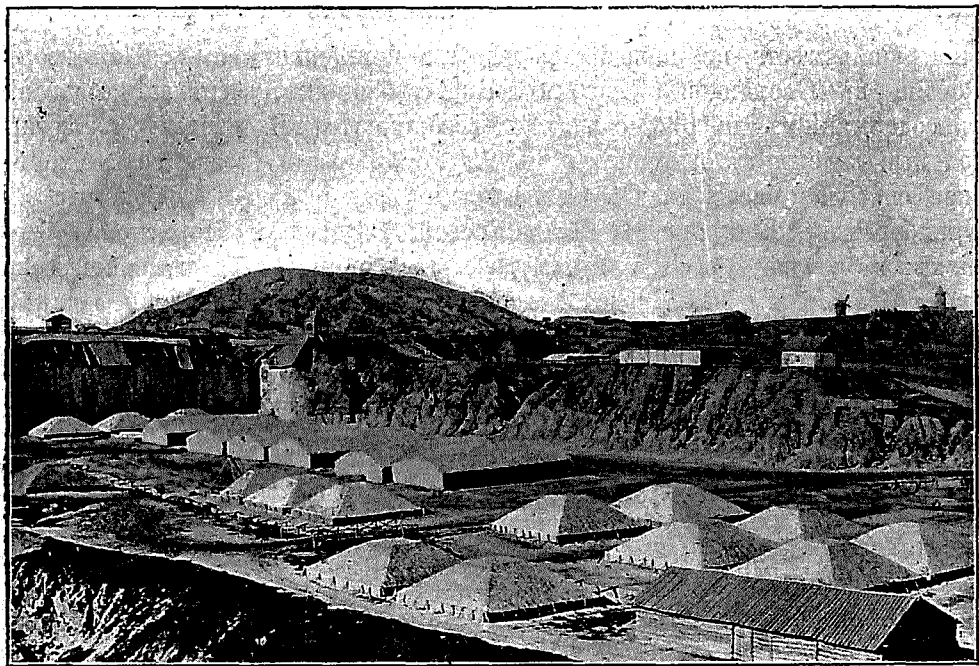
Ледъ, образующійся отъ замерзанія воды рѣкъ и другихъ бассейновъ, въ свою очередь, можетъ быть подраздѣленъ на ледъ поверхностей водныхъ бассейновъ и ледъ дна. Онъ состоитъ изъ агрегата иглообразныхъ кристалловъ льда, при этомъ первый прозраченъ, твердъ и плотенъ, бѣлаго или зеленого цвѣта, второй — большею частью съ грязной окраской, содержитъ землистыя и песчаныя частицы дна. Въ полярныхъ моряхъ наблюдаются значительныя скопленія такого льда, мощностью отъ 6 до 10 метровъ.

Каменная соль представляетъ горную породу, образованную агрегатомъ кристалловъ поваренной соли, или хлористаго натрія, но рѣдко она встрѣчается въ чистомъ состояніи; чаще всего къ ней примѣшиваются хлористые магній, кальцій и калий, которые притягиваютъ влагу изъ воздуха, а потому дѣлаютъ соль мало пригодною для перевозки и сохраненія и придаютъ ей горькій вкусъ. Кромѣ того, она содержитъ очень часто механическія примѣси, напримѣръ, окислы желѣза, которые окрашиваютъ ее въ желтоватый или красноватый цвѣтъ; красноватый цвѣтъ соли нѣкоторыхъ мѣстностей (Илецкой защиты, Велички) зависитъ отъ желѣзной слюдки; мѣдная зелень и хлористая мѣдь окрашиваютъ соль въ зеленый или голубой цвѣтъ; нѣкоторыя смолы сообщаютъ соли сѣрую или голубую окраску. Иногда встрѣчается соль, содержащая газообразныя вещества, количество которыхъ достигаетъ до 5%. Такая соль известна подъ именемъ трескучей соли (Величка и Стассфуртъ). Если бросать кусочки этой соли въ воду, то они разрываются на части и разлетаются, потому что газы въ ней заключены подъ нѣкоторымъ давленіемъ, подъ влияніемъ котораго, по мѣрѣ растворенія кристалловъ, они разрываютъ съ трескомъ окружающую оболочку и разбрасываютъ ее. Въ газахъ находятъ водорода 2,99%, окиси углерода 0,26% и масляроднаго газа 1,75%. Иногда соль содержитъ значительную примѣсь глины, въ такомъ случаѣ ее называютъ глинистою; если же соль является примѣсью къ глинамъ и пескамъ, то такія образования получаютъ наименованіе солончаковъ (хотя въ общежитіи нерѣдко подъ именемъ солончаковъ понимаютъ пропитанныя и другими солями глины, суглинки и пески). Во всѣхъ видахъ соль легко отличить отъ другихъ горныхъ породъ легкою растворимостью въ водѣ, соленнымъ вкусомъ и характерною кубическою спайностью.

Залежи каменной соли достигаютъ иногда значительной мощности. Близъ Берлина буровая скважина Шперенберга прошла толщу каменной соли въ 1300 метровъ. Мощность мѣсторожденія Велички опредѣляютъ въ 1400 метровъ, а Стассфурта въ 330 метровъ; въ Илецкой защитѣ (Оренбургской губерніи) неправильной формы соляная залежь изслѣдована на протяженіи 2116 метровъ въ длину, 1300 метровъ въ ширину и на 145 метровъ въ глубину, и до сихъ поръ неизвѣстны слои, ее подстилающіе.

Каменная соль очень часто находится въ сопровожденіи гипса, съ прослоями песка и глины и содержитъ иногда обугленные куски стволовъ деревьевъ. Въ нѣкоторыхъ мѣсторожденіяхъ каменная соль является въ сопровожденіи другихъ солей, встрѣчающихся въ морской водѣ (двойныя соли хлористаго магнія съ кальціемъ и калиемъ), которыя въ такомъ случаѣ образуютъ верхніе слои залежи каменной соли.

Еще очень недавно нѣкоторые ученые, встрѣчая каменную соль, какъ продуктъ возгонки вулкановъ, считали ее исключительно вулканическаго происхожденія. Наблюденія надъ большими соляными бассейнами и озерами въ побережьяхъ Каспійскаго, Чернаго и Азовскаго морей даютъ возможность объяснить процессъ образованія каменной соли болѣе простымъ и естественнымъ способомъ. Участки морской воды могутъ



Фиг. 224. Соляная копъ Илецкой заплаты (Венюковъ).

отдѣляться отъ морей образующимися берегами, а такъ какъ испареніе въ этихъ мѣстностяхъ происходитъ сильнѣе, чѣмъ идетъ выпаденіе атмосферныхъ осадковъ, то отгороженные участки морской воды будутъ концентрироваться и каменная соль мало-помалу станетъ осаждаться на дно и по берегамъ такихъ озеръ. Этотъ естественный процессъ подалъ поводъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ добывать соль изъ морской воды; такъ, въ южной Франціи на берегу моря устраиваютъ плоскіе бассейны, наполняютъ ихъ водою изъ моря и затѣмъ отгораживаютъ отъ этого послѣдняго. Когда крѣпость раствора достигаетъ 28° Бомэ, начинается выдѣляться хлористый натрій, который и выгребаютъ. Замѣчательно то, что каменная соль, отложившаяся въ береговыхъ озерахъ, отличается гораздо болѣе чистотой отъ соли, получаемой прямо изъ морской воды; причина этого объяснена выше (стр. 95).

Вышеуказанныя наблюденія даютъ возможность предполагать, что черезъ усыханіе озеръ и заливовъ образовались и древнія залежи каменной соли. Въ Стассфуртѣ хорошо видна послѣдовательность осажденія солей морской воды при высыханіи нѣкогда бывшаго здѣсь морскаго бассейна: внизу наименѣе растворимый гипсъ, затѣмъ мощный

слой каменной соли, а сверху слой болѣе растворимыхъ солей морской воды, каковы двойныя соли: хлористаго магнія, кальція и калия. Отсутствие такой послѣдовательности въ залежахъ Велички и Илецкой защиты можно объяснить или вышеуказанною фильтраціей, или позднѣйшимъ уничтоженіемъ этихъ солей циркулирующею черезъ горныя породы водою. Есть данныя въ пользу того, что мѣсторожденіе Велички образовалось въ заливѣ третичнаго моря.

Каменная соль встрѣчается почти во всѣхъ извѣстныхъ геологическихъ образованіяхъ. Въ наиболѣе древнихъ, силурійскихъ образованіяхъ, она извѣстна въ Америкѣ (въ штатахъ Нью-Йоркъ, Виргинія, Мичиганъ и въ Канадѣ); въ девонской системѣ залежей соли не найдено, но встрѣчаются довольно крѣпкіе ключи, выходящіе съ глубины до 215 метровъ; въ Старой Руссѣ (Новгородской губерніи), въ глинахъ девонской системы, при проходѣ въ нихъ бура, были обнаружены кубическія пустоты, представляющія мѣста, гдѣ находились нѣкогда кристаллики соли. На сѣверѣ Россіи, въ Олонецкой и Архангельской губерніяхъ, встрѣчаются ключи съ содержаніемъ до 6⁰/₁₀ соли. Въ каменноугольной системѣ извѣстны соляныя залежи въ Америкѣ и въ Англии. Гораздо богаче солью пермская система (діасъ); въ Россіи извѣстны соляныя ключи въ Вологодской, Оренбургской, Костромской, Владимірской, Вятской и Пермской губерніяхъ; въ южной Россіи найденъ довольно мощный слой каменной соли около Славянска въ Харьковской губерніи, позже были найдены мощныя залежи около г. Бахмута въ Екатеринославской губерніи, на хуторѣ Брянцовкѣ, гдѣ и происходятъ въ настоящее время значительныя выработки. Къ пермской системѣ относятся многіе ключи и мѣсторожденія Сибири (по Вилюю, Анабару, Оленеку, по Ангарѣ, Ленѣ и т. д.). Въ западной Европѣ къ пермской системѣ относятся знаменитыя залежи Стассфурта. Въ триасѣ извѣстны богатые солью ключи въ Зальцкаммергутѣ (австрійскій Тироль). Въ юрской системѣ соль встрѣчается въ Швейцаріи у Бэ. Въ мѣловой она встрѣчается въ Вестфалии и въ Алжирѣ. Значительный интересъ представляютъ третичныя образованія: сюда относятся обширныя мѣсторожденія Велички и Бохніи. Величка извѣстна съ глубокой древности и разработка ея ведется непрерывно, въ Россіи къ третичнымъ образованіямъ должно отнести мѣсторожденія соли въ Арменіи (нахичеванское и кульпинское). Наконецъ, къ современнымъ образованіямъ относятся многочисленныя соляныя озера, разбросанныя какъ въ южной Россіи, такъ и въ Сибири, а равно въ Аравіи и Южной Америкѣ.

Гипсъ представляетъ агрегатъ недѣлимыхъ водной сѣрнокислой извести, причемъ можно различать гипсъ плотный, зернистый, волокнистый или шестоватый и, такъ называемый, шпатовый гипсъ. Такое различіе дѣлаютъ, основываясь на величинѣ и формѣ отдѣльныхъ недѣлимыхъ, образующихъ горную породу. Въ плотномъ гипсѣ, обыкновенно бѣлаго цвѣта, просвѣчивающемъ въ краяхъ и извѣстномъ подъ именемъ алебастра, недѣлимыя крайне мелкихъ размѣровъ; въ зернистомъ гипсѣ уже легко различимы отдѣльныя недѣлимыя — это агрегатъ или бѣлаго, или вообще свѣтлыхъ цвѣтовъ, иногда съ темными пятнами. Волокнистый или шестоватый гипсъ образованъ недѣли-

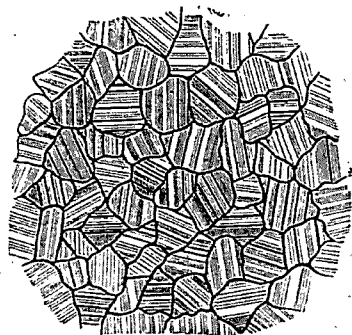
мыми, вытянутыми въ формѣ волоконъ; такой гипсъ встрѣчается обыкновенно прослоями въ другихъ разностяхъ, причемъ волокна помѣщаются перпендикулярно прослоямъ. Наконецъ, шпатовый гипсъ названъ такъ потому, что отдѣльныя его недѣлимья достигаютъ крупныхъ размѣровъ, даже до 2 метровъ. Окраска гипса въ различные цвѣта (сѣрый и красный) зависитъ отъ механическихъ примѣсей, которыми бывають глины или окислы желѣза, окрашивающіе гипсъ въ желтые и красные цвѣта. Отличить гипсъ отъ другихъ горныхъ породъ очень легко, руководствуясь его нерастворимостью въ кислотахъ и въ особенности его незначительною твердостью (онъ чертится ногтемъ). Гипсъ встрѣчается значительными скопленіями въ отложеніяхъ девонской, пермской, триасовой и третичной системъ; въ Европ. Россіи онъ по преимуществу развитъ въ девонской (Псковская губернія, Лифляндія и Курляндія) и въ пермской (Архангельская, Вологодская, Нижегородская, Казанская и др.).

По способу своего происхожденія гипсъ стоитъ близко къ каменной соли и представляетъ продуктъ отложенія изъ воды морей и океановъ, поэтому онъ является почти постояннымъ спутникомъ каменной соли, а потому и области его распространенія связаны съ областями развитія каменной соли. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ необходимо допустить иной способъ его происхожденія, а именно — когда гипсъ является вкрапленнымъ въ известняки, какъ это иногда наблюдается въ пермскихъ образованіяхъ Казанской и Нижегородской губерній; выходъ здѣсь изъ известняковъ сѣрнистыхъ ключей даетъ возможность видѣть въ процессѣ окисленія сѣрнистаго водорода ключей въ сѣрную кислоту причину образованія гипса, — сѣрная кислота должна вытѣснять изъ известняка углекислоту, а такъ какъ это вытѣсненіе будетъ происходить въ присутствіи воды, то представляется полная возможность образованія гипса.

Ангидритъ состоитъ изъ агрегата недѣлимыхъ безводной сѣрно-кислой извести, недѣлимья которой то крупны, то мелки, то соединены въ плотную массу. Отъ гипса ангидритъ отличается большею твердостью, но также не растворяется и не вскипаетъ съ кислотами. Окраска его бываетъ различна, но чаще онъ бѣлаго, свѣтло-голубого или свѣтло-сѣраго, а также красноватаго цвѣта. Ангидритъ почти всегда сопровождается гипсомъ и представляетъ многочисленныя въ него переходы, въ особенности тамъ, гдѣ онъ непосредственно обнажается на дневную поверхность. Ангидритъ встрѣчается на Гарцѣ, въ Альпахъ, въ особенности въ Тиролѣ; въ Россіи извѣстенъ въ Нижегородской губерніи и въ окрестностяхъ Кунгура.

Известнякъ образованъ недѣлимими или одного кальцита, или кальцита и арагонита; онъ весьма часто содержитъ механическія или химическія примѣси. Химическими примѣсями являются изоморфныя съ углекислою известью вещества, каковы: углекислыя соли закиси желѣза, магнія, марганца; механическими — глина, песокъ, смолы и разнообразныя минералы, по большей части силикаты извести и магnezіи. Чистыя его разности сильно вскипаютъ съ кислотами и совершенно въ нихъ растворяются, легко чертятся сталью. Вышеуказанныя примѣси обуславливають разнообразіе окраски и даютъ возможность различить нѣсколько разностей.

Кристаллически-зернистый известнякъ, мраморъ, состоитъ изъ зеренъ известковаго шпата—кальцита, зерна котораго представляютъ различную величину, причеъ наименьшая доходитъ до 0,005 мм. (мраморъ Пентеликона близъ Аѳинъ). Наиболье цѣнны бѣлые мраморы мелкаго зерна. Мелкозернистость мрамора имѣетъ большое значеніе для скульптурныхъ произведеній: при окончательной обработкѣ куска въ мелкозернистыхъ разностяхъ художникъ можетъ снимать крайне мелкія части. Если приготовить изъ мрамора микроскопическій препаратъ, то въ обыкновенномъ свѣтѣ, а еще лучше въ поляризованномъ, на каждомъ зернѣ известковаго шпата (фиг. 225) можно наблюдать двойниковую штриховатость, располагающуюся независимо отъ сосѣдняго зерна. Мраморы часто заключаютъ, какъ примѣсъ; другіе минералы: графитъ, слюду, серпентинъ, грамматитъ, паргаситъ, гранатъ, шпинель, корундъ, лучистый камень, роговую обманку, кварцъ, апатитъ, плавиковый шпатъ, магнитный желѣзнякъ, сѣрный колчеданъ и др. Мраморъ по большей



Фиг. 225. Мраморъ-известнякъ подъ микроскопомъ въ поляризованномъ свѣтѣ.

части принадлежитъ къ древнимъ геологическимъ образованіямъ, но встрѣчается, однако, и въ болѣе новыхъ отложеніяхъ: Каррара представляетъ залежи, относимыя къ мезозойскимъ образованіямъ. Обыкновенно, чѣмъ древнѣе мраморъ, тѣмъ болѣе въ немъ встрѣчается хорошо образованныхъ минераловъ. Мраморы лаврентьевской системы часто содержатъ включенія серпентина, придающаго имъ зеленовато-желтую окраску; этимъ мраморамъ дано было особое названіе офикальцита.

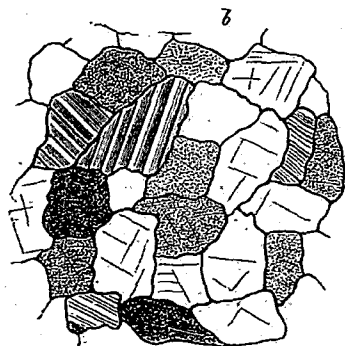
Въ Россіи мраморы извѣстны во многихъ мѣстахъ, хотя по своимъ достоинствамъ они не принадлежатъ къ скульптурнымъ, а только къ архитектурнымъ разностямъ. Такіе известняки встрѣчаются въ Финляндіи (островъ Паргасъ, Гопунвара, Юенсу, Рускіала, откуда взяты мраморъ для наружной отдѣлки Исаакіевскаго собора, Вильманстрандъ, окрестности Куопіо и Стремсдальскаго завода); на Уралѣ мраморъ встрѣчается близъ Невьянска, д. Горношитской и Мраморскаго. Извѣстны мраморы въ Сибири (по Енисею, Ленѣ, Вилюю, въ Нерчинскомъ округѣ, а по Иркуту найденъ бѣлый мраморъ); извѣстны также его мѣсторожденія на Алтаѣ.

Известковый натекъ обыкновенно представляетъ крупнозернистый агрегатъ известковаго шпата и встрѣчается въ полостяхъ и пустотахъ горныхъ породъ въ видѣ сталактитовъ и сталагмитовъ.

Обыкновенный, или плотный известнякъ состоитъ отчасти также изъ крайне мелкихъ кристаллическихъ зеренъ известковаго шпата, но болѣею частью изъ обломковъ известковыхъ раковинъ и панцирей различныхъ организмовъ; по изслѣдованіямъ Сорби, въ составъ обыкновеннаго известняка входитъ также довольно значительное количество ара-

гонита. Известнякъ обыкновенно окрашенъ въ желтоватыя, бурныя и сѣрыя цвѣта и встрѣчается почти во всѣхъ геологическихъ образованіяхъ, образуя въ нихъ мощныя отложенія. Въ известнякахъ обыкновенно встрѣчаются многочисленныя ископаемые остатки. Известняки могутъ различаться или по геологическому возрасту: силурійскій, девонскій, триасовый, третичный и т. д., или по господствующимъ окаменѣlostямъ: ортоцератитовый известнякъ, стрингоцефаловый, нуммулитовый, или по нѣкоторымъ минераламъ, придающимъ известняку особую окраску: напримеръ, известнякъ, окрашенный въ зеленый цвѣтъ глауконитомъ, извѣстенъ подъ именемъ глауконитоваго известняка. Наконецъ, иногда заимствуютъ наименованіе известняка отъ мѣстности, напр., эйфельскій известнякъ.

Обыкновенный известнякъ, въ свою очередь, подраздѣляется на нѣсколько подразностей, зависящихъ или отъ примѣсей, или отъ строенія. Примѣсь глины обуславливаетъ происхождение глинистаго известняка, примѣсь песку — песчанистаго известняка, цементировка кремневою кислотою — кремнистаго известняка, примѣсь доломита производитъ доломитизированный известнякъ. Надо замѣтить, что эта послѣдняя разность иногда является въ кристаллически-зернистомъ состояніи, т.-е. представляетъ настоящій мраморъ; къ такимъ мраморамъ принадлежатъ нѣкоторые изъ финляндскихъ. Отличить такой мраморъ можно довольно легко подъ микроскопомъ (фиг. 226), зерна кальцита являются покрытыми двойниковою штриховкою, тогда какъ зерна доломита исчерчены только трещинами спайности. Примѣсь къ обыкновенному известняку смоль образуетъ смолистый или вонючій известнякъ; послѣднее наименованіе онъ получилъ потому, что при раскалываніи его, или иногда просто при ударѣ, издаетъ непріятный запахъ.



Фиг. 226. Мраморъ-доломитизированный известнякъ въ поляризованномъ свѣтѣ.

По строенію или структурѣ различаютъ: оолитовый известнякъ, образованный круглыми зернами, величиною отъ просяного зерна до горошины, причемъ зерно имѣетъ какъ концентрически-скорлуповатое, такъ и радіально-лучистое строеніе. Зерна то безъ цемента, то слабо, то крѣпко связаны между собою въ плотную массу. Когда зерна являются составленными изъ арагонита и достигаютъ величины горошины, то таковой известнякъ называютъ пизолитовымъ или гороховымъ камнемъ (карлсбадскій), а если зерна связаны между собою глинисто-рухляковымъ цементомъ, то ему даютъ наименованіе икряного камня (Эйслебенъ, Брауншвейгъ и т. д.). Въ Россіи оолитовые известняки встрѣчаются въ третичныхъ образованіяхъ Крыма и въ юрскихъ Харьковской губерніи.

Пористый известнякъ, известковый туфъ и травертино представляютъ разности известняка, изобилующія пораами и полостями,

то расположенными безъ всякой правильности (туфъ), то правильно (травертино). Въ нихъ обыкновенно встрѣчаются стебли и листья растений, раковины моллюсковъ и твердые остатки другихъ животныхъ. Такіе пористые известняки большею частью нѣвѣйшаго образованія и извѣстны во многихъ мѣстахъ.

Мѣлъ или землистый известнякъ состоитъ обыкновенно изъ массы раковинъ корненожекъ и комочковъ аморфной углекислой извести съ незначительною примѣсю углекислой магнезій, закиси желѣза. и остатковъ діатомовыхъ водорослей. Въ чистомъ видѣ онъ мягокъ и снѣжно-бѣлаго цвѣта, отъ примѣси глины и желѣза приобретаетъ сѣрый или желтоватый цвѣтъ. Въ немъ встрѣчаются окаменѣлости и стяженія кремня; онъ часто переходитъ въ мѣловой рыхлякъ а отъ примѣси глауконита въ глауконитовый мѣлъ. Эта горная порода принадлежитъ главнымъ образомъ мѣловой системѣ, хотя мѣлоподобные известняки могутъ встрѣчаться и въ другихъ.

378 Доломитъ представляетъ агрегатъ доломитоваго шпата. Нормальный доломитъ состоитъ изъ 54,35 ч. углекислой извести и 45,65 углекислой магнезій. Коль скоро наблюдается уклоненіе отъ этого состава, то породу называютъ доломитизированнымъ известнякомъ въ томъ случаѣ, если углекислой магнезій меньше, чѣмъ въ нормальномъ доломитѣ. Могутъ быть случаи, когда углекислой магнезій нѣсколько больше нормы. Въ отношеніи этихъ двухъ солей наблюдается масса переходовъ отъ породъ, въ которыхъ количество углекислой магнезій всего какихъ-нибудь $\frac{1}{2}\%$, до такихъ породъ, гдѣ углекислая известь превышаетъ нормальный процентный составъ свой въ доломитѣ также на $\frac{1}{2}\%$. Доломиты представляютъ разности, смотря по тому, будутъ ли они чисты или содержать примѣси.

Совершенно параллельно мрамору, встрѣчается кристаллически-зернистый доломитъ, сравнительно чистый отъ постороннихъ примѣсей. Препаратъ изъ такого доломита не представляетъ на зернахъ двойниковой штриховатости, а только трещины спайности, пересѣкающіяся между собою подъ опредѣленнымъ угломъ. Такіе мраморы-доломиты пользуются въ Олонецкой губрніи сильнымъ распространеніемъ (Тивдія и сѣверный берегъ Онежскаго озера). Также параллельно обыкновенному известняку можно отличать и здѣсь обыкновенный доломитъ, составленный изъ весьма мелкихъ зеренъ доломитоваго шпата. Такіе доломиты большею частью пористы и бѣдны ископаемыми остатками. Доломиты довольно легко смѣшаны съ известняками, но есть нѣсколько признаковъ для отличія: твердость и удѣльный вѣсъ доломита больше известняка; кромѣ того, холодная соляная кислота трудно дѣйствуетъ на доломитъ, а уксусная кислота при 0° на доломитъ не дѣйствуетъ. Мраморы-доломиты большею частью бѣдны посторонними примѣсями, которыми являются кварцъ, со-общающій доломиту трудность шлифовки, и талькъ. Доломиты, содержащіе глину, называются мергелистыми или рыхляковыми. Допуская изоморфизмъ между углекислыми солями извести и магнезій, можно смотрѣть на доломитизированные известняки, какъ на извѣстную фазу этого

процесса. Микроскопическія излѣдованія надъ кристаллически-зернистымъ доломитизированнымъ известнякомъ показали, какъ то видѣли выше, составъ такихъ породъ изъ отдѣльныхъ зеренъ какъ кальцита, такъ и доломита; слѣдовательно, здѣсь имѣется болѣе сложная горная порода, состоящая, по крайней мѣрѣ, изъ двухъ минераловъ.

Рухлякъ, или мергель, представляетъ смѣсь углекислой извести или углекислыхъ извести и магнезій съ глиною. Количество этой послѣдней бываетъ отъ 20% до 60%. На рухлякъ можно смотрѣть, какъ на известнякъ или доломитъ, къ составу котораго примѣшана глина, а потому въ природѣ должны встрѣчаться и переходныя породы. Вышеупомянутый глинистый известнякъ и глинистый доломитъ, называемые обыкновенно рухляковыми или мергелистыми известняками и доломитами, составляютъ въ различныхъ геологическихъ образованіяхъ весьма обыкновенныя горныя породы. Окислы желѣза сообщаютъ этимъ породамъ зеленоватую, желтоватую и буроватую или красноватую окраску; примѣси органическихъ веществъ, въ особенности смолистыхъ, окрашиваютъ рухлякъ въ сѣрый, а иногда и въ чернѣйшій цвѣтъ. Рухлякъ въ Россіи пользуется значительнымъ развитіемъ, въ особенности въ девонской и пермской системахъ.

Горючій рухляковый сланецъ.—Эта порода представляетъ то различіе отъ рухляка, что обладаетъ способностью раскалываться на тонкія пластинки и пропитана органическими веществами—смолами. Цвѣтъ его то чернѣйшій, то свѣтлѣйшій, то красновато-бурый, горитъ онъ на воздухѣ, распространяя копотъ и болѣею частью ароматическій запахъ. Въ Россіи такой сланецъ встрѣчается въ силурійскихъ образованіяхъ Эстляндіи; близъ Кукерса, онъ окрашенъ отъ свѣтлаго красно-бурого до темно-бурого цвѣта; количества органическихъ веществъ колеблется въ немъ отъ 33 до 56%. Горючій рухляковый сланецъ извѣстенъ также около Симбирска, на Волгѣ, гдѣ онъ является окрашеннымъ въ чернѣйшій цвѣтъ. Горючій сланецъ Сызранскаго уѣзда (Симбирской губерніи) содержитъ до 60% горючихъ веществъ, а Лукояновскаго уѣзда (Нижегородской губерніи) до 47%.

Происхожденіе известняковъ, доломитовъ и рухляковъ.—Вопросъ о происхожденіи этихъ породъ представляетъ большой интересъ въ виду ихъ значительнаго распространенія въ природѣ. Для объясненія происхожденія известняка нѣкоторые ученые первоначально допускали непосредственное осажденіе углекислой извести прямо изъ морской воды, но Вишофъ показалъ, что такое предположеніе невозможно. Въ морской водѣ находится такое ничтожное количество извести, что требовалось бы, по этой гипотезѣ, испареніе громаднаго ея количества для осажденія крайне ничтожнаго слоя углекислой извести. Кромѣ того, другія минеральныя вещества, растворенныя въ морской водѣ въ болѣебольшомъ количествѣ, должны были бы отлагаться раньше углекислой извести; такими веществами, какъ извѣстно, являются хлористый натрій, гипсъ, и др., а потому эти вещества должны были бы всегда встрѣчаться совмѣстно съ известняками—чего въ дѣйствительности не находятъ—какъ явленія постояннаго. Вишофъ рѣшительно отрицаетъ возможность скопленія въ большихъ количествахъ углекислой извести въ морѣ изъ морской воды и склоняется къ участію жизнедѣятельности организмовъ. Особенно полно объясняетъ круговоротъ извести въ морѣ Моръ, принимая для этого, какъ указано выше (стр. 257), совмѣстную жизнедѣятельность растений и животныхъ. Первые обуславливаютъ разложеніе гипса и образованіе орга-

ническихъ солей извести, вторыя—питаются растеніями—усваиваютъ собранный ими матеріалъ въ своемъ организмѣ. Разсмотрѣнная дѣятельность известковыхъ водорослей, корненожекъ, проблематическаго батибія, моллюсковъ и коралловъ даетъ съ этой стороны обширный матеріалъ для объясненія скопленія громадныхъ количествъ углекислой извести въ моряхъ и океанахъ.

Точно такъ же нѣкоторые ученые смотрѣли и на доломиты, какъ на непосредственные осадки изъ морской воды, полагая, что прежнія моря были богаче солями углекислой магнезій и извести. Другіе допускали даже непосредственное образованіе доломитовъ при содѣйствіи животныхъ организмовъ, а именно, пытались допустить обмѣнное разложеніе между углекислымъ натромъ крови моллюсковъ и хлористыми кальціемъ и магнеіемъ морской воды.

Леопольдъ фонъ-Бухъ первый призналъ за доломитами характеръ породъ измѣненныхъ—метаморфическихъ. Въ долину Фасса, въ Тиролѣ, онъ нашелъ среди известняковъ изверженныя горныя породы, причемъ, на границѣ съ такими породами известнякъ оказался переходящимъ въ доломитъ. Это и подало ему поводъ объяснять происхожденіе доломитовъ изъ известняковъ, при помощи вообще вулканической дѣятельности. При выступаніи изверженныхъ породъ эти послѣднія сопровождались парами магнезій, при посредствѣ которыхъ въ известнякахъ произошло замѣщеніе части извести и образованіе доломита; но для перехода магнезій въ парообразное состояніе необходима чрезвычайно высокая температура, да кромѣ того при изверженіяхъ современныхъ вулкановъ совершенно не наблюдается выдѣленія паровъ магнезій. Нѣкоторые изъ французскихъ ученыхъ ввели поправку, допуская выдѣленіе при изверженіяхъ хлористаго магнеія. Начиная съ Леопольда фонъ-Буха, при дальнѣйшемъ развитіи этого вопроса, установились два воззрѣнія: одни ученые утверждаютъ, что доломиты образовались изъ известняковъ, другіе стоятъ за непосредственное образованіе доломитовъ изъ воды. Представители послѣдняго воззрѣнія приводятъ слѣдующіе факты. Въ Оверни у Клермонъ-Феррана (мѣсто дѣятельности третичныхъ вулкановъ) наблюдаются источники, какъ остатки вулканической дѣятельности, изъ водъ которыхъ выдѣляется травертинообразный доломитъ; затѣмъ близъ Ульма извѣстны третичныя доломитизированныя известняки. Какъ первые, такъ и вторые образовались въ эпоху, сравнительно недалеко отъ насъ отстоящую, а потому допустить здѣсь измѣненіе известняка въ доломитъ невозможно; эти факты подали поводъ нѣкоторымъ ученымъ объяснять происхожденіе доломитовъ непосредственнымъ осажденіемъ ихъ изъ воды. Но случаи подобнаго рода крайне рѣдки и представляютъ образованія, занимающія сравнительно небольшія пространства, а потому нельзя ихъ класть въ основу гипотезы относительно столь распространенныхъ породъ; кромѣ того находженіе въ известнякахъ многочисленныхъ окаменѣлостей и бѣдность ими доломитовъ, изобилующихъ пустотами и порами, а равно и существованіе переходныхъ породъ, указываетъ скорѣе на ихъ метаморфическое происхожденіе.

Другіе ученые, принимающіе образованіе известняковъ при посредствѣ растительныхъ и животныхъ организмовъ, а образованіе доломитовъ изъ известняковъ, представляютъ болѣе вѣскія доказательства. Первоначально французскіе ученые старались объяснить происхожденіе доломитовъ помощью просачиванія черезъ известнякъ воды, содержащей сѣрнокислую магнезію, но прямыя опыты не подтвердили такого воззрѣнія. Вишофъ допускаетъ для образованія доломита изъ известняка путемъ гидрохимическимъ четыре случая, которые легко подвести къ двумъ. Первый случай—когда известнякъ, содержащій магнезію, подвергается дѣйствію воды съ угольной кислотой. Углекислая известь будетъ мало-по-малу извлекаться изъ известняка, который можетъ быть доведенъ до состава доломита, пройдя разнообразныя степени доломитизаціи. Второй случай Вишофа—когда углекислая магнезія приносится въ горную породу извнѣ, при этомъ можетъ быть или только принесеніе углекислой магнезій безъ растворенія изъ известняка углекислой извести, или можетъ быть явленіе смѣшанное, т.-е. можетъ и приноситься углекислая магнезія и растворяться углекислая известь. При этихъ процессахъ необходимо допустить измѣненія въ объемѣ породы: если доломиты образуются отъ приноса извнѣ углекислой магнезій, то объемъ породы долженъ увеличиваться,

если же доломиты образуются чрез раствореніе водой углекислой извести, приче́мъ, конечно, процентныя отношенія между углекислыми солями кальція и магнезіи измѣняются въ сторону доломитизаціи известняковъ, то объемъ породы будетъ уменьшаться. Шеереръ прямыми опытами подтвердилъ такое воззрѣніе на образованіе доломитовъ изъ известняковъ. Онъ пропускалъ чрезъ порошокъ, вполне опредѣленной смѣси углекислой извести и магнезіи, водный растворъ углекислоты; въ растворѣ получилось болѣе углекислой извести, чѣмъ магнезіи, сравнительно съ количествомъ взятой смѣси. Кроме того онъ фильтровалъ чрезъ мѣлъ, а также и чрезъ чистую углекислую известь, растворъ углекислой магнезіи, приче́мъ мѣлъ обпаруживалъ на этотъ растворъ задерживающее дѣйствіе, а протекающая сквозь мѣлъ вода содержала уже почти чистую углекислую известь. Такой процессъ перехода известняковъ въ доломиты должно признавать за процессъ весьма распространенный въ природѣ, потому что въ пользу его указываетъ различная степень доломитизаціи известняковъ. Различіе во взглядахъ, которое встрѣчается у различныхъ ученыхъ, занимающихся этимъ вопросомъ, легко объясняется тѣми условіями, при которыхъ ученые наблюдали въ данной мѣстности развитіе доломитовъ и доломитизированныхъ известняковъ. Такъ, Дельтеръ и Гернесъ принимаютъ образованіе нѣкоторыхъ доломитовъ южнаго Тироля изъ известняковъ отчасти на счетъ углекислой магнезіи, заключающейся въ известнякахъ первоначально; они ссылаются на изслѣдованіе морского ила, въ которомъ содержаніе углекислой магнезіи доходитъ до 7⁰/₁₀₀; въ этомъ случаѣ матеріалъ для доломитизаціи находится въ самой породѣ. Въ другихъ случаяхъ, когда по сосѣдству съ известняками развиты породы, способныя давать соли магнезіи, матеріалъ для доломитизаціи можетъ приноситься извнѣ; напр., въ Альпахъ, въ долинѣ Фасса (Тироля), доломиты находятся въ сосѣдствѣ съ изверженными горными породами, въ которыхъ имѣется значительный запасъ магнезіальныхъ солей. Вода, извлекая изъ нихъ эти послѣднія и проникая въ известнякъ, будетъ отлагать ихъ изъ раствора. Это явленіе можно принять доказаннымъ и для объясненія происхожденія доломитовъ Олонеккой губерніи. Находящаяся здѣсь древняя изверженная горная порода—діоритъ—въ мѣстахъ своего соприкосновенія съ известнякомъ, не только дала матеріалъ для его полной доломитизаціи, но, иногда даже въ избыткѣ, т.-е. о нѣкоторыхъ изъ нихъ можно сказать, что они передоломитизированы, т.-е. содержатъ болѣе углекислой магнезіи, чѣмъ то требуется по формулѣ доломита. Такимъ образомъ, можно признать, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ изверженные породы участвуютъ въ образованіи доломита, но не въ самый моментъ своего образованія, какъ думалъ Леопольдъ фонъ-Бухъ, а только съ теченіемъ времени и подъ вліяніемъ тѣхъ гидрохимическихъ процессовъ, которые сами вызываютъ измѣненіе изверженной породы и заимствуютъ изъ нея магнезіальныя соли.

Несравненно труднѣе было объяснить происхожденіе мрамора изъ обыкновеннаго известняка. Галль и Розе старались доказать возможность образованія мрамора изъ мѣла, нагрѣвая его до весьма высокой температуры, въ запаянномъ ружейномъ стволѣ; при этомъ получился мраморъ, но въ то же время въ мѣстахъ прикосновенія его со стѣнками трубки образовался слой съ веществомъ трубки. Если дѣйствительно мраморъ происходилъ этимъ путемъ, то всегда, въ мѣстахъ прикосновенія изверженной породы съ известняками, должны были бы наблюдаться подобнаго рода образованія, чего въ дѣйствительности нѣтъ; при этомъ переходъ известняковъ въ мраморъ замѣчается только на небольшомъ разстояніи отъ мѣста соприкосновенія его съ изверженною горною породою, что можно вообще объяснить плохую теплопроводность известняка. Между тѣмъ въ природѣ мраморъ часто встрѣчается громадными толщами, пользуясь значительнымъ распространеніемъ, иногда совершенно вдали отъ изверженныхъ горныхъ породъ, поэтому необходимо допустить другое объясненіе его происхожденія. Бишофъ объясняетъ образованіе мрамора перекристаллизаціею известняка. Мнѣніе Бишофа въ настоящее время находятъ подтвержденіе въ работахъ Томсона, Муррея, Рейна, и др. надъ коралловыми сооруженіями и Вальтера надъ нудлипоровыми рифами. Наблюденія надъ коралловыми рифами обнаружили, что въ части рифа, выведеннаго изъ подъ уровня моря, когда его подводная часть еще растетъ, уже идетъ перерожденіе: онъ мало-по-малу теряетъ свою первоначальную структуру полипняка. Точно такъ же на

Вермудскихъ островахъ идетъ энергичное перерожденіе известковаго дюннаго песка, обязаннаго своимъ происхожденіемъ тѣмъ же коралловымъ сооруженіямъ; нижнія части такихъ дюнь часто совершенно обращены въ кристаллическій известнякъ, тогда какъ наружныя части представляютъ еще скопленіе рыхлаго матеріала. Наблюденія Вальтера надъ нуллипоровыми скопленіями Неаполитанскаго залива (стр. 256) вполне наглядно доказываютъ возможность быстрой перекристаллизаціи углекислой извести. Прямыми наблюденіями также можно показать, что при переходѣ отъ верхнихъ горизонтовъ мощной толщи известняковъ къ нижнимъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, постепенно, можно переходить отъ обыкновенныхъ его разностей къ полу-кристаллическимъ и т. д. Приготовленный изъ нѣкоторыхъ силурійскихъ известняковъ микроскопическій препаратъ заключаетъ обломки раковинъ моллюсковъ и известковыя отложенія другихъ организмовъ, сцементированные кристаллически-зернистою углекислою известью, т.-е. горная порода является полукристаллическою. Вода, проникая въ верхніе слои известняка, можетъ заимствовать отъ этихъ послѣднихъ углекислую известь и отлагать ее въ видѣ кристаллическихъ зеренъ въ нижнихъ слояхъ среди обломковъ раковинъ и панцирей организмовъ. Если подобнаго рода дѣятельность вода обнаруживаетъ на горную породу болѣе или менѣе значительный промежутокъ времени, то она можетъ вызвать болѣе или менѣе полную перекристаллизацію известняка въ кристаллически-зернистыя разности. Вотъ почему и доломиты являются въ большинствѣ случаевъ или полукристаллическими, или даже кристаллически-зернистыми разностями, т.-е. мраморами. Дальнѣйшее просачиваніе воды черезъ известнякъ должно вызвать раствореніе остатковъ организмовъ, на что имѣются указанія въ тѣхъ же доломитахъ, обыкновенно бѣдныхъ окаменѣlostями. Вообще же можно принять за правило, что чѣмъ болѣе кристаллическъ известнякъ, тѣмъ менѣе въ немъ окаменѣlostей. Настоящіе мраморы, будутъ ли то известняки или доломиты, въ большинствѣ случаевъ окаменѣlostей не содержатъ, что также до известной степени подтверждаетъ гидрохимическое ихъ происхожденіе. Такими способами наиболѣе легко и правильно объяснять происхожденіе мраморовъ на большихъ пространствахъ, такъ какъ здѣсь не требуется допущенія ни высокой температуры, ни громаднаго давленія.

Знакомство съ способомъ происхожденія мраморовъ-доломитовъ невольно порождаетъ еще одинъ вопросъ: представляетъ ли эта порода конечную фазу видоизмѣненія, или она можетъ въ свою очередь измѣняться? Въ настоящее время можно привести нѣкоторыя данныя въ пользу ея дальнѣйшаго измѣненія. Распространеніе доломитовъ во времени, т.-е. въ различныхъ геологическихъ образованіяхъ, указываетъ, что въ наиболѣе древнихъ, напирямѣръ, въ лаврентьевской системѣ, наичаще встрѣчаются или чистые мраморы-известняки, или слегка доломитизированные. Съ другой стороны, въ такихъ древнихъ мраморахъ-известнякахъ обыкновенно находится значительно больше минераловъ, чѣмъ въ доломитахъ, по преимуществу силикатовъ извести и магнезій; въ доломитахъ же наичаще находятъ кварцъ. Если представить себѣ, что подъ вліяніемъ явленій опусканія, образовавшійся доломитъ будетъ доставленъ на нѣкоторую глубину отъ дневной поверхности, то условія его минеральной жизни должны здѣсь значительно видоизмѣниться. При обыкновенномъ давленіи углекислота является относительно щелочей и щелочныхъ земель кислотою болѣе крѣпкою, чѣмъ кремневая кислота, но съ увеличеніемъ давленія наблюдается явленіе обратное. Поэтому на большихъ глубинахъ, подъ большимъ давленіемъ, кремневая кислота, растворенная въ водѣ, будетъ отнимать отъ доломита магнезій и известь, вытѣсняя углекислоту, и образовывать силикаты вышеуказанныхъ солей. Древніе, слабо доломитизированные мраморы лаврентьевской системы часто въ изобиліи содержатъ выдѣленія серпентина—этого типичнаго магнезійнаго силиката, въ которомъ возможно видѣть минераль, образовавшійся на счетъ магнезій нѣкогда бывшаго доломита. Въ такомъ процессѣ обнаруживается какъ бы процессъ, обратный доломитизаціи, который можно бы назвать процессомъ раздоломитизаціи. Къ той же мысли пришелъ и англичанинъ Тилль, спустя двадцать лѣтъ послѣ того какъ она была высказана въ Россіи. Тилль для этого процесса предлагаетъ названіе дедоломитизаціи, но самый процессъ онъ объясняетъ вторженіемъ изверженныхъ породъ въ доломитъ и образованіе на счетъ его магнезій и извести

силикатовъ въ видѣ контактовыхъ минераловъ (серпентина, тремолита, діоксида и друг.). Едва ли возможно допустить, что при дѣйстви расплавленныхъ изверженныхъ породъ не произойдетъ полное разложеніе доломита и отъ него не останется никакихъ слѣдовъ. Поэтому нѣсколько правдоподобнѣе гипотеза Линдгрена, по которой контактовые минералы могутъ образоваться при температурѣ не выше 365° Ц. и подъ давленіемъ въ 200 атмосферъ. Это предположеніе легко объясняетъ и большую растворимость кремнекислоты и полную возможность ея воздѣйствія на углесоли щелочныхъ земель. Процессомъ раздоломитизаціи также легко и просто объясняется однообразіе контактовыхъ минераловъ въ мѣстахъ соприкосновенія известняковъ и доломитовъ не только съ изверженными породами, но даже и со всякими другими породами. Главныя основанія для этихъ минераловъ находятся въ доломитахъ, а изъ сосѣдней породы заимствуется кремнекислота. Такіе контактовые минералы, между прочимъ, наблюдались въ ЮЗ. Финляндіи, въ мраморныхъ ломкахъ изъ жилъ, прорѣзывающихъ граниты, гнейсы и слюдяные сланцы. Тѣмъ же вліяніемъ кремнекислоты на доломиты и известняки, какъ указано выше (стр. 235) можно объяснить и появленіе изъ нѣдръ земли значительныхъ запасовъ углекислоты и нѣтъ надобности приписывать ей ювенильное происхожденіе.

Происхожденіе рухляковъ или мергелей возможно объяснять или совмѣстною дѣятельностью жизни органической, скопляющей въ водномъ бассейнѣ углекислую известь, рядомъ съ отлѣженіемъ въ томъ же бассейнѣ глинистаго ила, выносиваго рѣками съ материка, или самостоятельными отложеніями изъ воды уже готоваго глинисто-известковаго ила. Въ пользу какъ перваго, такъ и послѣдняго предположенія можно привести нѣкоторыя данныя. Рядъ переходовъ отъ мергелей къ известнякамъ для нѣкоторыхъ случаевъ можетъ служить подтвержденіемъ перваго предположенія; нахожденіе же въ водѣ нѣкоторыхъ рѣкъ механически-взвѣшеннаго ила, состоящаго изъ углекислой извести и глины и являющагося результатомъ размыванія текущею водою известняковъ и другихъ горныхъ породъ, можетъ служить указаніемъ въ пользу втораго предположенія. Во всякомъ случаѣ, доломиты-рухляки есть порода видоизмѣненная, метаморфическая, происшедшая изъ известковаго рухляка тѣмъ же способомъ, какимъ известнякъ переходитъ въ доломитъ.

Фосфоритъ, самородъ или остеолитъ представляетъ агрегатъ недѣлимыхъ апатита или также смѣсь его съ углекислою известью и пескомъ или глиною. Цвѣтъ фосфоритовъ обыкновенно бѣловатый, сѣрый, желтый или бурый, а въ тѣхъ случаяхъ, когда фосфориты образуютъ натечныя массы, снаружи онъ является покрытымъ какъ бы глянцемъ. Въ немъ обыкновенно встрѣчаются довольно многочисленныя остатки организмовъ: кости животныхъ и раковины моллюсковъ. Вслѣдствіе значительнаго содержанія фосфорной кислоты (отъ 16 до 35%), фосфориты разрабатываются для добыванія изъ нихъ суперфосфатовъ, которые употребляются для удобренія полей. Богатыя мѣсторожденія находятся въ третичныхъ образованіяхъ Англии, гдѣ и производится весьма дѣятельная ихъ разработка. Еще большимъ запасомъ и разработкой отличаются нижніе ярусы мѣловой системы во Франціи. Въ Россіи богатыя мѣсторожденія находятся въ верхне-мѣловыхъ отложеніяхъ Курской, Орловской, Воронежской и другихъ губерній. Изъ отложеній силурійской системы Подоли въ настоящее время идетъ довольно значительная выработка фосфорита и отправка его за границу. Изъ анализа фосфоритовъ видно, что въ нихъ наблюдается довольно опредѣленное отношеніе между фосфорнокислой и углекислой известью; отношеніе это такое же, какое можно вычислить изъ отношенія къ растворенію въ водѣ этихъ

двухъ солей, что указываетъ на происхождение фосфоритовъ гидрохимическимъ путемъ.

Кремень—смѣсь кристаллическаго и аморфнаго кремнезема. Присутствіе кристаллической и аморфной кремневой кислоты можно узнать, или изучая пластинку кремня въ поляризованномъ свѣтѣ, или обрабатывая, при кипяченіи, кремень растворомъ ѣдкаго кали, причемъ аморфный кремнеземъ растворяется, а кристаллическій остается безъ измѣненія. Кремень обладаетъ значительной твердостью и отличается весьма характернымъ раковистымъ изломомъ; при разбиваніи куска кремня получается острый, просвѣчивающій край. Кремень встрѣчается въ видѣ стяженій въ мѣлу и каменноугольныхъ известнякахъ. Кремень мѣловой системы чернаго цвѣта и является обыкновенно въ видѣ желваковъ, весьма разнообразной формы, покрытыхъ снаружи оболочкой изъ аморфнаго бѣлаго цвѣта кремнезема. Иногда эти желваки неправильно разбросаны, но большею частью представляютъ правильное расположеніе. Такъ, въ Англии, въ Норфолькѣ, находятся въ мѣловой системѣ вертикально расположенныя стяженія кремней. Такія грушевидныя массы кремня весьма схожи съ большими нынѣ живущими губками *Spongia patera*. Это дало поводъ Лайеллю объяснять происхождение кремней изъ кремнистыхъ губокъ на мѣстѣ ихъ роста. Въ русскихъ мѣловыхъ мѣсторожденіяхъ (г. Гродно) кремневая стяженія располагаются рядами на мѣстѣ спая слоевъ. Кремень встрѣчается и въ другихъ геологическихъ образованіяхъ, между прочимъ, въ каменноугольной системѣ: онъ является тамъ также въ видѣ желваковъ, покрытыхъ оболочкой аморфнаго кремнезема; но въ этихъ образованіяхъ онъ бураго или красновато-бураго цвѣта, чѣмъ легко отличается отъ мѣлового кремня. Внутри желваковъ часто встрѣчаются раковины моллюсковъ, что указываетъ на происхождение кремней гидрохимическимъ путемъ. Растворъ кремнезема, проникая въ породу, отлагался въ ней, причемъ центрами отложенія служили разлагающіеся организмы. Такой же примѣръ прониканія въ постороннія тѣла раствора кремнезема представляютъ часто встрѣчающіяся окаменѣлыя деревья: частицы кремнезема отлагаются въ деревѣ, замѣщая собою шагъ за шагомъ органическое вещество; при этомъ сохраняются иногда всѣ мельчайшіе анатомическіе признаки древесныхъ тканей.

Роговикъ отличается отъ кремня менѣе яснымъ раковистымъ изломомъ, а также своимъ составомъ: онъ содержитъ значительно большій процентъ аморфнаго кремнезема. Онъ плотенъ, твердъ и обладаетъ красно-бурымъ или дымчато-сѣрымъ цвѣтомъ. Встрѣчается тонкими прослоями или желвакообразными массами среди известняковъ.

Прѣсноводный кварцъ, кремневый натѣкъ и кремневый туфъ представляютъ также породы, образованныя кремневою кислотой. Прѣсноводный кварцъ мелкозернистъ, пористъ или ячеистъ и содержитъ остатки какъ прѣсноводныхъ, такъ и наземныхъ моллюсковъ и растений; все это доказываетъ его происхождение изъ ключевыхъ осадковъ. Его находятъ въ новѣйшихъ образованіяхъ въ видѣ неправильныхъ, натѣчныхъ массъ, не отличающихся мощностью. Кремнистый натѣкъ и крем-

невый туфъ — рыхлыя землистыя и пористыя породы, представляющія по наружному виду сходство съ известковымъ туфомъ. Кремневый натѣкъ встрѣчается иногда въ формѣ сталактитовъ. Эти послѣднія образованія кремневой кислоты — безспорно прямой осадокъ ключей какъ холодныхъ, такъ и теплыхъ. Конусы гейзеровъ Исландіи и Новой Зеландіи слагаются подобнаго рода осадками (гейзерить).

Полировальный сланецъ — листоватая, тонкослоистая землистая порода желтоватаго цвѣта, весьма нѣжная на ощупь. Способъ его происхожденія, несомнѣнно, органическій: онъ состоитъ почти сплошь изъ панцирей діатомовыхъ водорослей.

Близко къ полировальному сланцу стоитъ такъ называемая горная мука, въ которой главную роль играютъ также діатомовыя. Горная мука встрѣчается въ видѣ слоевъ незначительной толщины и подстилаетъ иногда торфяники. Къ горной мукѣ приближается подзолъ, по наружному виду схожій съ золою, откуда и произошло самое названіе; въ составъ подзола въ большомъ количествѣ входитъ аморфный кремнеземъ.

Шпатовый желѣзнякъ желтовато-сѣраго или желтовато-бураго цвѣта; онъ состоитъ изъ тонко-зернистаго агрегата недѣлимыхъ желѣзнаго шпата. Въ чистомъ видѣ встрѣчается рѣдко, такъ какъ соли закиси желѣза легко окисляются и переходятъ въ окись. Кромѣ того, почти постоянную примѣсь къ желѣзному шпату составляютъ шпаты: марганцовый, магнезіальный и известковый. Нѣкоторые изъ шпатовыхъ желѣзняковъ представляютъ концентрически-скорлуповатое строеніе и въ такомъ случаѣ съ поверхности обнаруживаютъ переходъ въ бурый желѣзнякъ. Шпатовый желѣзнякъ встрѣчается въ формѣ залежей среди другихъ породъ въ образованіяхъ каменноугольной, юрской и другихъ системъ.

Къ шпатовому желѣзнику довольно часто бываетъ примѣшана глина; значительная ея примѣсь образуетъ новую породу — сферосидеритъ, или глинистый желѣзнякъ. Онъ является въ видѣ сфероидальныхъ стяженій въ другихъ породахъ и стоитъ въ такомъ же отношеніи къ шпатовому желѣзнику, какъ рудякъ къ известнику. Его находятъ часто вмѣстѣ со шпатовымъ желѣзникомъ. Въ Россіи въ наибольшемъ количествѣ обнаруженъ до сихъ поръ въ юрскихъ образованіяхъ Кромскаго уѣзда Орловской губерніи; онъ находится также въ видѣ стяженій и въ кембріи глины подъ Петербургомъ. Шпатовый желѣзнякъ и сферосидеритъ представляютъ богатѣйшія желѣзныя руды, такъ какъ содержатъ значительный процентъ желѣза и могутъ быть непосредственно перерабатываемы въ сталь, безъ предварительной переработки въ чугуны. Какъ разность, можно еще привести угольный желѣзнякъ, состоящій изъ смѣси сферосидерита съ каменнымъ углемъ, количество котораго колеблется въ предѣлахъ отъ 12 до 35%. Онъ толсто-сланцеватъ, окрашенъ въ черный цвѣтъ и встрѣчается въ каменноугольныхъ образованіяхъ Шотландіи и Вестфалии, гдѣ составляетъ превосходную желѣзную руду.

Красный желѣзнякъ есть волокнистая, плотная или землистая желѣзная руда отъ кроваваго до буро-краснаго или стально-сѣраго цвѣта,

съ вишнево-красною чертою. Въ чистомъ видѣ состоитъ изъ безводной, кристаллической окиси желѣза, но почти всегда содержитъ въ примѣси марганецъ, глину и кремневую кислоту. Красный желѣзнякъ является слоями, наичаще среди хлоритовыхъ и тальковыхъ сланцевъ древнихъ геологическихъ образований. Какъ разность его встрѣчается желѣзный оолитъ, составленный изъ темно-красныхъ или бурыхъ зеренъ безводной окиси желѣза съ оолитовой структурой. Цементомъ зеренъ является тотъ же красный желѣзнякъ, къ которому примѣшивается глина, песокъ или углекислая известь. Желѣзный оолитъ встрѣчается слоями наичаще въ ряду мезозойскихъ образований.

Магнитный желѣзнякъ состоитъ изъ агрегатовъ магнетита, окрашенъ въ черный цвѣтъ и даетъ черную черту. Онъ магнитенъ и по



Фиг. 227. Высокогорскій рудникъ магнитнаго желѣзняка Нижняго Тагила (съ сѣверной стороны).

химическому составу образованъ смѣсью въ пайномъ отношеніи закиси и окиси желѣза. Нѣкоторые изъ уральскихъ магнитныхъ желѣзняковъ по анализу обнаруживаютъ большій процентъ окиси желѣза, чѣмъ то требуется по формулѣ. На отшлифованной пластинкѣ такихъ магнитныхъ желѣзняковъ подѣ микроскопомъ легко усмотрѣть, въ отраженномъ свѣтѣ, присутствіе бурой окиси желѣза, выполняющей трещины и пустоты. Къ магнитному желѣзняку иногда примѣшиваются: гранатъ, хлоритъ, кварцъ, эпидотъ, апатитъ, сѣрный и мѣдный колчеданы. Въ уральскихъ мѣсто-рожденіяхъ иногда къ магнитному желѣзняку въ большомъ количествѣ

примѣшивается шпинель какъ обыкновеннаго состава, такъ и шпинель, въ которой глиноземъ замѣненъ окисью желѣза. Эта порода образуетъ залежи, гнѣзда и штоки среди другихъ, по преимуществу древнихъ, геологическихъ образованій. На Уралѣ горы: Качканарь, Благодать и Высокая (фиг. 227) представляютъ наилучшія мѣсторожденія этой богатой желѣзной руды. Въ Скандинавіи богатія мѣсторожденія извѣстны въ Арендалѣ, Даннеморѣ и Лапмаркѣ.

Бурый желѣзнякъ есть волокнистая, тонкозернистая, плотная или землистая желѣзная руда окряно-желтаго до черно-бурого цвѣта съ желтовато-бурою чертою. Онъ состоитъ изъ водной окиси желѣза и содержитъ обыкновенно въ примѣси марганецъ, кремнеземъ и глину. Бурый желѣзнякъ часто встрѣчается въ сосѣдствѣ съ шпатовыми желѣзняками, сферосидеритомъ и сѣрнымъ колчеданомъ, образуя продуктъ ихъ видоизмѣненія. Въ буромъ желѣзнякѣ различаютъ нѣсколько разновидностей. Озерная руда образована отдѣльными лепешечками или зернами водной окиси желѣза. Иногда ее, по сходству съ заржавленной монетою или денежкою, называютъ денежною рудою; такія руды почти всегда сопровождаются посторонними примѣсями. Въ сѣверныхъ озерахъ Россіи (Финляндія и Олонецкая губернія) эти руды весьма обыкновенны. Дерновая или болотная руда — большею частью пористый агрегатъ водной окиси желѣза съ примѣсью органическихъ веществъ, песка, кремнезема, фосфорной кислоты и проч.; скопленія ея не представляютъ значительной мощности, но иногда занимаютъ подъ дерномъ и торфомъ значительныя пространства. Бобовая руда представляетъ тотъ же бурый желѣзнякъ, но крупнаго оолитоваго строенія, содержитъ въ примѣси глину и кремнеземъ. Эта руда встрѣчается въ новѣйшихъ геологическихъ образованіяхъ.

Графитъ. — Эта горная порода представляетъ собою то грубо-, то мелко-чешуйчатый, то почти плотный или землистый агрегатъ минерала графита. Цвѣтъ его желѣзно-черный, съ металлическимъ блескомъ; онъ жиренъ на ощупь, марокъ и мягокъ. Нормальный составъ его — чистый углеродъ, но почти всегда въ видѣ примѣси содержитъ: кремнеземъ, глиноземъ, известь и окись желѣза. Часто графитъ представляетъ слоистое строеніе и въ такомъ видѣ его называютъ графитовымъ сланцемъ. Физическое строеніе этого углерода обуславливаетъ его трудную сгораемость; обыкновенно онъ хорошо горитъ только въ струѣ кислорода, но есть его разновидности, какъ бы представляющія исключенія, т. е. способныя или отчасти, или совершенно, сгорать и на открытомъ воздухѣ. По химическому анализу, въ нѣкоторыхъ графитахъ обнаружено присутствіе летучихъ веществъ, въ количествѣ до 6%. Особенно характерною реакціею этой породы служитъ способность ея образовывать, при дѣйствіи на нее смѣси сѣрной и азотной кислотъ, графитовую кислоту; при помощи такой реакціи, графитъ весьма легко отличить отъ разновидностей аморфнаго углерода. По своему распространенію въ природѣ, графитъ принадлежитъ къ древнѣйшимъ геологическимъ образованіямъ и встрѣчается по преимуществу въ лаврентьевской системѣ. Впрочемъ,

за нѣкоторыми графитами должно признать болѣе новый геологическій возрастъ, ибо иногда и каменные угли каменноугольной системы представляютъ извѣстную степень графитизаціи, обусловленную, повидимому, сосѣдствомъ изверженныхъ горныхъ породъ.

Торфъ представляютъ породу, состоящую изъ остатковъ полуразложившихся растеній; онъ является рыхлымъ, но часто какъ бы спрессованнымъ; остатки растеній обнаруживаются въ немъ настолько ясно, что весьма часто можно узнать не только роды, но и виды растеній, его образующихъ. Цвѣтъ торфа измѣняется отъ свѣтло-бураго до смоляно-чернаго. Руководствуясь его составляющими растеніями, различаютъ торфъ моховой, луговой, а по строенію—смолистый, бумажный, землистый и др. По своему распространенію въ природѣ, торфъ принадлежитъ къ новѣйшимъ горнымъ породамъ, образующимся при участіи растеній на нашихъ глазахъ въ низинахъ и котловинахъ; иногда онъ представляетъ довольно значительную мощность. Въ сухомъ состояніи торфъ горитъ хорошо и обнаруживаетъ при этомъ пригорѣлый запахъ; при сухой перегонкѣ даетъ тѣ же продукты, что и дерево, т.-е. уксусную кислоту, амміакъ и др. Различныя его разности содержатъ углерода отъ 30 до 60%, причемъ колебанія обусловлены содержаніемъ въ торфѣ золы. Въ Россіи торфъ пользуется значительнымъ распространеніемъ.

Бурый уголь, или **лигнитъ**, есть плотная, землистая, деревянистая или волокнистая масса аморфнаго углерода съ бурюю чертою. Содержаніе углерода колеблется въ немъ въ предѣлахъ отъ 55 до 75%, причемъ въ буромъ углѣ содержится значительное количество смолистыхъ веществъ. Весьма часто онъ обнаруживаетъ растительное строеніе и обладаетъ раковистымъ, землистымъ или деревянистымъ изломомъ и бурнымъ или смоляно-чернымъ цвѣтомъ. Горитъ легко, но даетъ много копоти и своеобразный, довольно непріятный, пригорѣлый запахъ. Продукты его сухой перегонки сходны съ продуктами сухой перегонки дерева. Растворъ ѣдкаго кали сильно на него дѣйствуетъ, окрашиваясь въ темно-бурый цвѣтъ. По структурѣ различаютъ нѣсколько разностей; смолистые бурые угли, деревянистые, бумажные, землистые и т. п. По своему распространенію въ природѣ, бурые угли принадлежатъ къ образованіямъ третичнымъ и мезозойскимъ. Одинъ изъ отдѣловъ первыхъ даже получилъ специальное наименованіе буроугольныхъ образованій (или, какъ ихъ называли въ Германіи, буроугольной формаціи). Въ Европ. Россіи бурые угли извѣстны также въ третичныхъ образованіяхъ западной и юго-западной ея частей. Въ западной Россіи, въ Прибалтійскихъ губерніяхъ и Гродненской, онъ встрѣчается въ образованіяхъ, переходящихъ къ намъ изъ Пруссіи. Въ юго-западной Россіи онъ извѣстенъ въ Кіевской губерніи, на Волини и въ Херсонской губерніи. Большимъ распространеніемъ въ Россіи бурые угли пользуются въ мезозойскихъ образованіяхъ. Въ юрской системѣ извѣстны угли въ Оренбургской губерніи, въ Киргизской степи, на Мангышлакѣ, на Кавказѣ, гдѣ славится Тквибульское мѣсторожденіе по р. Ріону (въ Имеретіи), по р. Кубани, въ Туркестанскомъ краѣ и въ Сибири.

Каменный уголь представляет плотную горную породу, образованную аморфным углеродомъ, количество котораго доходитъ въ немъ отъ 75 до 90⁰/₀; цвѣтъ его отъ бархатно- до смоляно-чернаго; блескъ жирный и изломъ раковистый. Содержаніе смолистыхъ веществъ въ немъ менѣе, чѣмъ въ буромъ углѣ. Черта буро- или сѣро-черная; горитъ яркимъ пламенемъ, распространяя сильный дымъ и ароматическій смолистый запахъ. Подъ вліяніемъ высокой температуры, нѣкоторыя разности каменнаго угля сплавляются, другіе — спекаются, третьи — растрескиваются на куски и т. д. Нѣкоторыя разности каменнаго угля, при нагрѣваніи съ растворомъ ѣдкаго кали, сообщаютъ раствору слабую бурю окраску, другіе разности не обнаруживаютъ совершенно этой послѣдней. Каменные угли, при извѣстной ихъ обработкѣ (стр. 298), обнаруживаютъ структуру растений, среди которой прямо можно отличить деревянистое строеніе стволовъ хвойныхъ, папоротниковъ, сигиллярій, каламитовъ и лепидодендроновъ. Углистое вещество, связующее части растений, пропитано ульминовыми или гуминовыми массами.

Съ петрографической стороны различаютъ нѣсколько разностей: смолистый или блестящій уголь съ раковистымъ, сильно блестящимъ изломомъ, грубый уголь съ неровнымъ, грубо-зернистымъ изломомъ, слоистый уголь съ сланцеватою отдѣльностью, волокнистый уголь съ волокнистою структурою и т. д. На практикѣ обыкновенно отличаютъ въ каменныхъ угляхъ жирные, содержащіе менѣе углерода и богатые смолистыми и летучими веществами, и тощіе — болѣе богатые углеродомъ и менѣе — смолистыми и летучими веществами; но между жирными и тощими каменными углями наблюдается такое значительное количество переходовъ, что уже давно появлялись довольно многочисленныя попытки дать имъ болѣе или менѣе рачіональную классификацію. Впрочемъ, и до сихъ поръ нѣтъ такой классификаціи, да на чисто научныхъ основаніяхъ она едва ли возможна. Изъ практическихъ классификацій каменныхъ углей наибольшій интересъ представляетъ классификація Грюнера, въ основу которой положены: количество и качество кокса, количество летучихъ веществъ и истинная теплопроизводительная способность (см. таблицу стр. 362).

Въ видѣ случайныхъ примѣсей въ каменномъ углѣ встрѣчаются: сѣрный колчеданъ, свинцовый блескъ и известковый шпатъ. Примѣсь перваго, въ болѣе или менѣе большихъ количествахъ, въ значительной степени вредитъ каменному углю какъ топливу, потому что при горѣніи развивается сѣрнистая кислота, дѣйствующая разъѣдающимъ образомъ на металлическія части топки. Точно также вредитъ достоинству каменнаго угля и большая примѣсь золы.

По своему распространенію въ природѣ каменный уголь принадлежитъ къ палеозойскимъ образованіямъ, въ которыхъ образуетъ слои и гнѣзда, иногда весьма значительныхъ размѣровъ (до 20 метровъ мощностью). Наибольшее богатство представляетъ каменный уголь въ своемъ развитіи въ каменноугольной системѣ, въ особенности въ такъ называемомъ продуктивномъ ея отдѣлѣ. Извѣстны каменные угли и изъ проме-

Наименованіе каменнаго угля.	Количество кокса въ 100 частяхъ.	Количество летучихъ ве- ществъ въ 100 частяхъ.	Видъ и свойство кокса.	Истинная теплопроизво- дительная способность.
1) Сухіе угли пламен- ные	55—60	45—40	Порошковидный или слегка спекающійся.	8000—8500 ед. тепла.
2) Жирные пламен- ные	60—68	40—30	Вполнѣ спекающій- ся и даже сплавле- но-рыхлый.	8500—8800
3) Собственно жирные угли	68—74	30—26	Сплавленный и бо- лѣе или менѣе вспу- ченный.	8800—9300
4) Жирный, не пла- менный, собственно коксовый уголь . .	74—82	26—18	Сплавленно - плот- ный.	9300—9500
5) Топіе или антра- цитовые угли . . .	82—90	18—10	Слабо-спекающійся, чаще порошковатый.	9400—9500

жупочныхъ образованій между каменноугольными и пермскими, а равно и изъ этихъ послѣднихъ. Точно также встрѣчается каменный уголь и въ девонской системѣ. Замѣчено, что количество прослоевъ каменнаго угля въ ряду данныхъ геологическихъ образованій обратно пропорціонально толщинѣ слоевъ угля. Наибольшее количество слоевъ каменнаго угля извѣстно въ саарбрюкенскомъ бассейнѣ, гдѣ ихъ насчитываютъ до 230.

Въ Россіи каменные угли извѣстны въ московскомъ каменноугольномъ бассейнѣ, въ донецкомъ бассейнѣ и на восточномъ и западномъ склонахъ Урала. Въ московскомъ каменноугольномъ бассейнѣ каменные угли обнажаются на поверхности по западной и южной его окраинѣ, въ губерніяхъ: Новгородской, Тульской, Рязанской и Калужской. Этотъ уголь и по составу, и по свойствамъ значительно приближается къ бурнымъ углямъ: онъ темно-бурого цвѣта, безъ блеска, не спекается, даетъ много золы, легко разсыпается и содержитъ сѣрный колчеданъ. Обыкновенное содержаніе въ немъ летучихъ веществъ колеблется отъ 32 до 58%, а золы отъ 5 до 23%. Какъ бы исключенія представляютъ гнѣздовые мѣсторожденія Мураевни (Рязанской губерніи), гдѣ найденъ уголь, совершенно тождественный съ раньше извѣстнымъ въ Шотландіи подъ именемъ богхеда и возбуждившимъ въ свое время въ этой странѣ даже процессъ. Послѣднее обстоятельство было вызвано тѣмъ, что этотъ аморфный углеродъ содержитъ въ весьма большомъ количествѣ смолистыя ве-

щества, такъ что нѣкоторые ученые не соглашались отнести его къ группѣ каменныхъ углей; богхедъ Муравеви содержитъ до 72⁰/₀ летучихъ веществъ. Каменные угли донецкаго бассейна и по своимъ свойствамъ, и по составу уже вполнѣ принадлежатъ къ каменнымъ углямъ и занимаютъ значительную площадь, выдерживая въ то же время характеръ правильныхъ слоевъ на значительномъ протяженіи. Въ своемъ развитіи донецкіе угли представляютъ особенный интересъ въ томъ отношеніи, что въ однихъ и тѣхъ же образованіяхъ каменноугольной системы встрѣчаются въ западной части бассейна превосходные жирные угли, въ восточной—превосходные сухіе угли и при этомъ отъ запада къ востоку наблюдается постепенный переходъ отъ первыхъ ко вторымъ. Донецкій бассейнъ занимаетъ часть Земли Войска Донскаго и Екатеринославской губерніи; въ немъ насчитываютъ около 300 слоевъ, годныхъ для разработки; количество летучихъ веществъ колеблется отъ 15 до 44⁰/₀, золы отъ 1 до 8⁰/₀ и рѣдко болѣе. По количеству летучихъ веществъ донецкіе угли представляютъ всѣ переходы въ предѣлахъ таблицы Грюнера. Уральскіе каменные угли представляютъ бѣльшее сходство съ углями московскаго, чѣмъ донецкаго бассейна. Кромѣ указанныхъ мѣстъ, въ Россіи есть мѣсторожденія каменнаго угля въ Польшѣ, куда входитъ восточное продолженіе саксонско-силезскаго бассейна и гдѣ, въ Домбровскомъ мѣсторожденіи, слой угля достигаетъ до 20 метровъ, и въ Сибири.

Антрацитъ образованъ агрегатомъ аморфнаго углерода, содержаніе котораго въ немъ свыше 90⁰/₀, но, несмотря на это, при нѣкоторой обработкѣ, возможно отличить въ немъ остатки растений. Цвѣтъ антрацита отъ бархатно- до желѣзно-чернаго съ сильнымъ блескомъ отъ стекляннаго до полуметаллическаго. Горитъ только при сильной тягѣ воздуха, или съ слабымъ, или даже совершенно безъ пламени, безъ запаха и дыма, и не спекается; черта его черная, онъ тверже бурыхъ и каменныхъ углей, причемъ представляетъ переходъ въ послѣдніе чрезъ антрацитовые угли. Въ восточной Пенсильваніи антрацитъ пользуется значительнымъ развитіемъ, но иногда встрѣчается вмѣстѣ съ бурыми и каменными углями, составляя какъ бы мѣстное измѣненіе этихъ послѣднихъ. Въ Россіи антрацитъ извѣстенъ въ восточномъ крылѣ донецкаго бассейна и знаменитый антрацитъ Грушевки содержитъ до 94⁰/₀ углерода, т.-е. наибольшее количество изъ всѣхъ извѣстныхъ антрацитовъ.

Въ приложенной таблицѣ (по Креднеру) собраны признаки для отличія столь важныхъ въ промышленности вышеописанныхъ породъ аморфнаго углерода (см. таблицу стр. 364).

Шунгитъ. Въ 1880 году была описана, подъ именемъ новаго крайняго члена въ ряду аморфнаго углерода—разность, найденная первоначально въ Повѣнецкомъ уѣздѣ Олонецкой губерніи, близъ с. Шунги. Въ чистомъ видѣ это — порода чернаго цвѣта съ сильнымъ алмазно-металлическимъ блескомъ, переходящимъ въ алмазный; удѣльный вѣсъ 1,98, твердость между 3,5 и 4, черта черно-металлическая. Въ сухомъ видѣ содержитъ до 98⁰/₀ углерода, по 0,5⁰/₀ водорода и азота, 1⁰/₀ золы; обыкновенно съ большею энергіею удерживаетъ воду, количество которой

Породы аморфнаго углерода.	Содержаніе углерода.	Твердость.	Удѣльный вѣсъ.	Черта.	Окрашиваніе при нагреваніи раствора ѣдкаго калл.	Загораніе.	Явленія при горѣніи.			
Бурый уголь . .	55—75	—	0,5—1,5	Бурая.	Чернобурое.	Легко.	Не сплавляется.	Коптящее пламя.	Сильно дымитъ.	Пригорѣлый запахъ.
Каменный уголь	75—90	2	1,2—1,5	Буровато-черная.	Нѣтъ или свѣтлое желтовато-бурое.	Отчасти легко.	Отчасти сплавляется, отчасти спекается.	Свѣтлое пламя.	Сильно дымитъ.	Ароматическій смолистый запахъ.
Антрацитъ . .	болѣе 90	2—2,5	1,4—1,7	Сѣро-черная.	Нѣтъ.	Только при сильной тягѣ воздуха.	Не плавится.	Нѣтъ или слабое пламя.	Не дымитъ.	Безъ запаха.

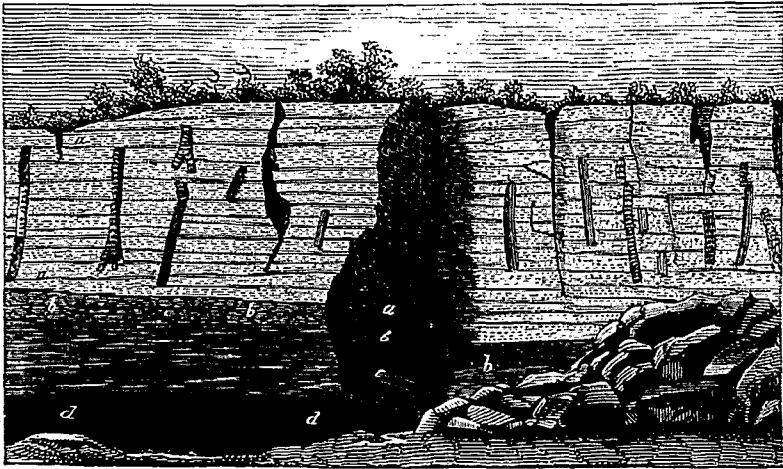
въ этой чистой разности доходитъ до 7,5⁰/₀; такое сродство съ водою объясняется тѣмъ, что вода заключена въ мелкія поры этой породы, при нагреваніи, обращаясь въ паръ, она разрываетъ съ сильнымъ трескомъ на мелкіе куски изслѣдуемый образецъ. Шунгитъ сгораетъ совершенно только въ струѣ кислорода, но со смѣсью азотной и сѣрной кислоты не даетъ графитовой кислоты, чѣмъ существенно отличается отъ графита. Другое отличіе отъ послѣдняго заключается въ томъ, что шунгитъ обладаетъ въ четыре раза болѣе слабой электропроводностью, чѣмъ графитъ. Сходство съ остальными представителями ряда аморфнаго углерода шунгитъ представляетъ въ своей теплоемкости. Главное отличіе отъ антрацита шунгитъ обнаруживаетъ значительнымъ содержаніемъ углерода, твердостью, удѣльнымъ вѣсомъ, сравнительно значительною (въ 750 разъ) электропроводностью и трудностью сгорания. Чистая разность шунгита представляетъ незначительную толщину (6,5 см.), но имъ пропитаны въ указанномъ мѣсторожденіи мощныя толщи глинистаго сланца. Такая примѣсь шунгита къ глинистому сланцу колеблется въ предѣлахъ отъ 5 до 76⁰/₀. Русское мѣсторожденіе шунгита относится къ весьма древнимъ образованіямъ гуронской системы и, повидимому, имъ пропитаны многочисленныя, сюда относящіяся, глинистыя сланцы. Подобный же углеродъ позднѣе былъ найденъ въ Рудныхъ горахъ, гдѣ онъ также подчиненъ древнимъ глинистымъ сланцамъ и гдѣ его предлагали назвать графитомъ. Точно также нашли его и въ Канадѣ, также въ гуронскихъ образованіяхъ, и гдѣ его называютъ антраксолитомъ.

Петролеумъ, или **горное масло**, представляетъ жидкую или густую, безцвѣтную, желтоватую или буроватую смѣсь предѣльныхъ углеводовъ съ непредѣльными, обладающую сильнымъ ароматически-смолистымъ запахомъ. По цвѣту и сгущенію различаютъ: нефть—жидкость безцвѣтную и подвижную, горное масло—жидкость желтоватаго цвѣта, опализирующую, но еще достаточно подвижную, и горный деготь—жидкость густую и буроватаго цвѣта. Въ химическомъ отношеніи наблюдается въ этихъ разностяхъ то существенное отличіе, что по мѣрѣ перехода отъ нефти, содержащей очень мало кислорода, къ горному дегтю можно постепенно перейти къ жидкостямъ, обогащающимся кислородомъ. Петролеумъ пропитываетъ собою поры нѣкоторыхъ горныхъ породъ (сланцевъ, известняковъ и въ особенности песчаниковъ, къ которымъ онъ имѣетъ особое стремленіе), или доставляется на дневную поверхность нефтяными ключами, или, наконецъ, заключенъ въ значительныхъ количествахъ горныхъ породъ, откуда и добывается артезианскими колодцами. Наибольше значительная область петролеума лежитъ въ такъ называемомъ масляномъ районѣ С. Америки, и въ особенности въ долинѣ Аллеганъ. Въ Россіи извѣстны наибольше богатые районы на Апшеронскомъ полуостровѣ, въ окрестностяхъ г. Баку, а также на Керченскомъ и Таманскомъ полуостровахъ.

Асфальтъ или **горная смола** представляетъ отвердѣвшую массу, состоящую изъ углеводовъ и кислорода; количество углерода, водорода и кислорода измѣнчиво. Цвѣтъ его отъ темно-бурого до чернаго съ жирнымъ блескомъ и съ смолообразнымъ наружнымъ видомъ; изломъ раковистый, горитъ хорошо, съ сильнымъ пламенемъ, выдѣляя густой дымъ и распространяя смолистый запахъ. На асфальтъ слѣдуетъ смотрѣть, какъ на продуктъ окисленія разностей петролеума, которыя въ соприкосновеніи съ воздухомъ мало-по-малу густѣютъ до перехода въ твердую массу. Асфальтъ также пропитываетъ собою поры горныхъ породъ или трещины и рѣдко образуетъ самостоятельныя залежи (на островѣ Тринидадѣ). Въ Россіи онъ встрѣчается въ тѣхъ же мѣстахъ, гдѣ выходитъ на дневную поверхность и петролеумъ. На Кавказѣ, близъ крѣпости Грозной, асфальтъ представляетъ мощный пластъ, тянущійся на одинъ километръ.

Происхожденіе твердыхъ породъ аморфнаго углерода. Вопросъ о происхожденіи этихъ породъ уже давно занималъ геологовъ. Присутствіе во всѣхъ такихъ породахъ углерода, водорода, кислорода и азота подавало поводъ объяснять ихъ происхожденіе изъ растительныхъ остатковъ. Дѣйствительно, торфъ и бурый уголь, который часто является въ видѣ полуразложившихся кусковъ дерева, не оставляютъ въ этомъ отношеніи никакихъ сомнѣній. Что же касается каменнаго угля и антрацита, то они представляютъ собою сплошную и, повидимому, безструктурную массу, хотя, правда, въ ней очень часто находятъ остатки растений. Вслѣдствіе этого, относительно происхожденія этихъ двухъ породъ изъ растительныхъ остатковъ, возникали иногда сомнѣнія, которыя впоследствии были устранены микроскопическими и микрохимическими изслѣдованіями. Такимъ образомъ, вопросъ о происхожденіи твердыхъ породъ аморфнаго углерода былъ приведенъ къ вполне опредѣленному положенію; но какой путь практиковала природа при скопленіи растительныхъ остатковъ, на этотъ счетъ возникли между учеными разногласія, слѣдствіемъ которыхъ было появленіе нѣсколькихъ гипотезъ.

Торфяниковая гипотеза. Угерь и Гейпертъ предложили объяснять происхождение каменных углей и антрацитовъ при помощи торфяниковъ, которые, по ихъ мнѣнію, могли, погружаясь подъ уровень моря, заноситься морскими осадками и обращаться, подъ вліяніемъ разложенія, въ минеральные угли. Въ подтвержденіе этого взгляда они приводятъ факты, какъ бы указывающіе на гибель растеній *in situ*, т.-е. на мѣстѣ ихъ роста. Такъ, напр., во Франціи (Ст. Этьенъ) и въ Шотландіи извѣстны мощные слои каменнаго угля, среди которыхъ находятъ вертикально поставленные деревья. Въ настоящее время можно наблюдать, что деревья, выростая на поверхности болотъ и постепенно увеличиваясь въ вѣсѣ, иногда проваливаются чрезъ торфяниковый слой, сохраняя вертикальное или принявъ нѣсколько наклонное положеніе. Слѣдовательно, вертикально поставленные деревья въ каменноугольныхъ образованіяхъ указываютъ, что они были погребены на мѣстѣ ихъ роста и дали матеріалъ для образованія угли. Эта гипотеза нѣсколько одностороння и неприложима къ разнообразнымъ случаямъ вахожденія минеральныхъ углей. Ею нельзя объяснить, напримѣръ, происхожденіе каменныхъ углей, залегающихъ многочисленными отдѣльными слоями среди дру-



Фиг. 228. Каменноугольная копь въ С. Этьенѣ съ вертикально поставленными стволами деревьевъ.

гихъ осадочныхъ горныхъ породъ. Такъ, въ саарбрюкенскомъ бассейнѣ насчитываютъ до 230 отдѣльныхъ угольныхъ прослоевъ среди сланцеватыхъ глинъ и глинистыхъ сланцевъ, которые могли произойти только путемъ осажденія ихъ изъ воды. По торфяниковой гипотезѣ происхожденіе такихъ многочисленныхъ прослоевъ можетъ быть объяснено только допущеніемъ послѣдовательныхъ моментовъ образованія торфа на сушѣ, а затѣмъ опусканіемъ его подъ уровень моря, отложеніемъ на немъ слоевъ глины, новымъ выступаніемъ мѣстности и развитіемъ на ней опять торфяниковъ, новымъ ихъ погруженіемъ и т. д. Такихъ колебаній для саарбрюкенскаго бассейна должно допустить, по крайней мѣрѣ, 230. Предполагать о такой массѣ колебаній для данной мѣстности нѣтъ никакого основанія. Кромѣ того, еще и другое соображеніе говоритъ противъ универсальности этой гипотезы. Извѣстно, что въ торфяникѣ, хотя и скопляется значительное количество растительныхъ остатковъ, но если взять даже самые мощные торфяники и попробовать выясненіемъ довести составъ торфа до состава каменнаго угля или антрацита, то окажется, что изъ такихъ торфяниковъ должны образоваться весьма тонкіе слои каменнаго угля. Здѣсь принята во вниманіе только чисто химическая сторона; но нельзя забывать и того громаднаго давленія, которое должны оказать на торфяникъ выше лежащіе слои. Объемъ происшедшаго изъ торфяника. слоя каменнаго угля окажется совершенно незначительнымъ, тогда какъ въ природѣ встрѣчаются залежи каменнаго угля весьма значительной толщины. Чтобы объяснить

ихъ происхожденіе по этой гипотезѣ, приходится допустить, что нѣкогда торфяники достигали громаднхъ размѣровъ, а для этого, по крайней мѣрѣ, по настоящимъ торфяникамъ, не имѣется никакого основанія. Нѣкоторые случаи происхожденія каменныхъ углей и антрацитовъ, можетъ быть, и возможно объяснить эту гипотезою. Такъ, Шотландскія, С.-Эттенскія и нѣкоторыя другія залежи, вѣроятно, произошли изъ торфяковъ, но видѣть въ этой гипотезѣ исключительное объясненіе происхожденія всѣхъ каменныхъ углей и антрацитовъ положительно невозможно.

Гипотеза сплавовъ. Палласъ и Жюссье для объясненія происхожденія каменныхъ углей и антрацитовъ прибѣгли къ другимъ соображеніямъ. Первый изъ нихъ наблюдалъ громадный выносъ растительнаго матеріала въ море, производимый сибирскими рѣками. То же самое явленіе наблюдалъ и Жюссье на американскихъ рѣкахъ, а потому оба, пораженные этимъ грандіознымъ явленіемъ, совершенно самостоятельно предложили одну и ту же гипотезу. Приносимые рѣками въ моря растительные остатки, пѣлыя деревья, пропитываясь водою, отлагаются на днѣ воднаго бассейна и разлагаются какъ на счетъ кислорода, раствореннаго въ водѣ, такъ и заключеннаго въ нихъ самихъ, слѣдствіемъ чего должна явиться значительная концентрація углерода. Съ теченіемъ времени въ такихъ растительныхъ остаткахъ количество углерода увеличивается на ряду съ уменьшеніемъ количества водорода и кислорода. При помощи этой гипотезы легко объяснить нахожденіе среди слоевъ каменнаго угля различныхъ осадочныхъ породъ. Впрочемъ, такое объясненіе можетъ быть принято только для нѣкоторыхъ залежей и для тонкихъ прослоевъ минеральнаго угля; мощныя толщи каменныхъ углей и антрацитовъ эту гипотезою объяснить совершенно невозможно. Если предположить переходъ дерева въ каменный уголь и антрацитъ, то при этомъ переходѣ дерева въ антрацитъ изъ перваго должно выдѣлиться 34% углерода, 6% водорода и 43,5% кислорода; остается $\frac{1}{6}$ часть дерева, обращенная въ антрацитъ; при переходѣ же въ каменный уголь остается $\frac{1}{5}$ часть дерева. Скопленія растений, покрываясь различными осадками, механически отлагающимися изъ воднаго бассейна, должны подвергаться сильному давленію, а потому еще болѣе уменьшаться въ объемѣ. Прилагая эту гипотезу къ объясненію происхожденія мощныхъ толщ каменнаго угля и антрацита, должно было бы допустить невѣроятно большія скопленія растительныхъ остатковъ. Эта гипотеза съ большимъ удобствомъ можетъ быть приложена къ объясненію нѣкоторыхъ случаевъ нахожденія минеральныхъ углей: такъ, ею довольно легко можно объяснить образованіе незначительныхъ залежей бурого угля, но какъ универсальное объясненіе она имѣетъ мало основаній.

Морская гипотеза. Гипотеза эта, предложенная первоначально Бишофомъ и позднѣе подробно развитая Моромъ, приписываетъ скопленіе каменнаго угля дѣятельности водорослей и другихъ морскихъ растений, занимающихъ, какъ указано выше, иногда обширныя пространства въ моряхъ и океанахъ. Моръ въ пользу своей гипотезы не приводитъ ни одного прямого доказательства. Всѣ его доводы косвенные, но тѣмъ не менѣе довольно вѣскіе. По его мнѣнію, въ составъ каменнаго угля и антрацита несомнѣнно входятъ остатки деревьевъ, но это не главная масса каменнаго угля; между ними есть основное вещество, связывающее ихъ во-едино. Вотъ это-то вещество, по мнѣнію Мора, и есть остатокъ морскихъ водорослей, въ которыя впутались наземныя растения и съ которыми были погребены на днѣ морского бассейна, гдѣ и подверглись медленному разложенію. Что это основное вещество каменнаго угля состоитъ изъ морскихъ водорослей, Моръ старается доказать слѣдующими соображеніями.

Если бы каменный уголь производилъ изъ наземныхъ растений, то количество золы въ немъ должно соответствовать количеству золы этихъ растений; между тѣмъ оказывается, что такого соответствія нѣтъ, и что содержаніе золы въ углѣ измѣнчиво и варьируетъ въ весьма широкихъ предѣлахъ. Торфяниковой гипотезой этого объяснить нельзя, между тѣмъ какъ гипотеза Мора объясняетъ эту измѣнчивость въ содержаніи золы весьма удовлетворительно тѣмъ, что въ морѣ одновременно съ скопленіемъ растительнаго матеріала идетъ и отложеніе механически-взвѣшеннаго въ водѣ осадка; вотъ этотъ-то осадокъ и представляетъ измѣнчивую величину. Такимъ способомъ легко также объясняются прослой въ каменномъ углѣ негорючаго матеріала — сланцеватыхъ

глинѣ и глинистыхъ сланцевъ,—породъ, являющихся обыкновенными спутниками каменныхъ углей и антрацитовъ. Было уже указано, что, объясняя эти проследи торфяниковою гипотезой, пришлось бы допустить невѣроятное количество поднятій и столько же опусканій. Между тѣмъ, по гипотезѣ Мора, эти проследи указываютъ только на періодичность отложений на днѣ моря растений и механически-взвѣшеннаго матеріала.

Въ пользу своей гипотезы Моръ указываетъ еще на то обстоятельство, что въ каменномъ углѣ, какъ оказывается, содержаніе азота больше, чѣмъ его находится въ растеніяхъ. Моръ объясняетъ такое большое содержаніе азота участіемъ низшихъ животныхъ, которыми кишатъ саргассовыя поля; живя среди водорослей, организмы эти также могутъ умирать и, погребаясь вмѣстѣ съ остатками растеній, должны прибавить къ этимъ остаткамъ избытокъ азота. Кромѣ того, Моръ приводитъ въ видѣ доказательства еще и то, что въ углѣ всегда содержится іодъ, а извѣстно, что іода вовсе нѣтъ въ сухопутныхъ растеніяхъ, между тѣмъ какъ въ морскихъ, именно въ водоросляхъ, онъ встрѣчается. Наконецъ, доказательствомъ въ пользу гипотезы Мора служитъ возможность полученія изъ каменнаго угля кокса; при прокаливаніи дерева коксъ никогда не получается, а получается онъ при прокаливаніи водорослей въ видѣ пористой массы. Изъ этого обзора можно видѣть, что гипотеза Мора объясняетъ съ большимъ успѣхомъ многіе факты; но и Моръ является одностороннимъ, отвергая возможность всѣхъ другихъ случаевъ образованія углей. Между тѣмъ выносъ растительнаго матеріала рѣками и скопленіе его въ торфяникахъ наблюдается и въ настоящее время, и нѣтъ основанія предполагать, что и прежде не было того же самаго.

Ни одна изъ вышеприведенныхъ гипотезъ, отдѣльно взятая, не можетъ объяснить всѣхъ случаевъ залеганія каменнаго угля. Поэтому необходимо предположить, что природа практиковала и въ прежнія времена такіе же разнообразные способы скопленія растеній, что и нынѣ, причемъ весьма вѣроятно, что въ одномъ и томъ же мѣстѣ могло происходить образованіе угля, совмѣстно съ сплавомъ и жизнедѣятельностью водорослей. Такъ нѣкоторые бурые угли произошли путемъ сплавовъ; нѣкоторые угли Шотландіи и Франціи образовались, вѣроятно, изъ торфяниковъ. Угли московскаго каменноугольнаго бассейна произошли, вѣроятно, при участіи водорослей и другихъ морскихъ растеній.

Во всякомъ случаѣ, теперь неоспоримо то, что всѣ твердыя породы аморфнаго углерода распредѣлены во времени, т.-е. въ различныхъ геологическихъ образованіяхъ, сообразно содержанію въ нихъ углерода. Породы, наиболѣе богатыя углеродомъ; встрѣчаются въ наиболѣе древнихъ образованіяхъ, а переходя отъ этихъ послѣднихъ къ болѣе новымъ, можно довольно постепенно перейти къ породамъ углерода, все болѣе и болѣе бѣднѣющимъ углеродомъ и обогащающимся кислородомъ и водородомъ и, наконецъ, въ современныхъ образованіяхъ найти такую породу, какъ торфъ, который представляетъ прямой переходъ къ нынѣ живущимъ растеніямъ. Выше разобранный (стр. 245) процессъ разложенія растеній безъ доступа воздуха привелъ къ тому положенію, что чѣмъ дольше находятся растительные остатки безъ доступа воздуха, тѣмъ больше они должны потерять кислорода и обогатиться углеродомъ. Такое чисто теоретическое соображеніе вполне подтверждается распредѣленіемъ углерода во времени: отъ шунгита—гуронской системы, наблюдается крайне послѣдовательный переходъ до торфа включительно. Конечно, кромѣ непосредственнаго процесса разложенія растительныхъ остатковъ безъ доступа воздуха, необходимо приходится допустить и вліяніе давленія, которое, повидимому, способствуетъ болѣе быстрому концентрированію углерода въ такихъ породахъ. Такое допущеніе необходимо сдѣлать на основаніи слѣдующихъ соображеній. Извѣстны нѣкоторые геологическія образованія, какъ московскій каменноугольный бассейнъ, принадлежащій къ сравнительно древнимъ эпохамъ, напр., палеозойской, но содержащій не свойственные имъ настоящіе каменные угли, а угли, стоящіе по характеру ближе къ бурнымъ. Извѣстны и случаи противоположнаго свойства, напримеръ, донецкій бассейнъ, гдѣ угли того же возраста являются настоящими каменными углями и антрацитомъ. Такое какъ бы противорѣчіе принимаемому общему характеру распредѣленія породъ углерода во времени находитъ себѣ объясненіе, если ввести еще новый коэффициентъ—давленіе. Матеріалъ каменноугольныхъ залежей московскаго бас-

сеипа, вскорѣ послѣ скопленія, былъ выведенъ изъ-подъ уровня моря и въ такомъ положеніи, подъ вліяніемъ только одного процесса разложенія, безъ доступа воздуха, въ теченіе значительнаго промежутка времени, образовалъ угли съ характеромъ бурыхъ. Матеріалъ каменноугольныхъ залежей донецкаго бассейна былъ прикрытъ сверху остатками пермскаго періода, слѣдовательно, находился подъ значительнымъ давленіемъ. Еще большому давленію подверглись тѣ мѣстности, гдѣ въ томъ же бассейнѣ залегаютъ антрациты. Здѣсь на каменноугольныя толщи отложились, кромѣ пермскихъ, еще, вѣроятно, триасовыя, юрскія, мѣловыя, а можетъ быть, и третичныя, т.-е. часть донецкаго бассейна значительный промежутокъ времени находилась подъ уровнемъ моря и подъ громаднымъ давленіемъ.

Знакомство съ способами образованія минеральныхъ углей должно привести еще къ одному положенію: ни бурый, ни каменный уголь, ни антрацитъ не есть окончательный продуктъ разложенія растеній; имъ предоставляется возможность съ теченіемъ времени еще болѣе концентрировать въ себѣ углеродъ, и бурый уголь можетъ современемъ перейти въ каменный, этотъ послѣдній въ антрацитъ и т. д. Кромѣ вышеприведенныхъ соображеній, такой выводъ подтверждаютъ взрывы, происходящіе въ каменноугольныхъ копанияхъ. Эти взрывы обусловлены скопленіемъ въ копанияхъ газообразныхъ углеводородовъ, выдѣляющихся изъ угля, смѣшеніемъ ихъ съ воздухомъ и воспламененіемъ этой смѣси. Такое выдѣленіе углеводородовъ изъ угля и служитъ подтвержденіемъ возможности еще большей концентраціи углерода съ теченіемъ времени въ породахъ, повидимому, уже вполне закончившихъ свое образованіе.

Происхожденіе жидкихъ породъ углерода. Непосредственные и часто многочисленныя остатки растеній, находимыя среди разнообразныхъ минеральныхъ углей, невольно и уже давно подавали поводъ отыскивать причины происхожденія этихъ послѣднихъ изъ растеній. Другое представляетъ группа породъ жидкихъ углеводородовъ; здѣсь нѣтъ и слѣдовъ остатковъ растеній или животныхъ, а потому понятно, что отсутствіе прямого наведенія, какъ то было при минеральныхъ угляхъ, давало полный просторъ изслѣдователямъ для цѣлага ряда разнообразныхъ предположеній. Съ другой стороны, какъ извѣстно, петролеумъ не приуроченъ ни къ какимъ геологическимъ системамъ, а довольно безразлично встрѣчается во всевозможныхъ геологическихъ образованіяхъ (отъ силурійскихъ до третичныхъ включительно), слѣдовательно и съ этой стороны его мѣсторожденія не даютъ возможности найти нить для наведенія. Общую массу весьма разнообразныхъ гипотезъ о происхожденіи жидкихъ породъ углерода довольно легко раздѣлить на двѣ группы.

Органическая гипотеза. Большое содержаніе въ петролеумѣ болотнаго газа, а равно и нахожденіе въ нѣкоторыхъ мѣстахъ его мѣсторожденій по близости каменноугольныхъ залежей, подало поводъ производить его изъ растеній. Эта мысль какъ бы нашла поддержку въ томъ обстоятельствѣ, что жирныя угли при сухой перегонкѣ даютъ продукты весьма близкіе къ петролеуму. Кромѣ того, прямое нахожденіе парафина въ нѣкоторыхъ каменныхъ угляхъ, а равно и полученіе болотнаго газа при медленномъ разложеніи органическихъ веществъ безъ доступа воздуха,—все это приводило авторовъ различныхъ гипотезъ къ мнѣнію, что петролеумъ и другія жидкія породы углерода образовались изъ растеній. Такъ какъ каменный уголь есть твердый остатокъ отъ разложенія растеній, то должны были быть и продукты другого рода, такіе, которые бы состояли изъ углеводородовъ, образовавшихся на счетъ водорода и углерода растеній; по мнѣнію сторонниковъ этой гипотезы, петролеумъ и есть не что иное, какъ эта вторая часть отъ разложенія растеній, составляющая съ каменными углями нѣчто цѣлое. Въ дальнѣйшемъ развитіи этой гипотезы наблюдается только то существенное различіе, что одни видятъ въ петролеумѣ прямой продуктъ сухой перегонки растеній или ихъ остатка—каменнаго угля, тогда какъ другіе объясняютъ это происхожденіе изъ органическихъ же остатковъ, но на глубинахъ, подъ давленіемъ и безъ доступа воздуха.

Другіе ученые, какъ Стерри Гунтъ, Пекгэмъ, Геферъ и Стрипельманъ, знакомые съ фактомъ нахожденія петролеума въ слояхъ болѣе низкихъ, чѣмъ залежи каменнаго угля, и зная, что такой жидкій матеріалъ, обладающій удѣльнымъ вѣсомъ, меньшимъ,

чѣмъ вода, неспособенъ проникнуть изъ верхнихъ слоевъ въ нижніе, развиваютъ гипотезу о происхожденіи жидкихъ породъ углерода изъ остатковъ животныхъ. Въ пользу такого мнѣнія приводятъ присутствіе въ петролеумѣ азота, хотя этого элемента въ немъ найдены лишь слѣды. Въ каменныхъ угляхъ азота встрѣчается значительно больше, но, однако, это не мѣшаетъ признавать его растительное происхождение. Весьма важнымъ подтвержденіемъ этой гипотезы выставляютъ фактъ находенія въ содержащихъ петролеумъ пластахъ ископаемыхъ коралловъ, въ герметически замкнутыхъ полостяхъ которыхъ найдена нефть. Другіе ученые приписываютъ происхождение этихъ породъ разложенію подъ землею громаднаго скопленія рыбъ девонскаго періода и т. п.

Во всѣхъ этихъ гипотезахъ какъ растительнаго, такъ и животнаго характера, повидимому, совершенно не принято во вниманіе то громадное количество нефти, которое въ видѣ сотенъ милліоновъ килограммовъ, ежегодно доставляется на дневную поверхность изъ нѣкоторыхъ мѣсторожденій. Изъ одной бакинской площади въ 1888 г. было вывезено около 2000 милліоновъ килограммовъ нефтяныхъ продуктовъ. Процессъ разложенія какъ растительныхъ, такъ и животныхъ остатковъ, безъ доступа воздуха приводитъ къ тому заключенію, что разложеніе должно идти здѣсь на счетъ составныхъ частей самихъ остатковъ и въ результатъ получается, какъ, съ одной стороны, твердое тѣло (минеральный уголь), такъ съ другой—рядъ газообразныхъ и жидкихъ продуктовъ, по преимуществу углеводовъ. Слѣдовательно, если только на время допустить возможность образованія петролеума изъ растительныхъ или животныхъ организмовъ, то рядомъ съ этимъ должно допустить и происхождение такого твердаго тѣла. Милліонныя количества нефти нѣкоторыхъ мѣсторожденій, и по этой гипотезѣ, влекутъ за собою и необходимость находенія ниже нефтесодержащихъ слоевъ громадныхъ скопленій твердыхъ породъ углерода, чего въ дѣйствительности не находятъ. Богатѣйшія американскія мѣсторожденія нефти выбѣгаютъ изъ девонскихъ и силурійскихъ образованій, въ которыхъ минеральныхъ углей неизвѣстно. Это возраженіе можетъ быть выставлено, какъ наиболѣе важное, противъ принятія органической гипотезы для объясненія всевозможныхъ случаевъ находенія петролеума, и оно-то, главнымъ образомъ, и заставило обратить вниманіе на возможность происхожденія петролеума другимъ путемъ.

Неорганическая гипотеза. Въ ряду объясненія происхожденія петролеума инымъ путемъ, отличнымъ отъ образованія его изъ растительныхъ или животныхъ остатковъ, т.-е. путемъ неорганическимъ, точно также можно отличить нѣсколько отдѣльныхъ гипотезъ. Вэннанъ и Дэддоу (1866 г.) пытались объяснить возможность происхожденія нефти взаимодействіемъ паровъ воды и углерода при высокой температурѣ и въ сосѣдствѣ съ вулканическою дѣятельностью. Вертело прибѣгаетъ къ старинной гипотезѣ Гумфри Деви и допускаетъ внутри земли значительныя скопленія неокисленныхъ щелочныхъ металловъ. По его мнѣнію, нефть можетъ образоваться на значительныхъ глубинахъ внутри земли, при высокой температурѣ и громадномъ давленіи, въ силу дѣйствія угольнаго ангидрида на неокисленные металлы; такое дѣйствіе вызываетъ образованіе углеродистаго металла, который подъ вліяніемъ паровъ воды, даетъ ацетиленъ. Последний углеводородъ, по Вертело, подъ столь громаднымъ давленіемъ и въ присутствіи значительнаго избытка водорода, будетъ присоединять этотъ послѣдній и переходить или въ предѣльные, или въ другіе углеводороды, образующіе нефть. Наконецъ, Біассонъ прямымъ дѣйствіемъ паровъ воды и угольнаго ангидрида при высокой температурѣ на желѣзо показалъ возможность полученія жидкихъ углеводородовъ, напоминающихъ нефть.

Наиболѣе полное и цѣлесообразное развитіе неорганической гипотезы происхожденія нефти принадлежитъ Менделѣеву. Невозможность путемъ органическимъ объяснить тѣ громадныя выдѣленія нефти, которыя наблюдаютъ въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ, и отсутствіе остатка отъ разложенія животныхъ или растительныхъ организмовъ—т.-е. породъ твердаго углерода въ нефтесодержащихъ слояхъ, приводятъ этого ученаго къ необходимости принятія неорганической гипотезы. Вышеприведенная реакція полученія углеводородовъ при дѣйствіи воды на желѣзо и углеродъ при высокой температурѣ, по мнѣнію этого ученаго, требуетъ необходимаго допущенія углеродистыхъ

металловъ и по преимуществу желѣза внутри земли. Развивая гипотезу Канта-Лапласа (см. стр. 219), Менделѣевъ приводитъ къ заключенію, что тяжелѣйшіе металлы, какъ желѣзо и родственные ему, должны представлять внутри земли значительныя скопленія, отчасти въ видѣ углеродистыхъ металловъ, отчасти въ смѣси съ углеродомъ. Въ пользу такого вывода онъ приводитъ какъ находженіе неокисленнаго желѣза въ нѣкоторыхъ базальтахъ, такъ и находженіе его въ метеоритахъ. Въ подтвержденіе мнѣнія о находженіи внутри земли неокисленныхъ металловъ можно указать еще и на выдѣленіе при вулканическихъ изверженіяхъ, какъ то видѣли выше (стр. 145), свободного водорода, рядомъ съ парами воды и продуктами разложенія морскихъ солей; находженіе его въ продуктахъ вулканической дѣятельности только и возможно объяснить разложеніемъ воды при высокой температурѣ неокисленными металлами, находящимися во внутреннемъ содержимомъ земли. Если допустить подобное состояніе земли, то при участіи воды довольно легко объяснить происхожденіе углеводородовъ. Вода, проникая по трещинамъ до скопленій такихъ углеродистыхъ металловъ, находящихся при весьма высокой температурѣ, подвергается разложенію, и въ моментъ освобожденія водорода этотъ послѣдній соединяется съ углеродомъ металла, образуя углеводороды. Вода, идущая на образованіе нефти, способствуетъ, въ силу малаго удѣльнаго вѣса нефти, подъему ея къ дневной поверхности, а потому тѣ же трещины, которыя служатъ для прониканія воды внутрь земли, способствуютъ подъему нефти къ дневной поверхности. На пути этого движенія нефть можетъ встрѣчать горныя породы, способныя насыщаться ею, а потому нефть-содержащіе горизонты могутъ встрѣчаться въ самыхъ разнообразныхъ геологическихъ образованіяхъ, что въ дѣйствительности и находятъ. Въ подтвержденіе возможности образованія нефти минеральнымъ путемъ можно указать на находженіе ея въ метеоритахъ и въ долеритовой лавѣ Этны.

Эта гипотеза также весьма естественно объясняетъ и пояса или зоны нефтяныхъ источниковъ. Горныя страны представляютъ наиболѣе сильное изогнутіе слоевъ, а потому понятно, что и появленіе болѣе глубокихъ трещинъ, параллельныхъ краямъ, возможно тамъ, гдѣ наблюдаются эти послѣдніе. Вотъ почему такіе пояса или зоны, принимаемые прежде даже за подземныя нефтяныя рѣки, являются параллельными горнымъ краямъ, какъ, напр., въ Америкѣ—дѣли Аллеганскихъ горъ, въ Россіи—дѣли Кавказскихъ горъ и т. п.

Гипотеза Менделѣева, представляя собою какъ бы дальнѣйшее развитіе, столь плодотворной въ настоящее время въ геологіи, гипотезы Канта-Лапласа, вызываетъ одно, и, повидимому, весьма существенное возраженіе. Если-бы внутри земли, въ ея внутреннемъ содержимомъ, находились углеродистые и неокисленные металлы, то изверженіе всякаго вулкана, какъ наиболѣе рѣзкое проявленіе внутренней высокой температуры земли, должно было бы сопровождаться громаднымъ выдѣленіемъ нефти или продуктовъ ея горѣнія, чего въ большихъ массахъ не наблюдается. Объяснить это небольшое количество нефти—а часто и ея отсутствіе при вулканическихъ изверженіяхъ, помогаетъ, до нѣкоторой степени, вышеупомянутая (стр. 230) весьма остроумная гипотеза Смита о своеобразномъ строеніи твердой земной коры. По этой гипотезѣ, если трещины пройдутъ въ твердой оболочкѣ земли черезъ наиболѣе утолщенные ея части, то и сообщеніе дневной поверхности съ внутреннимъ содержимымъ земли будетъ произведено съ наиболѣе отдаленными отъ дневной поверхности слоями послѣдняго; въ тѣхъ трещинахъ, которыя прошли черезъ наиболѣе тонкую часть твердой оболочки земли, и сообщеніе установится съ болѣе поверхностными горизонтами внутреннего содержимаго. Весьма вѣроятно, что настоящія вулканическія явленія обусловливаются относительно болѣе глубокими трещинами и сообщеніемъ съ болѣе глубокими вѣдрами земли, тогда какъ образованіе нефтяныхъ ключей идетъ по сравнительно менѣе глубокимъ трещинамъ. Это даетъ возможность сдѣлать предположеніе, что углеродистые металлы представляютъ болѣе наружную оболочку внутреннего содержимаго земли. Въ пользу этого можно привести еще одно наведеніе. Грязные вулканы проявляютъ крайне невысокую температуру, а потому приписывать ихъ дѣятельность причинамъ, вполне тождественнымъ съ обыкновенными вулканами, едва ли возможно. Здѣсь глубина очага изверженія, безспорно, много ближе къ дневной поверхности. Всякое из-

верженіе грязныхъ вулкановъ сопровождается обильнымъ выдѣленіемъ нефти и газообразныхъ углеводородовъ; слѣдовательно, дѣятельность грязныхъ вулкановъ находится въ условіяхъ благоприятныхъ образованію нефти, и на Кавказѣ, на Керченскомъ и Таманскомъ полуостровахъ, грязные вулканы развиты въ сосѣдствѣ съ нефтяными ключами. Если очаги дѣятельности грязныхъ вулкановъ лежатъ менѣе глубоко подъ дневною поверхностью, сравнительно съ обыкновенными вулканами, то возможно предположеніе о нахожденіи рядомъ съ ними углеродистыхъ неокисленныхъ металловъ, дающихъ возможность образованію петролеума; это должно привести къ заключенію, что какъ происхожденіе нѣкоторыхъ нефтяныхъ ключей, такъ и грязныхъ вулкановъ, объяснено однимъ и тѣмъ же причиною.

Обзоръ разнообразныхъ гипотезъ происхожденія петролеума и его разновидностей показываетъ, что природа, повидному, практикуетъ нѣсколько способовъ происхожденія нефти какъ путемъ органическимъ, такъ и путемъ минеральнымъ. Но только одинъ послѣдній способъ ея происхожденія даетъ возможность объяснить тѣ громадныя, выражающіяся сотнями милліоновъ килограммовъ, количества нефти, которыя доставляются нѣкоторыми мѣстностями. Не поможетъ ли для отличія по происхожденію петролеума въ различныхъ мѣстностяхъ сосѣдство его источниковъ съ грязными вулканами—для неорганической гипотезы, а отсутствіе послѣднихъ—для органической гипотезы? Это вопросъ для будущихъ изслѣдованій. Точно такъ же является такимъ же вопросомъ и различіе въ характерѣ нефти, которое представляютъ различныя мѣсторожденія. Можетъ быть, и здѣсь все различіе находится въ зависимости отъ того, произошла ли нефть, какъ продуктъ разложенія организмовъ, или какъ результатъ разложенія воды на глубинахъ углеродистыми металлами?

СЛОЖНЫЯ ГОРНЫЯ ПОРОДЫ.

Сложныя породы представляютъ то существенное отличіе, что являются агрегатами, образованными нѣсколькими минералами. Уже давно дѣлались попытки ихъ классификаціи и группировки, но эти попытки или основывались на строеніи, причемъ приходилось отдѣлять породы, крайне близкія по составу, и ставить ихъ въ классификаціи весьма далеко другъ отъ друга, или за руководство брали самый способъ происхожденія таковыхъ горныхъ породъ, подраздѣляя ихъ на вулканическія, негтуническія и т. д. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ было еще менѣе основанія, потому что для весьма многихъ горныхъ породъ способы происхожденія не были доказаны. Только съ примѣненіемъ микроскопическаго метода изслѣдованія явилась возможность разложить сложныя горныя породы и показать ихъ составныя части, т.-е. опредѣлить минералы, ихъ образующіе.

Минералы, входящіе въ составъ сложныхъ, горныхъ породъ, подраздѣляютъ на существенные или главныя—такіе минералы обуславливаютъ родовое наименованіе горной породы, — и на несущественные, или побочные, которые являются, какъ примѣсь, но иногда могутъ, увеличиваясь въ количественномъ отношеніи, давать видовое наименованіе горной породѣ. Такъ, напримѣръ, существенными составными частями гранита являются ортоклазъ, кварцъ и слюда; несущественными: рооговал обманка, турмалинъ, графитъ и т. д. Развитіе послѣднихъ въ породѣ можетъ обусловить наименованіе: турмалиновый, рооговообманковый гранитъ и т. д. Кромѣ того, надо имѣть въ виду, что въ горныхъ породахъ

нѣкоторые минералы являются какъ бы замѣстителями одинъ другого, чѣмъ могутъ быть, какъ то видѣли выше, обусловлены переходы одной горной породы въ другую, а потому такіе минералы и получаютъ наименованіе петрографическихъ эквивалентовъ. Въ настоящее время большинство ученыхъ дѣлитъ сложныя породы по ихъ строенію на два большихъ отдѣла: на породы массивныя и слоистыя.

Массивныя сложныя породы.

Массивныя горныя породы обязаны своимъ происхожденіемъ главнымъ образомъ вулканической дѣятельности. Большинство ихъ произошло изъ расплавленныхъ огненно-жидкихъ массъ путемъ охлажденія. Минералы, принимающіе главное участіе въ большей части сложныхъ массивныхъ горныхъ породъ, принадлежатъ къ семейству полевыхъ шпатовъ, почему нѣкоторые ученые и группируютъ эти породы по характеру полевого шпата, входящаго въ ихъ составъ, а такъ какъ полевые шпаты могутъ быть или одноклиномѣрными — какъ ортоклазъ и санидинъ, или трехклиномѣрными, каковы: олигоклазъ, андезинъ, лабрадоръ и анортитъ, то и всѣ полевошпатовыя породы распадаются на ортоклазовыя и плагіоклазовыя. Общее наименованіе плагіоклаза, для всѣхъ трехклиномѣрныхъ полевыхъ шпатовъ, придается минералу въ томъ случаѣ, когда невозможно опредѣленіе въ данной породѣ вида этого минерала и когда приходится довольствоваться лишь опредѣленіемъ, будетъ ли полевой шпатъ трехклиномѣрный. Здѣсь нужно еще замѣтить, что нахожденіе ортоклаза въ породахъ не исключаетъ возможности нахожденія въ нихъ и олигоклаза, но лабрадоръ и анортитъ какъ бы избѣгаютъ встрѣчаться съ ортоклазомъ.

Кромѣ ортоклазовыхъ и плагіоклазовыхъ горныхъ породъ, отличаютъ еще отдѣлъ, гдѣ ортоклазъ встрѣчается вмѣстѣ съ преобладающими нефелиномъ или лейцитомъ, и отдѣлъ, гдѣ съ плагіоклазомъ являются рядомъ нефелинъ, мелилитъ и лейцитъ. Наконецъ, различаютъ группы породъ, въ которыхъ нѣтъ полевого шпата, а главную роль играютъ: нефелинъ, лейцитъ, мелилитъ, нозеанъ и оливинъ.

Для дальнѣйшаго подраздѣленія сложныхъ горныхъ породъ принимаютъ во вниманіе: ихъ строеніе и структуру, — отличая породы кристаллически-зернистыя, порфиридовидныя и стекловатыя, а также и геологическую ихъ древность, подраздѣляя на древнія, куда относятъ всѣ породы до третичной системы, и на новыя, куда принадлежатъ горныя породы третичной системы и новѣйшаго времени. Надо замѣтить, что этотъ послѣдній пріемъ не всегда справедливъ, потому что извѣстны нѣкоторыя горныя породы, по времени относимыя къ древнимъ, тогда какъ онѣ встрѣчаются и въ новыхъ образованіяхъ и обратно. Для большинства же сложныхъ горныхъ породъ такое подраздѣленіе во времени можетъ быть принято. Наконецъ, для дальнѣйшаго подраздѣленія можно принять присутствіе или отсутствіе въ породѣ кварца, а равно и третьей составной части, какъ оливина, роговой обманки, авгита и слюды. Если вышеука-

занные признаки сгруппировать въ таблицу, размѣстивъ ихъ такъ, что вертикальные ряды будутъ указывать минералогическій составъ, а горизонтальные—древность и строеніе породы, то въ отдѣльныхъ клѣткахъ можно легко найти мѣста, которыя должны занять всѣ извѣстныя массивныя горныя породы.

Французскіе ученые (какъ, напр., Фукэ и Мишель-Леви) на первомъ планѣ при классификаціи массивныхъ горныхъ породъ ставятъ ихъ химическій составъ; при этомъ горныя породы распадаются на кислотныя, содержащія отъ 65% до 69% и болѣе кремневой кислоты, на нейтральныя—отъ 65% до 55% и основныя—55% до 44% кремневой кислоты. Дальнѣйшее подраздѣленіе и группировка ихъ основана на структурѣ и составѣ. Въ структурномъ отношеніи горныя породы подраздѣляются на двѣ большихъ группы: I — гранитную и II — трахитовую; каждая изъ этихъ группъ, въ свою очередь, подраздѣляется на три подгруппы. Затѣмъ вводится минеральный составъ горной породы, т. е. сочетанія разнообразныхъ полевыхъ шпатовъ, нефелина и лейцита со слюдою, роговою обманкою, авгитомъ, діаллагомъ и др.

По мѣрѣ изученія микроскопическаго строенія и условій образованія изверженныхъ горныхъ породъ значеніе для классификаціи ихъ возраста стало отступать на задній планъ и уступать первенство условіямъ происхожденія и структурнымъ особенностямъ. Въ этомъ направленіи работали англійскіе ученые, а также Рихтгофенъ, Рейеръ и др.; но наиболѣе полное и стройное выраженіе нашли себѣ эти принципы въ классификаціи Розенбуша.

Первенствующее значеніе отводится въ классификаціи изверженныхъ породъ способу ихъ образованія, условіямъ кристаллизаціи и вытекающимъ изъ послѣднихъ главнымъ структурнымъ особенностямъ; дальнѣйшія подраздѣленія основаны на минералогическомъ составѣ и, наконецъ, разновидности каждаго рода и вида опять-таки на детальныхъ или интимныхъ структурныхъ особенностяхъ. Извѣстно, что затвердѣваніе огненно-жидкой массы въ горную породу можетъ произойти двоякимъ путемъ: въ однихъ случаяхъ она кристаллизуется на извѣстной болѣе или менѣе значительной глубинѣ внутри земной коры въ трещинахъ или пустотахъ, существовавшихъ или раньше, или образованныхъ напоромъ самой расплавленной массы; въ другихъ случаяхъ расплавленная масса по трещинѣ или кратеру достигаетъ поверхности земли, на которой уже и кристаллизуется на подобіе современныхъ лавъ. Понятно, что условія кристаллизаціи въ этихъ двухъ случаяхъ различны, понятно, что они, независимо отъ состава массы или времени ея изверженія, должны отразиться въ ней существенными чертами строенія. Вотъ почему Розенбушъ и подраздѣляетъ прежде всего массивныя горныя породы на двѣ большихъ группы: I) глубинныя (подземныя), или интрузивныя, и II) лавовыя (наземныя), или эффузивныя изверженныя горныя породы. Глубинныя или подземныя породы Розенбуша („массовыя изверженія“ Рихтгофена и Рейера, ирруптивныя породы англичанъ, батолиты Лагоріо, Зюсса) въ общемъ соотвѣтствуютъ плутоническимъ породамъ (плуто-

нитамъ) старыхъ петрографовъ; а его лавовыя или наземныя горныя породы (эруптивныя породы англичанъ, кратерныя изверженія Рихтгофена и Рейера, наконецъ просто лавы) соотвѣтствуютъ прежнимъ вулканическимъ породамъ (вулканитамъ). Розенбушъ отличаетъ еще третью группу породъ жильныхъ (дайкиты и лакколиты Лагоріо), но самостоятельность этихъ послѣднихъ еще требуетъ доказательствъ.

Глубинныя, или интрузивныя, и лавовыя, или эффузивныя изверженныя породы существенно различны. Характерными признаками первыхъ являются слѣдующіе: всѣ эти породы характеризуются кристаллически-зернистой структурой (каждая составная часть представляетъ только одно поколѣніе, т.-е. онѣ всѣ образовались въ одно время, типичный представитель—гранитъ); онѣ являются въ видѣ куполовъ лакколитовъ, значительныхъ потоковъ, покрововъ и даже пластовъ и никогда не сопровождаются туфами; наконецъ, онѣ не связаны съ настоящими или бывшими кратерами. Глубинныя изверженныя породы распадаются на слѣдующія семейства: 1) граниты, 2) сіениты, 3) элеолитовыя сіениты, 4) діориты, 5) габбро и нориты, 6) діабазы, 7) тералиты, 8) перидотиты. Глубинныя изверженныя породы извѣстны до сихъ поръ только въ группѣ древнихъ геологическихъ образований; отсутствіе ихъ въ болѣе новыхъ объясняютъ тѣмъ, что размывающіе процессы еще не успѣли обнажить ихъ на дневной поверхности.

Лавовыя (наземныя), или эффузивныя горныя породы характеризуются слѣдующими признаками: ихъ структура порфировая (двѣ стадіи кристаллизаціи: подземная (интрателлурическая)—порфиroidныя выдѣленія и поверхностная (эффузивная)—основная масса). Нѣкоторыя составныя части могутъ являться въ видѣ двухъ или даже большаго числа поколѣній; онѣ обыкновенно содержатъ болѣе или менѣе значительное количество необособленнаго кристаллизаціоннаго остатка въ видѣ стекла и, въ связи съ этимъ, обладаютъ флюидальнымъ строеніемъ; порфиroidныя вкрапленія часто механически повреждены или частью оплавлены и т. д.; эти породы образуютъ лавовыя потоки, связанные съ вулканическими трещинами или кратерами, и сопровождаются туфами и шлаками. По возрасту лавовыя, или наземныя, изверженныя горныя породы распадаются на I) палеовулканическія, характеризующіяся болѣе каменистой, литоидальной основной массой и II) неовулканическія—съ болѣе стекловатой основной массой. Къ палеовулканическимъ изверженнымъ породамъ относятся: 1) кварцевыя порфиры, 2) порфиры безъ кварца, 3) порфириты, 4) авгитовыя порфириты и мелафиры, 5) пикритовыя порфиры. Къ неовулканическимъ изверженнымъ породамъ принадлежатъ: 1) липариты и пантеллериты, 2) трахиты, 3) фонолиты и лейцитопфиры, 4) дациты, 5) андезиты, 6) базальты, 7) тефриты, 8) лейцитовыя породы, 9) нефелиновыя породы, 10) мидилитовыя породы, 11) гамбургиты и авгититы.

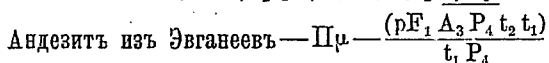
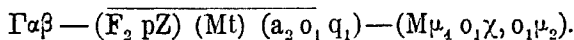
Классификація Розенбуша въ своемъ дальнѣйшемъ развитіи, въ особенности при надлежащемъ изученіи условій кристаллизаціи расплавленныхъ массъ, должна представить современемъ весьма стройное цѣлое, но въ ея настоящемъ положеніи она все-таки оставляетъ много сторонъ

для произвола, а потому мы здѣсь и останавливаемся на весьма практичной при изученіи горныхъ породъ классификаціи Циркеля. Въ основу этой классификаціи (см. стр. 380) положены одновременно и составъ, и строеніе, что даетъ возможность весьма скоро найти мѣсто для данной горной породы, и въ то же время легко объять памятью все ихъ разнообразіе.

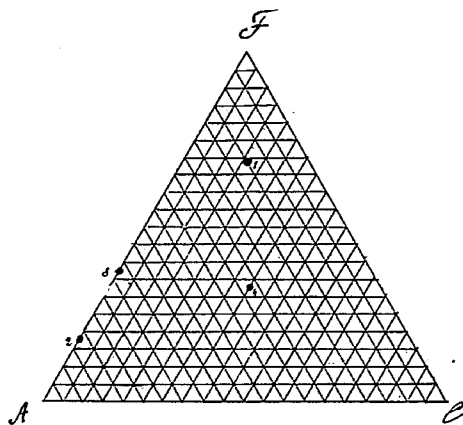
Петрографическія формулы. Въ 1889 году Мишель Леви сдѣлалъ попытку выразить въ видѣ общепонятныхъ формулъ структуру и минералогическій составъ изверженныхъ горныхъ породъ. Формула каждой породы состоитъ изъ двухъ частей; въ первой части отмѣчается условными греческими буквами структура породы (напр., Г—гранитовая или кристаллически-зернистая, П—порфировая, Га—гипидиоморфо-зернистая, Гγ—гранофирово-зернистая, Пμ—микролитовая и т. д.). Вторая часть формулы показываетъ минералогическій составъ, порядокъ выдѣленія и характеръ составныхъ частей породы. Минералы обозначаются буквами, иногда въ сопровожденіи индекса (см. таблицу стр. 377). Заглавные буквы латинскаго алфавита обозначаютъ минералы окрашенные, строчныя—бесцвѣтные. Минералы вторичныя обозначаются строчными буквами греческаго алфавита. Минералы метаморфическіе двумя начальными буквами ихъ названій.

Составныя части породы отмѣчаются въ порядкѣ ихъ выдѣленія, начиная съ древнѣйшихъ. Минералы вторичныя указываютъ при тѣхъ составныхъ частяхъ, изъ которыхъ они произошли (въ скобкахъ) или въ отдѣльной третьей части формулы. Главныя составныя части отмѣчаются жирнымъ шрифтомъ, случайныя—или курсивомъ, или ставятся въ скобки. Если нѣсколько минераловъ выкристаллизовалось одновременно, они заключаются въ общія скобки. Двѣ фазы кристаллизаціи въ классѣ гранитовыхъ или зернистыхъ породъ подчеркиваются, первая—сверху, вторая—снизу. Въ породахъ порфировыхъ интрателлурическая и эффузивная фазы пишутся въ видѣ дроби, первая—въ числитель, вторая—въ знаменатель.

Приводимъ обозначеніе нѣкоторыхъ горныхъ породъ при посредствѣ указанныхъ формулъ: гранитъ Волынской губерніи—



Графическій методъ Озанна. Весьма наглядно составъ горной породы можетъ быть представленъ графическимъ путемъ. Особенно удобенъ въ этомъ отношеніи



Фиг. 229. Схема Озанна.

методъ Озанна, дающій возможность на одной и той же діаграммѣ нанести нѣсколько породъ, что очень существенно для ихъ сравненія. Данныя химическаго анализа за вычетомъ воды, углекислоты, серы и т. п. перечисляются обычнымъ путемъ на 100, а затѣмъ находятъ отвѣчающія имъ молекулярныя вѣса, при чемъ окись желѣза перечисляется на закись. Молекулярныя количества перечисляютъ на процентныя и распределяютъ въ группы SiO_2 вмѣстѣ съ TiO_2 и ZrO_2 соединяютъ въ одну группу, обозначаемаую S. Количество щелочей, которое по Озанну цѣликомъ идетъ на образованіе щелочныхъ полевыхъ шпатовъ и ихъ замѣстителей, обозначается черезъ A; такъ какъ въ этихъ минералахъ на одну молекулу щелочей приходится одна молекула Al_2O_3 , то соответствующее число вычитаютъ изъ общаго количества глинозема. Окись кальція идетъ на образованіе анортита, при

Символы породобразующихъ минераловъ.

Минералы окрашенные.		Дяллагъ	P ₃	Минералы вторичные.	
Магнитный желѣзнякъ	F ₁	Авгитъ	P ₄	Уралитъ волокнистый	α ₁
Желѣзный блескъ	F ₂	<i>Роговая обманка</i>	A	Уралитъ плотный	α ₂
Титанистый желѣзи	F ₃	Щелочная рог. обманка	A ₁	Хлоритъ	μ ₁
Ильменитъ		Актинолитъ	A ₂	Серпигитъ	μ ₂
Хромистый желѣзнякъ	F ₄	Обычн. рог. обманка	A ₃	Талькъ	μ ₃
Перовскитъ	F ₅	Плотная зел. роговая обманка	A ₄	Лимонитъ	μ ₄
<i>Шпинель</i>	S	Биотитъ	M	Хлоритондъ	μ ₅
Шпинель магнезиальная	S ₁	Минералы безцвѣтн.		Серпентинъ	α
Плеонастъ	S ₂	Апатитъ	p	Кальцитъ	χ
Пикотитъ	S ₃	Лейцитъ	l	Каолинъ	κ
Цирконъ	Z	Нефелинъ	n	Цеолиты	ζ
Рутель	T ₁	Мелллитъ	h	Баститъ	β
<i>Титанитъ</i>	T ₂	Содалитъ	s ₁	Опалъ	ω
Эпидотъ	E ₁	Гашинъ	s ₂	Цоизитъ	ε ₁
Алланитъ	E ₂	Позеанъ	s ₃	Эпидотъ	ε ₂
<i>Гранатъ</i>	G	Ортоклазъ	o ₁	Минералы метаморф.	
Гроссуляръ	G ₁	Микроклинъ	o ₂	Андалузитъ	Ap
Альмандинъ	G ₂	Анортоклазъ	a ₁	Ставролитъ	St
Меланитъ	G ₃	Альбитъ	a ₂	Кордьеритъ	Co
Оливинъ	O	Олигоклазъ	t ₁	Корундъ	Ko
<i>Ромбич. тироксенъ</i>	H	Лабрадоръ	t ₂	Вернеритъ	We
Гиперстенъ	H ₁	Анортитъ	t ₃	Турмалинъ	Tu
Бронзитъ	H ₂	Кварцъ	q ₁	Флуоритъ	Fl
Экстатитъ	H ₃	Халцедонъ	q ₂	Минералы, неприведенные здѣсь, обозначаются тремя первыми буквами ихъ названія.	
<i>Одноклмн. тироксенъ</i>	P	Тридимитъ	q ₃		
Эспринъ	P ₁	Мусковитъ	m		
Малаколитъ (салитъ).	P ₂				

чемъ каждая молекула СаО соединяется съ одной молекулой Al₂O₃. Количество СаО, идущее на образованіе анортита, обозначается черезъ С. Избытокъ СаО или Al₂O₃ присоединяется къ остальнымъ окисламъ и вмѣстѣ съ ними обозначается черезъ F. Полученныя числа А, С и F перечисляются на 20 и обозначаются соответственно: а, с и f. Отношеніе щелочей Na₂O:K₂O Озаннъ обозначаетъ черезъ n и выражаетъ это отношеніе черезъ количество Na₂O, перечисляя предварительно сумму щелочей на 10(Na₂O + K₂O = 10). Кромѣ того Озаннъ находитъ еще коэффициентъ кислотности $k = \frac{S}{6A + 2C + S}$. Изъ приведенныхъ величинъ составляется формула, характеризующая собой составъ горной породы. Для графическаго изображенія полученной формулы Озаннъ пользуется равностороннимъ треугольникомъ, стороны котораго раздѣлены, въ нашемъ примѣрѣ, на 20 равныхъ частей, соединенныхъ линіями (фиг. 229). Вершины треугольника обозначаются буквами А, С и F. Величины а, с и f отсчитываются отъ сторонъ, лежащихъ противъ вершинъ, обозначаемыхъ соответствующими буквами. Для поясненія приводимъ расчетъ по Озанну диабазъ съ западнаго побережья Онежскаго озера.

I.	II.	III.	IV.
SiO ₂ — 49,85	50,56	— 0,8427	— 55,31
Al ₂ O ₃ — 16,13	16,36	— 0,1604	— 10,53
Fe ₂ O ₃ — 9,05	9,16	— 0,2126	— 13,96
FeO — 6,97	7,07		
MgO — 3,19	3,23	— 0,0807	— 5,30
CaO — 8,19	8,30	— 0,1482	— 9,73
Na ₂ O — 4,01	4,07	— 0,0656	— 4,30
K ₂ O — 1,23	1,25	— 0,0133	— 0,87
H ₂ O — 0,49	—	—	—
99,11	100,00	1,5235	100,00
S = 55,31	A = 5,17	C = 5,36	F = 23,63
a = 3,0	c = 3,2	f = 13,8	n = 8,32
			k = 0,84

Здѣсь въ столбцѣ I помѣщенъ анализъ диабазы; во II тотъ же анализъ, пересчитанный на 100 за вычетомъ H₂O; въ III полученные молекулярныя отношенія (окись желѣза пересчитана на закись); въ IV молекулярный процентъ и наконецъ ниже даны величины, входящія въ формулу Осанна.

Такимъ образомъ химическій составъ данной породы выражается формулой S—55,31, a—3,0; c—3,2, f—13,8 и на треугольникѣ она занимаетъ мѣсто, обозначенное цифрой 1. Для сравненія на этотъ же треугольникъ нанесено еще нѣсколько породъ, а именно подъ цифрой 3 щелочной гравитъ Драммена состава S—80,83, a—12,5, c—0, f—7,5, n—5,3, подъ цифрой 2 канкринитовый сіенитъ изъ Финляндіи состава S—62,03, a—16,5, c—0, f—3,5, n—7,1, и подъ цифрой 4 кварцево-слюдяной діоритъ состава S—74,05, a—6,5, c—7, f—6,5, n—7,2. Изъ расположенія въ треугольникѣ точекъ, видно, что щелочныя породы группируются у вершинъ А, щелочно-земельныя приближаются къ С, а богатая темными минералами къ F.

Ортоклазовые породы.

ОРТОКЛАЗОВЫЯ ПОРОДЫ СЪ КВАРЦЕМЪ.

Гранитъ. Эта порода представляетъ кристаллически-зернистый агрегатъ ортоклаза, кварца и слюды; наиболѣе существенными составными частями надо считать первые два минерала, потому что въ нѣкоторыхъ разностяхъ слюда замѣщена однимъ изъ ея петрографическихъ эквивалентовъ. Ортоклазъ гранитовъ является или въ простыхъ зернахъ, или двойникахъ чаще розовато-бѣлаго, мясо- или кирпично-краснаго, иногда сѣраго, а рѣдко зеленаго (амазонскій камень) цвѣта. Обыкновенно отъ его цвѣта зависитъ и самый цвѣтъ гранита. Подъ микроскопомъ ортоклазъ гранита обыкновенно мутный отъ различной степени каолинизаціи, содержитъ по трещинамъ спайности (исключительно въ красныхъ ортоклазахъ) выдѣленія безводной окиси желѣза, иногда въ видѣ своеобразныхъ круглыхъ образованій, но бѣденъ включеніями жидкости. Кварцъ является въ гранитахъ неправильными зернами обыкновенно свѣтло-сѣраго цвѣта, рѣже дымчатаго, съ характернымъ раковистымъ изломомъ. Онъ въ гранитахъ крайне богатъ микроскопическими включеніями жидкости, которая

то является чистою водою; то растворомъ хлористыхъ и сѣрнокислыхъ солей, то жидкой углекислотой; въ кварцѣ довольно часто находятъ влюченія иголь апатита, а цвѣтъ дымчатаго кварца главнымъ образомъ зависитъ отъ многочисленныхъ иголь рутила. Слюда въ гранитахъ или магнезіальная (біотитъ), или калиевая (мусковитъ), или совмѣстно обѣ слюды, прорастая другъ друга, принимаютъ участіе въ образованіи породы; слюды гранитовъ являются въ тонкихъ пластинкахъ или шестиугольныхъ табличкахъ бѣлаго, бураго или чернаго цвѣта.

Какъ побочныя составныя части гранита являются: олигоклазъ и альбитъ; при этомъ послѣдній иногда образуетъ съ ортоклазомъ пертитовые сростки, крайне характерныя для нѣкоторыхъ гранитовъ. Во многихъ гранитахъ находятъ микроклинъ (трехълиномѣрный калиевый полевои шпатъ). Роговая обманка, турмалинъ, талькъ, хлоритъ, графитъ и желѣзная слюдка являются, какъ петрографическіе эквиваленты слюды. Кроме того, въ гранитахъ встрѣчаются: гранатъ, эпидотъ, цирконъ, бериллъ, топазъ, плавиковый шпатъ, магнетитъ и сѣрный колчеданъ.

Строеніе гранитовъ типичное кристаллически-зернистое, причѣмъ оно колеблется отъ крупно- до мелкозернистаго. Такое строеніе граниты выдерживаютъ и подъ микроскопомъ, не обнаруживая никакихъ слѣдовъ аморфнаго кристаллизаціоннаго (стекловатаго или микрофельзитоваго) остатка даже въ самыхъ мелкозернистыхъ разностяхъ (что часто даетъ поводъ называть такіе граниты микрогранитами). Величина зеренъ гранита крайне варьируетъ отъ величины человѣческой головы до микроскопическихъ размѣровъ, но наичаще встрѣчаются граниты средняго зерна. Часто среди однородной гранитовой массы наблюдаются порфириовидно вкрапленными болѣе крупныя недѣлимыя ортоклаза, образованныя въ формѣ двойниковъ и наичаще по карлсбадскому закону; такое строеніе придаетъ порфириовидный характеръ граниту. Съ подобнымъ характеромъ находятъ гранитъ въ видѣ тонкихъ жилъ, прорѣзывающихъ сосѣднія горныя породы и отходящихъ отъ гранитовыхъ штоковъ.

Являясь массивною горною пороною гранитъ разбитъ трещинами и потому представляетъ отдѣльность; наичаще она плитообразная, но встрѣчаются въ гранитахъ и полиѣдрическая, призматическая, кубическая, столбчатая и шаровая отдѣльности.

Въ гранитахъ можно отличать разности или по строенію породы, или по примѣсямъ, т.-е. по минералогическому составу. Въ первомъ отношеніи граниты могутъ представлять: или расположеніе составляющихъ ихъ минеральныхъ элементовъ безъ всякой правильности — что и есть обыкновенный гранитъ, или недѣлимыя слюды мѣстами начинаютъ принимать положеніе параллельное другъ другу — въ гнейсо-гранитѣ, или недѣлимыя ортоклаза сами принимаютъ шаровидную форму, а листочки слюды и другіе минералы располагаются какъ концентрически-скорлуповатыми зонами, такъ и радіально-лучисто, что образуетъ шаровой гранитъ. Въ томъ случаѣ, когда гранитъ состоитъ изъ крупныхъ недѣлимыхъ ортоклаза, проросшаго многочисленными, параллельными и шестоватыми недѣлимыми кварца, образующими на плоскостяхъ спай-

Классификація массивныхъ (изверженныхъ)

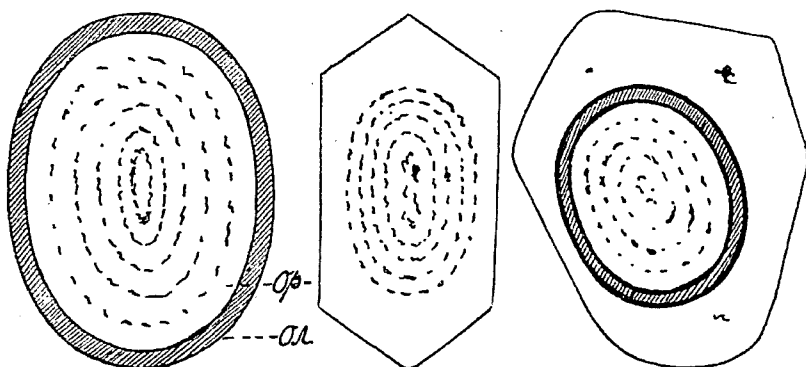
горныхъ породъ по Циркелю.

Возрастъ.	Структура.	Породы съ щелочными полевыми шпатами.			Породы съ известково-натровымъ п			известковымъ полевымъ шпатамъ.				Породы безъ полевого шпата.			
		Ортоклазовые (санидиновые) породы.		Ортоклазовые нефелиновые или лейцитовыя горныя породы.	Плагіоклазовыя			породы.			Плагіоклазовыя нефелиновые и лейцитовыя породы.	Нефелиновые породы.	Лейцитовыя породы.	Меллитовыя породы.	Оливиновые породы.
		Съ мусковитомъ, біотитомъ, роговою обманкою и авгитомъ.			Съ біотитомъ и роговою обманкою.		Съ авгитъ	томъ.	Съ диаллагомъ.	Съ энстатитомъ или гиперстеномъ.	Съ авгитомъ, роговою обманкою и біотитомъ.	Съ авгитомъ.	Съ авгитомъ.	Съ авгитомъ.	Съ авгитомъ, диаллагомъ и энстатитомъ.
		Съ кварцемъ.	Безъ кварца.		Съ кварцемъ.	Безъ кварца.	Безъ оливина.	Съ оливиномъ.							
Древні, до-третичныя горныя породы.	Кристаллическостернистыя.	Гранитъ.	Сіенитъ. (Роговообманковый сіенитъ. Слюдяной сіенитъ. Августовый сіенитъ).	Элеолитовый сіенитъ. (Фояитъ, Міаситъ, Дитроитъ).	Кварцевый діоритъ.	Слюдяной діоритъ. Керсантитъ.	Диабазъ. Кварцевый диабазъ.	Оливиновый диабазъ.	Габбро. (Соссуритовый габбро). Оливиновый габбро. (Форелленштейнъ).	Норитъ. (Гиперстенитъ).	Тералитъ.				Оливиновые породы: Дунитъ. Пикритъ. Верлитъ. Лерцолитъ. Пироксеновые породы: Пироксенитъ. Вебстеритъ.
	Порфировидныя.	Кварцевый порфиръ. Гранитовый порфиръ. Фельзитовый порфиръ. Кварцевый кератофиръ. Фельзитъ.	Порфиръ безъ кварца. Сіенитовый порфиръ. Ромбовый порфиръ. Минетте. Вогезитъ. Кераатофиръ.	Элеолитовый порфиръ. Либенеритовый порфиръ.	Кварцевый роговообманковый порфиритъ. Кварцевый слюдяной порфиритъ.	Роговообманковый порфиритъ. Диоритовый порфиритъ. Слюдяной порфиритъ.	Авгитовый порфиритъ. Диабазовый и Уралитовый порфириты.	Мелafirъ.		Норитовый порфиритъ.	Мончикитъ.				
	Стекловатныя.	Фельзитовый смоляной камень.			Стекловатныя и полустекловатныя породы.										
Новыя, третичныя и современныя горныя породы.	Зернистыя или порфировидныя.	Дипаритъ или Риолитъ.	Трахитъ (Домитъ).	Фонолитъ. Нефелиновый и лейцитовый фонолитъ. Лейцитифиръ.	Дацитъ. Кварцевый пропилитъ. Кварцевый слюдяной андезитъ.	Пропилитъ. Слюдяной андезитъ. Роговообманковый андезитъ.	Авгитовый андезитъ. Августовый пропилитъ. Кварцевый авгитовый андезитъ. Августовый андезитъ.	Базальтъ. (Долеритъ). (Анамезитъ).	Диаллаговый андезитъ.	Энстатитовый андезитъ. Гиперстеновый андезитъ. Гиперстеновый базальтъ.	Нефелиновый и лейцитовый тефритъ. Нефелиновый и лейцитовый базальтъ.	Нефелинитъ. Нефелиновый долеритъ. Нефелиновый базальтъ.	Лейцититъ. Лейцитовый базальтъ.	Меллититовый базальтъ.	Съ оливиномъ: Лимбургитъ. Веритъ. Безъ оливина: Августитъ.
	Стекловатныя.	Кислотныя стекла (трахитовый смоляной камень, перлитъ, обсидіанъ, пемза).							Базальтовыя стекла (Гіаломеланъ. Тахилитъ).						

ности полевого шпата фігуры, наминаючія еврейскія письмена, такой породѣ дають наименованіе письменнаго гранита или еврейскаго камня. Наконецъ, какъ указано выше, могутъ быть болѣе крупныя выдѣленія ортоклаза, порфириовидно вкрапленныя въ массу обыкновеннаго гранита; въ такомъ случаѣ граниту дають наименованіе порфириовиднаго гранита.

Если вышеуказанныя разности въ структурѣ гранитовъ и представляютъ нѣкоторые признаки для отличія ихъ другъ отъ друга, то еще важнѣе тѣ разности, которыя могутъ представлять вышеуказанное строеніе, но въ то же время отличаться другъ отъ друга увеличеніемъ нѣкоторыхъ побочныхъ минераловъ, обуславливающихъ минералогическія разности. Въ этомъ смыслѣ различають слѣдующіе граниты:

Нормальный гранитъ представляетъ породу, состоящую изъ смѣси ортоклаза, кварца, біотита и мусковита.



Фиг. 230. Шаровыя выдѣленія полевого шпата въ рапакиви.

Гранититъ состоитъ изъ краснаго ортоклаза, олигоклаза, небольшого количества кварца и зеленовато-чернаго біотита (безъ мусковита). Авгитъ и роговая обманка также встрѣчаются въ гранититѣ. Сюда же причисляютъ и финляндскій рапакиви (въ переводѣ съ финскаго — гнилой камень), относя его къ содержащему роговую обманку гранититу. Рапакиви представляетъ шаровой гранититъ, въ которомъ недѣлимые мясо-краснаго ортоклаза образуютъ шарообразныя выдѣленія, окруженныя красивою, обыкновенно свѣтло-зеленою, оболочкою олигоклаза съ двойниковою штриховкою, хотя иногда такая оболочка плагіоклаза наблюдается и внутри шарового выдѣленія, которое нерѣдко представляетъ кристаллографическое ограниченіе (фиг. 230). Черная слюда сосредоточена вокругъ полевыхъ шпатовъ и обыкновенно въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ роговою обманкою; кварцъ чаще дымчатаго цвѣта; какъ побочныя составныя части найдены: цирконъ, ильменитъ, магнетитъ и апатитъ. Въ рапакиви наблюдаютъ двѣ разности, изъ которыхъ собственно одной, легко разрушающейся и принадлежитъ наименованіе „гнилого камня“. Сплошныя скалы такой разности легко распадаются на щебень, которому и обязаны дороги южной Финляндіи своимъ прекраснымъ состояніемъ. Другая

разность, разрабатываемая для Петербурга по сѣверному берегу Финскаго залива, въ Пютерлакскихъ ломкахъ, представляетъ вполне твердую горную породу, весьма пригодную, какъ строительный матеріалъ. Изъ нея въ Петербургѣ изготовлена набережная р. Невы, наружныя колонны Исаакіевскаго собора и громадный монолитъ — Александровская колонна. Причина довольно легкаго разрушенія рапакиви привлекала уже давно вниманіе ученыхъ и нѣкоторые изъ нихъ видѣли эту причину въ выпечиваніи олигоклаза, другіе — слюды, но болѣе вѣроятности, что она находится въ связи съ процессомъ видоизмѣненія роговой обманки рапакиви въ черную слюду, а отчасти и съ неравнобѣрнымъ расширеніемъ подъ вліяніемъ колебанія температуры различныхъ минераловъ и вызываемое этимъ появленіе трещинъ.

Протогиновый гранитъ (альпійскій гранитъ) состоитъ изъ блестящаго ортоклаза, матоваго олигоклаза, кварца, темно-зеленой слюды въ видѣ шестиугольныхъ табличекъ, талька и отъ свѣтло-зеленой до смарагдово-зеленой слюды, пронизывающей олигоклазы.

Мусковитый гранитъ образованъ ортоклазомъ, кварцемъ и мусковитомъ; весьма крупнозернистую его разность составляетъ пегматитъ, состоящій изъ ортоклаза, бѣлаго кварца и серебристо-бѣлой слюды; эти минералы часто сопровождаются призматическими кристаллами турмалина, берилла, топаза, андалузита, ортита и др.

Турмалиновый гранитъ сходенъ съ гранитомъ, но содержитъ болѣе или менѣе многочисленныя агрегаты турмалина.

Роговообманковый гранитъ образованъ агрегатомъ ортоклаза, олигоклаза, кварца, роговой обманки и иногда небольшого количества слюды. Весьма часто такой гранитъ является порфировиднымъ.

Грейзень. Въ послѣднее время сюда же стали относить и грейзень — породу, представляющую собою гранитъ безъ полевого шпата и состоящую изъ свѣтло-сѣраго кварца и бѣлой, сѣрой, желтоватой или зеленоватой слюды (часто литіевой). Ортоклазы появляются въ ней спорадически. Грейзень, такъ же, какъ и гранитъ, является массивною горною породою, разбитою трещинами, и представляетъ наичаще полиэдрическую отдѣльность.

Граниты представляютъ по своему химическому составу большое разнообразіе. Приводимъ для примѣра химическій составъ нѣкоторыхъ гранитовъ:

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
I.	72,26	13,53	2,74	—	—	0,49	0,42	0,98	9,34	0,24	—	—
II.	75,06	11,70	1,04	1,57	—	0,19	1,01	2,56	6,25	0,63	0,36	—
III.	72,20	14,88	1,91	—	0,16	0,22	1,81	3,11	4,87	0,56	—	0,49

I. Вычисленный составъ гранита, состоящаго изъ 50% ортоклаза, 10% олигоклаза, 30% кварца и 10% биотита (Ротъ).

II. Рапакиви (роговообманковый гранититъ) изъ Пютерлакса (Струве).

III. Гранититъ изъ Елизаветграда (Амалицкій).

Въ Россіи граниты пользуются довольно значительнымъ распространеніемъ; въ Европ. Россіи ихъ находятъ на окраинахъ, гдѣ гранитъ выступаетъ изъ-подъ другихъ, болѣе новыхъ образований. По сѣверозападной окраинѣ, въ Финляндіи, Олонецкой и Архангельской губерніяхъ, гра-

ниты пользуются значительнымъ развитіемъ, по преимуществу встрѣчаясь среди гнейсовъ лаврентьевской системы, съ которыми очень часто или переслаиваются, или образуютъ въ нихъ штоки и жилы. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Финляндіи, какъ, напр., въ западной части Выборгской губерніи, рапакиви занимаетъ значительныя площади. Точно такъ же и гранититъ въ Олонецкой губерніи, въ особенности въ Повѣнецкомъ уѣздѣ, пользуется значительнымъ распространеніемъ. Въ Петербургѣ для построекъ, кромѣ рапакиви, доставляется порфировидный красный гранитъ съ западныхъ и сѣверныхъ острововъ Ладожскаго озера, сѣрый Сердобольскій гранитъ и красный Гангеудскій. По южной окраинѣ граниты развиты въ Волынской, Кіевской и Херсонской губерніяхъ, а равно тянутся къ бережьямъ Азовскаго моря. Здѣсь, кромѣ отдѣльныхъ не широкихъ полосъ, главныя мѣста ихъ выходовъ сосредоточены по рѣчнымъ долинамъ рр. Буга, Ингула, Тейса, Днѣпра и т. д., гдѣ граниты выступаютъ изъ-подъ осадочныхъ образований. Главныя разности южныхъ гранитовъ, выраженные сѣрыми или красными гранитами, почти всегда разбиты параллельною системою трещинъ, придающихъ этой породѣ пластообразный характеръ. Гранитъ пользуется весьма значительнымъ развитіемъ на Уралѣ; начинаясь около 59° с. широты, онъ тянется почти по всему краю и получаетъ наибольшее развитіе въ южномъ Уралѣ. Здѣсь отличаютъ нѣсколько его разностей, изъ которыхъ главный уральскій гранитъ состоитъ изъ агрегата желтовато-бѣлаго ортоклаза, отъ сѣровато-бѣлаго до дымчатаго кварца, черной или бурой слюды съ небольшимъ количествомъ альбита. Кромѣ господствующей разности, на Уралѣ отличаютъ еще нѣсколько, напр., шайтанскій гранитъ (у д. Шайтанки), образованный крупнозернистымъ агрегатомъ желтовато-бѣлаго ортоклаза, зеленоватаго олигоклаза, дымчато-сѣраго кварца и зеленовато-черной слюды; зеленый гранитъ, состоящій изъ крупнозернистой смѣси амазонскаго камня, альбита, кварца и зеленовато-черной слюды и т. д. Въ полостяхъ и пустотахъ гранитовъ Урала находятъ кристаллы многочисленныхъ минераловъ: различно окрашеннаго турмалина, лепидолита, берилла, топаза, циркона, пирита и другихъ.

По своему распространенію во времени граниты принадлежатъ главнымъ образомъ къ древнѣйшимъ образованиямъ лаврентьевской системы, но встрѣчаются и въ другихъ системахъ, отъ силурійской до пермской включительно. Нѣкоторые граниты Альповъ относятъ къ триасовой и юрской системамъ, а нѣкоторые граниты Пиренеевъ считаютъ даже моложе мѣловыхъ и эоценовыхъ образований. По Дарвину, чилійскіе граниты относятся къ третичнымъ образованиямъ, хотя это мнѣніе и оспаривается.

Граниты являются массивною породою въ формѣ лакколитовъ, штоковъ и жилъ, и образуютъ въ гнейсѣ какъ бы слои. Отдѣльнымъ выходамъ гранитовъ на дневную поверхность среди другихъ горныхъ породъ иногда даютъ наименованіе гранитныхъ острововъ. Обыкновенно гранитъ своимъ значительнымъ развитіемъ въ данной мѣстности обуславливаетъ извѣстный пейзажъ: гранитныя горы представляютъ куполообразныя очер-

танія, а пространство между ними покрыто многочисленными валунами и щебнемъ. Нѣкоторые ученые по формѣ залеганія гранитовъ думаютъ различать какъ бы самый способъ ихъ происхожденія. Они дѣлятъ всѣ граниты на двѣ группы: къ одной группѣ относятъ граниты, переслаивающіеся съ слоистыми породами, т.-е. съ гнейсами, известняками и кварцитами (Финляндія, Скандинавія, центральные Альпы, Пиренеи и др.); къ другой—граниты, являющіеся въ формѣ штоковъ и жилъ, причисляя эти послѣдніе къ отвердѣвшимъ, нѣкогда бывшимъ огненно-жидкимъ массамъ, т.-е. считая ихъ настоящими изверженными горными породами. Въ смыслѣ этого дѣленія, граниты съ пластовымъ характеромъ относятся къ древнимъ лаврентьевскимъ образованіямъ, тогда какъ гранитовые штоки и жилы—къ силурійскимъ, девонскимъ и т. д.

Гранитовый порфиръ состоитъ изъ тонкозернистой, являющейся только подъ микроскопомъ зернистой, основной массы, въ которой порфировидно вкраплены полевой шпатъ, кварцъ и слюда. Основная масса распадается подъ микроскопомъ на агрегатъ зеренъ полевого шпата, кварца, слюды (біотита) и авгита или роговой обманки; послѣдніе минералы иногда переходятъ въ хлоритъ, который окрашиваетъ основную массу въ зеленоватый цвѣтъ. Обыкновенно же основная масса буроватаго или сѣроватаго цвѣта и въ ней включены болѣе крупныя, до дюйма, величиною, выдѣленія двойниковъ ортоклаза мясо- или кирпично-краснаго цвѣта, и мелкихъ и рѣдкихъ недѣлимыхъ плагіоклаза, сѣрыхъ зеренъ кварца и листочковъ бурой слюды. Рядомъ съ перечисленными элементами породы, иногда находятъ черныя, призматическія выдѣленія роговой обманки, что характеризуетъ новую разность—сіенитовый гранитовый порфиръ. Въ кварцѣ этого порфира, кромѣ включеній жидкости, находятъ и включенія стекла, тогда какъ въ основной массѣ его нѣтъ и слѣдовъ. Гранитовый порфиръ извѣстенъ въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Германіи (напримѣръ, въ Лейпцигскомъ округѣ, въ Исполиновыхъ горахъ), въ Швеціи и т. д.

Кварцевый или фельзитовый порфиръ. Эта порода состоитъ изъ, такъ называемой, фельзитовой основной массы, въ которой порфировидно вкраплены кристаллы и зерна ортоклаза и кварца, также иногда плагіоклаза и слюды. Фельзитовая основная масса часто плотная, занозистая, очень твердая, матовая, дымчатая, иногда рыхлая, землистая, чаще красновато-бурого цвѣта съ зеленоватымъ, желтоватымъ, сѣрымъ и даже голубоватымъ оттѣнкомъ.

Подъ микроскопомъ въ своемъ строеніи основная масса является весьма разнообразною. По ея микроструктурѣ, Розенбушъ дѣлитъ всѣ кварцевые порфиры на четыре категоріи: 1) Микрограниты съ полно-кристаллической структурой. 2) Гранофиры—основная масса также полно-кристаллическая, но съ извѣстною законностью въ группировкѣ недѣлимыхъ кварца и ортоклаза. 3) Фельзофиры съ микрофельзитовой или скрытно-кристаллической основной массой и 4) Витрофиры—со стекловатой основной массой. Основная масса фельзитовыхъ порфировъ очень часто представляетъ флюидальную структуру и сферолитовое строеніе. Въ этомъ послѣднемъ строеніи, по классификаціи Фогельзанга, видоизмѣненной Розенбушемъ, въ сферолитовыхъ образованіяхъ различаютъ: кумулиты—шаровидныя и эллипсоидальныя образованія; глобосфериты—радіально-лучистые агрегаты, белоносфериты—радіально-лучистые агрегаты кристалловъ; граносфериты—шаровидные агрегаты кристаллическихъ зеренъ и фельзосфериты, къ которымъ относятъ не вполне обособленные фельзитовые агрегаты, то радіально-лучистые, то концентрически-скорлуповатые, то безъ опре-

дѣленнаго строенія и неподходящіе ни къ одной изъ другихъ группъ. Такъ называемый шаровой порфиръ (пиромеридъ) содержитъ многочисленныя шаровидныя образованія макроскопическихъ размѣровъ, причѣмъ такія шаровидныя массы достигаютъ величины головы человѣка и состоятъ изъ концентрически-скорлуповатыхъ, чередующихся отложеній яшмы и халцедона, заключающихъ внутри полость съ кристаллами кальцита, плавикового шпата, аметиста и желѣзной слюдки. Точно также многіе фельзитовые порфиры обнаруживаютъ друзовидное строеніе или содержатъ обломки другихъ горныхъ породъ.

Въ основной массѣ этой породы, какъ уже сказано, порфировидно вкраплены ортоклазъ, олигоклазъ, кварцъ и слюда. Ортоклазъ бѣлаго, желтоватаго или красноватаго цвѣта, отчасти даже (по чистотѣ) подобный адуляру; иногда образуетъ двойники. Плагиоклазъ въ мелкихъ полисинтетическихъ кристалликахъ; кварцъ неправильными зернами или рѣже кристаллами отъ сѣровато-бѣлаго до дымчатаго цвѣта; онъ содержитъ многочисленныя микроскопическія включенія жидкости, стекла и фельзитовой основной массы. Слюда въ фельзитовыхъ порфирахъ является рѣдко.

Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ (какъ, напримѣръ, въ Саксоніи) фельзитовый порфиръ является содержащимъ различныя минералы изъ группы пироксена (авгитъ, діаллагъ, эвстатитъ) и въ этомъ случаѣ получаетъ наименованіе пироксеновый кварцевый порфиръ. Въ фельзитовыхъ порфирахъ, какъ побочныя минералы, являются магнетитъ, титанитъ, гранатъ, роговая обманка, апатитъ, разности пироксена, цирконъ и анатазъ; въ видѣ микроскопическихъ образованій въ этой породѣ извѣстны минералы, выполняющіе поры, образующіе ядра и тонкія жилы: известковый шпатъ, кварцъ, халцедонъ, агатъ, аметистъ, плавиковый шпатъ и др., а иногда въ большомъ количествѣ, въ видѣ вкрапленій, сѣрный колчеданъ, эпидотъ, гранатъ, плавиковый шпатъ и хлоритъ:

Химическій составъ кварцеваго порфира можно выразить слѣдующими данными:

	SiO ₂ ,	Al ₂ O ₃ ,	Fe ₂ O ₃ ,	MgO,	CaO,	Na ₂ O,	K ₂ O,	H ₂ O.
I.	75,43	13,20	—	—	0,16	1,03	10,12	—
II.	75,14	14,33	3,00	0,20	1,52	3,46	2,26	

I. Вычисленный составъ фельзитоваго порфира, состоящаго изъ 30% кварца, 60% ортоклаза и 10% олигоклаза (Ротъ).

II. Фельзитовый порфиръ изъ Красноводска (Гауэръ).

Кварцевый порфиръ считаютъ изверженною горною породою и относятъ его въ Зап. Европѣ, по времени, главнымъ образомъ, къ пермскому періоду, но онъ встрѣчается и въ триасѣ, а въ Шотландіи даже въ нижнихъ юрскихъ образованіяхъ. На Кавказѣ, по показаніямъ Абиха, эти порфиры извѣстны въ хребтѣ Везобдалъ; но особенно сильнымъ развитіемъ пользуются они на Алтаѣ; кромѣ типичнаго кварцеваго порфира, здѣсь встрѣчается пироксеновый кварцевый порфиръ. Повидимому, не меньшимъ распространеніемъ пользуется фельзитовый порфиръ и въ другихъ горныхъ краяхъ Азіи.

Къ кварцевымъ порфирамъ относятъ и кварцевый кератофиръ. Это древнепалеозойскій порфиръ, въ которомъ ортоклазъ отчасти замѣненъ альбитомъ, а потому и порода содержитъ въ общемъ много натра (Саксонія, Вестфалія и Нассау).

Фельзитъ представляетъ одну основную массу вышеописаннаго порфира, а потому и микроскопическое строеніе его вполне аналогично строенію фельзитоваго порфира. По своему распространенію фельзитъ

также обнаруживает ближайшее родство съ соответствующими порфирами, т.-е. является по границамъ ихъ развитія и весьма часто въ нихъ переходитъ; рѣже фельзиты встрѣчаются самостоятельно, образуя жилы въ другихъ горныхъ породахъ. Въ Россіи фельзиты извѣстны между Курою и Араксомъ на Кавказѣ, а Котта указываетъ ихъ на Алтаѣ.

Фельзитовый смоляной камень и смоляно-каменный порфиръ (витрофиръ).—Фельзитовый смоляной камень является полу-стекловатою, хрупкою, просвѣчивающею въ краяхъ горною породою, представляющею по наружному виду характеръ твердыхъ смоль; онъ обладаетъ жирнымъ блескомъ, раковистымъ до неровнаго изломомъ; его твердость едва достигаетъ твердости ортоклаза. Господствующій цвѣтъ породы темно-зеленый, буровато-зеленый, буровато-красный и черный; нерѣдко окраска располагается полосами или облачно. Смоляной камень представляетъ естественное, содержащее воду, стекло, которое, какъ полагаютъ, произошло при быстромъ охлажденіи расплавленной массы кварцеваго порфира. Подъ микроскопомъ фельзитовый смоляной камень является состоящимъ только отчасти изъ стекловатой массы, рядомъ съ микрофельзитовымъ или скрытно-кристаллическимъ веществомъ. Фельзитовая масса образуетъ во многихъ смоляныхъ камняхъ полоски, жилки, ядра, концентрическіе рисунки и т. д. Иногда въ основной массѣ наблюдается сферолитовое или мѣстами перлитовое строеніе, но включенія микроскопическихъ кристалловъ ортоклаза, плагиоклаза, кварца и черной слюды довольно обыкновенны. Кромѣ этихъ выдѣленій, основная масса нѣкоторыхъ смоляныхъ камней изобилуетъ включеніями кристаллитовъ, которые срастаются въ форму вайи папоротника (фиг. 231) или крестовъ, звѣздъ и т. п.; для нѣкоторыхъ случаевъ минеральная природа такихъ белонитовъ опредѣлена—ихъ считаютъ авгитовыми. Въ рѣдкихъ случаяхъ наблюдали въ смоляныхъ камняхъ включенія жидкости.



Фиг. 231. Срастаніе кристаллитовъ въ смоляномъ камнѣ.

Если въ фельзитовомъ смоляномъ камнѣ будутъ наблюдаться порфировидныя выдѣленія, то порода получаетъ наименованіе смолянокаменнаго порфира (витрофира). Порфировидно вкрапленными въ полустекловатую основную массу смоляного камня минералами являются кристаллы и зерна санидина, плагиоклаза, кварца и рѣдко слюды, роговой обманки и даже оливина. Не рѣдко встрѣтить въ смоляныхъ камняхъ обломки сосѣднихъ горныхъ породъ.

Смоляные камни извѣстны въ Германіи, въ областяхъ развитія кварцевыхъ порфировъ, въ которыхъ они образуютъ самостоятельныя жилы, но особенно интересны жилы и толщи ихъ на островѣ Арранѣ, въ Шотландіи.

Кварцевый трахитъ (липаритъ, или ріолитъ) представляетъ порфировидную горную породу, тѣсно связанную петрографически съ кварцевыми порфирами и состоящую изъ плотной основной массы, въ

которой порфириовидно разсѣяны: полевой шпатъ, кварцъ, слюда и роговая обманка. Основная масса кварцеваго трахита — фельзитовая, твердость ея доходитъ до твердости кварца, плотна, напоминаетъ отчасти роговикъ или смоляной камень; цвѣтъ ея бѣловатый, желтоватый, свѣтлосѣрый или свѣтло-красноватый; иногда эта масса пористая или ячеистая, или шероховатая. Во многихъ случаяхъ она содержитъ поры и даже неправильныя полости, занятыя роговикомъ яшмой, кварцемъ и амethystомъ. Весьма часто поры округлены и вытянуты и при этомъ располагаются въ породѣ рядами, параллельными другъ другу; нерѣдко въ этомъ случаѣ онѣ бывають выполнены халцедономъ.

Подъ микроскопомъ основная масса липаритовъ является составленною какъ бы изъ микрогранитоваго агрегата, въ составъ котораго входитъ большое количество санидина, менѣе плагиоклаза, немного роговой обманки и большое или меньшее количество стекловатаго вещества. Основная масса нѣкоторыхъ липаритовъ представляетъ типичное микрофельзитовое строеніе, отчасти слагаясь изъ волокнистыхъ или сферолитовыхъ образований, отчасти изъ большаго или меньшаго количества стекловатаго вещества, или изъ чистаго стекла съ микролитами. Сферолитовыя образования и микрофлюидальная структура могутъ быть указаны, какъ особенно характерныя признаки для липаритовъ.

Основная масса содержитъ порфириовидно вкрапленными слѣдующіе минералы: кварцъ отъ безцвѣтнаго до дымчато-сѣраго цвѣта, въ зернахъ или кристаллахъ съ многочисленными стекловатыми включеніями, но безъ включеній жидкости; въ нѣкоторыхъ липаритахъ онъ отыскивается только при помощи микроскопа, а въ другихъ какъ бы отсутствуетъ. Тридимитъ обнаруженъ во многихъ липаритахъ. Санидинъ является въ таблицеобразныхъ и безцвѣтныхъ кристаллахъ, часто въ видѣ карлсбадскихъ двойниковъ. Плагиоклазъ уступаетъ въ количественномъ отношеніи санидину. Черная слюда является въ видѣ мелкихъ листочковъ, ея больше въ липаритахъ, богатыхъ санидиномъ, меньше — въ богатыхъ кварцемъ. Кроме того, въ основной массѣ бываетъ вкраплена отдѣльными призматическими кристаллами роговая обманка, или рѣже, въ видѣ зеренъ, авгитъ апатитъ и магнетитъ.

Не всегда кварцевый трахитъ сохраняетъ порфириовидный характеръ, а является иногда состоящимъ только изъ одной основной массы; въ такомъ случаѣ она является съ тонкозернистымъ, фельзитовымъ или подобнымъ глинистымъ породамъ, или фарфоровиднымъ характеромъ. Иногда въ ней наблюдаются, вмѣстѣ съ отдѣльными табличками санидина, радіальнолучистые шары и сферолитовая структура. Гохштеттеръ указалъ одинъ кварцевый трахитъ въ Новой Зеландіи, въ которомъ всѣ составныя части породы выдѣлились въ видѣ кристаллическихъ зеренъ, что обуславливаетъ гранитовидный характеръ породы.

Химическій составъ кварцеваго трахита можно выразить слѣдующими цифрами:

	SiO ₂ ,	Al ₂ O ₃ ,	Fe ₂ O ₃ ,	CaO,	MgO,	K ₂ O	Na ₂ O,	H ₂ O.
I.	74,27	13,59	2,03	0,73	1,32	0,81	4,66	1,42
II.	74,05	12,97	2,73	0,12	0,28	5,41	3,88	0,22

I. Кварцевый трахитъ близъ монастыря Св. Георгія (Лагоріо).

II. Липаритъ-обсидіанъ изъ Липари.

Розенбушъ на основаніи изслѣдованія Фёрстнера, отдѣляетъ отъ липаритовъ пантеллериты, какъ промежуточную группу между липаритами и дацитами, характеризуя ихъ съ минералогической стороны отсутствіемъ біотита, который замѣненъ косиритомъ (минераломъ изъ группы трехлиномѣрныхъ роговыхъ обманокъ), апорткластическимъ полевымъ шпатомъ и полнымъ отсутствіемъ въ числѣ кристаллическихъ выдѣлений кварца и тридимита. Породы эти найдены пока только на островѣ Пантеллеріи.

Кварцевый трахитъ со всѣми его разностями представляетъ весьма полный аналогъ древнихъ кварцевыхъ ортоклазовыхъ породъ: такъ, кристаллически-зернистый липаритъ (невадитъ) соотвѣтствуетъ граниту, порфириовидный — кварцевому порфиру, фельзитовый липаритъ — фельзиту. Кварцевый трахитъ представляетъ массивную горную породу, которая иногда принимаетъ какъ бы слоистый характеръ, въ силу расположенія рядами, параллельными другъ другу, табличекъ санидина, или вытянутыхъ въ длину эллипсоидныхъ поръ, или къ силу различной окраски. Въ нѣкоторыхъ липаритахъ наблюдается столбчатая отдѣльность. Липаритъ не встрѣчается въ видѣ лавы современныхъ вулкановъ, но въ видѣ потоковъ или покрововъ третичной системы онъ извѣстенъ въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ. Въ Европѣ эта порода встрѣчается въ Венгріи, Зибенбюргенѣ, Оверни, въ Исландіи, въ Крыму и на Кавказѣ, гдѣ, повидимому, пользуется значительнымъ распространеніемъ.

Ортоклазовыя породы безъ кварца.

Сіенитъ представляетъ типичный кристаллически-зернистый агрегатъ ортоклаза и роговой обманки, къ которымъ весьма часто примѣшиваются олигоклазъ и слюда. Красноватый или бѣловатый ортоклазъ образуетъ своими зернами главную массу породы; среди нихъ разбѣяна, въ видѣ короткихъ призмъ, темно-зеленая или черная роговая обманка. Олигоклазъ уступаетъ въ своемъ количествѣ ортоклазу. Авгитъ въ кристаллахъ и зернахъ также темнаго цвѣта. Слюда въ видѣ біотита, темно-бураго или зеленовато-чернаго цвѣта. Точно также и подъ микроскопомъ сіенитъ является кристаллически-зернистою породою, безъ малѣйшихъ признаковъ кристаллизационнаго остатка. Кромѣ указанныхъ составныхъ частей, встрѣчаются еще магнитный желѣзнякъ, апатитъ, а въ нѣкоторыхъ — въ небольшомъ количествѣ кварцъ, эпидотъ, ортитъ и сѣрный колчеданъ. Величина зерна въ сіенитѣ разнообразится отъ крупнаго до средняго, но есть сіениты, въ которыхъ порфириовидно выдѣлились крупныя недѣлимые ортоклаза и которые, совершенно параллельно гранитовому порфиру, должны получить наименованіе сіенитоваго порфира.

По минералогическому характеру всѣ сіениты можно раздѣлить на: нормальный сіенитъ, авгитовый сіенитъ (мондонитъ), богатый плагиоклазомъ, слюдяный сіенитъ (минетте), вогезитъ, содержащій авгитъ и роговую обманку, нордмаркитъ и пуласкитъ, въ которыхъ рядомъ съ біотитомъ встрѣчается діопсидъ, содалитъ и нефелинъ. Сюда же надо отнести лаурвикитъ, содержащій эгиринъ-авгитъ и умптекитъ, содержащій натровую роговую обманку.

Химическій составъ сіениты имѣють слѣдующій:

	SiO ₂ ,	TiO ₂ ,	Al ₂ O ₃ ,	Fe ₂ O ₃	FeO,	MgO,	CaO,	Na ₂ O,	K ₂ O,	H ₂ O.
I.	57,52	1,02	13,34	3,75	4,92	4,72	5,75	0,54	8,44	—
II.	59,83	—	16,85	—	7,01	2,61	4,43	2,44	6,57	1,29

I. Вычисленный составъ сіенита, состоящаго изъ 50% ортоклаза, 5% олигоклаза, 5% кварца, 2 $\frac{1}{2}$ % магнетита, 2 $\frac{1}{2}$ % титанита и 35% роговой обманки (Ротъ).

II. Сіенитъ изъ Плауэна.

Сіенитъ вполнѣ принадлежитъ къ массивнымъ породамъ, хотя иногда недѣлимая роговой обманки или слюды принимаютъ параллельное расположеніе, что придаетъ породѣ какъ бы слоистый характеръ. Онъ встрѣчается лакколитами, штоками и жилами и извѣстенъ по преимуществу въ древнѣйшихъ геологическихъ образованияхъ къ западной Европы, такъ и Россіи, въ Финляндіи, на Кавказѣ, Уралѣ и въ Сибири.

Ортоклазовый порфиръ безъ кварца стоитъ въ такомъ же отношеніи къ сіениту, какъ кварцевый порфиръ къ граниту. Онъ образованъ буроватою или темно-зеленою, плотною или землистою, полевошпатовою массою съ микрокристаллическимъ строеніемъ. Масса эта не содержитъ свободнаго кремнезема и въ ней вкраплены большіе кристаллы ортоклаза, рѣже и меньшихъ размѣровъ—олигоклаза, черной роговой обманки и темнаго біотита. Кроме того, въ немъ встрѣчаются, какъ несущественныя составныя части: магнитный желѣзнякъ, желѣзный блескъ, гранатъ, эпидотъ и кварцъ (рѣдко). Этотъ порфиръ встрѣчается какъ въ видѣ жилъ, такъ и въ формѣ покрововъ и время его происхожденія относятъ ко второй половинѣ палеозойской эры. Онъ извѣстенъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ западной Европы, въ Россіи на островѣ Хогландѣ и на Алтаѣ. Въ Норвегіи обыкновенному ортоклазовому порфиру безъ кварца, но содержащему ромбическіе разрѣзы порфировидныхъ вкрапленій полевого шпата даютъ названіе ромбовый порфиръ.

Кератофиромъ называютъ безкварцевый порфиръ силурійскаго и девонскаго періодовъ, полевошпатовая часть котораго или альбитъ, или богатый натромъ ортоклазъ (напр., микропертитъ).

Типичные ортоклазовые порфиры имѣють слѣдующій химическій составъ:

	SiO ₂ ,	Al ₂ O ₃ ,	Fe ₂ O ₃ ,	FeO,	MgO,	CaO,	Na ₂ O,	K ₂ O,	H ₂ O.
I.	61,35	16,88	0,41	5,01	0,44	2,39	5,26	6,12	1,70
II.	56,98	19,01	—	9,75	0,99	3,60	3,58	3,91	1,31

I. Ортоклазовый порфиръ Шотландіи (Грантъ-Вильсонъ).

II. Ортоклазовый порфиръ окр. Лаузитца. Пруссія (Штегеръ).

Трахитъ по составу можно считать въ ряду новыхъ породъ аналогомъ ортоклазоваго порфира. Онъ является порфировидною горною породою, состоящею главнымъ образомъ изъ санидина, сравнительно меньшаго количества роговой обманки, авгита, біотита и большаго или меньшаго количества олигоклаза. Основная масса трахита то является плотною, то пористою, дымчатаго, сѣраго или бураго цвѣта, распадающеюся подъ микроскопомъ на агрегатъ, состоящій изъ небольшого количества

стекла или микрофельзитовой массы, въ которой вкраплены, подъ микроскопомъ часто порфиroidно, кристаллы полевого шпата (санидинъ и олигоклазъ), роговой обманки и магнетита. Въ этой основной массѣ наблюдаются порфиroidныя выдѣленія таблицеобразнаго, отчасти въ видѣ карлсбадскихъ двойниковъ, иногда крупныхъ размѣровъ, безцвѣтнаго санидина. Подъ микроскопомъ онъ часто обнаруживаетъ строеніе изъ зонъ и обыкновенно весьма богатъ посторонними включеніями: газовыми и стекловатыми. порами, роговообманковыми кристаллитами и магнетитомъ. Плагіоклазъ вкрапленъ обыкновенно болѣе мелкими кристалликами — въ видѣ полисинтетическихъ двойниковъ.

Для нѣкоторыхъ трахитовъ даже принимаютъ наименованіе санидиново-олигоклазовыхъ по большому содержанію въ нихъ олигоклаза. Въ той же основной массѣ вкраплены черныя призмы или игольчатые кристаллы роговой обманки, которая иногда, въ нѣкоторыхъ трахитахъ, замѣщена авгитомъ, обладающимъ часто сильнымъ плеохроизмомъ; эту послѣднюю породу, въ отличіе отъ обыкновенныхъ трахитовъ, называютъ авгитовымъ трахитомъ. Кромѣ того, въ той же основной массѣ наблюдаются листочки или таблички бурой или черной слюды. Тридимитъ нерѣдко является въ трахитахъ, какъ въ основной массѣ, такъ и минераломъ, отчасти выполняющимъ поры. Несущественными составными частями трахита являются: титанитъ, содалитъ, магнитный желѣзнякъ и рѣдко гранатъ.

Подъ именемъ домита извѣстенъ трахитъ Оверни во Франціи (Пю де-Домъ), состоящій по наружному виду изъ тонко-зернистой, матовой, сѣровато-бѣлой массы, въ которой разсѣяны кристаллы олигоклаза и санидина, бурой слюды, тридимита и роговой обманки. Подъ микроскопомъ онъ не представляетъ отличія отъ другихъ трахитовъ.

Трахиты имѣютъ слѣдующій химическій составъ:

	SiO ₂ ,	Al ₂ O ₃ ,	Fe ₂ O ₃ ,	FeO,	MgO,	CaO,	Na ₂ O,	K ₂ O.
I.	56,58	17,21	—	—	—	0,84	4,39	7,65
II.	57,73	17,85	4,44	3,90	1,77	3,65	3,77	7,65

I. Вычисленный составъ полевошпатовой части трахита, состоящей изъ 66% санидина и 20% олигоклаза (Ротъ).

II. Трахитъ остр. Искіи (Фуксъ).

Трахиты пользуются значительнымъ распространеніемъ по преимуществу въ третичныхъ и современныхъ геологическихъ образованіяхъ. Въ Зап. Европѣ многочисленны ихъ выходы извѣстны на Рейнѣ (въ Зибенгебирге и на Лаахерскомъ озерѣ), въ Флегрейскихъ поляхъ окрестностей Неаполя, въ видѣ трахитовой лавы острова Искіи и т. д. Въ Россіи трахиты извѣстны на Кавказѣ (напр., нормальный трахитъ принимаетъ участіе въ строеніи Папандокена, а авгитовый трахитъ — въ строеніи Кизилдага и Думлидага); принимаютъ ихъ и въ Сибири.

ОРТОКЛАЗОВЫЯ ПОРОДЫ БЕЗЪ КВАРЦА, НО СЪ НЕФЕЛИНОМЪ ИЛИ ЛЕЙЦИТОМЪ.

Нефелиновый сіенитъ (элеолитовый сіенитъ) представляетъ породу, образованную кристаллически-зернистымъ агрегатомъ ортоклаза и нефелина (элеолита). Строеніе породы обыкновенно отъ средняго до крупнаго зерна, рѣдко мелко-зернистое. Ортоклазъ встрѣчается часто крупными, или простыми, или въ видѣ карлсбадскихъ двойниковъ, недѣлимыми; плагіоклазъ, или является самостоятельно, или представляетъ

то пластинчатое сростаніе съ ортоклазомъ, то рѣшетчатую структуру, которая помогаетъ отличать вышеуказанное пластинчатое сростаніе отъ микроклина. Нефелинъ въ этой породѣ встрѣчается въ видѣ плотной, съ жирнымъ мутнымъ блескомъ, красноватой или зеленоватой его разности—элеолита, обыкновенно въ видѣ неправильныхъ зеренъ среди ортоклаза; онъ содержитъ включенія жидкости и часто представляетъ измѣненія въ цеолитовое вещество. Среди указанныхъ составныхъ частей въ различномъ количествѣ находятъ: роговую обманку, авгитъ, біотитъ, содалитъ, титанитъ и цирконъ; отъ болѣе или менѣе примѣси нѣкоторыхъ изъ этихъ послѣднихъ порода получаетъ самостоятельное названіе.

Фоянтъ содержитъ ортоклазъ, нефелинъ, авгитъ, содалитъ, титанитъ, немного роговой обманки и слюды рядомъ съ магнетитомъ и апатитомъ (гора Фоя въ Португаліи).

Міаскитъ, въ которомъ преобладаетъ черная слюда (Ильменскія горы, у Міаска).

Дитронтъ съ значительнымъ содержаніемъ содалита (Дитро, Зибенбургенъ).

Цирконовый сіенитъ, въ которомъ много циркопа (Лаурвикъ въ Норвегіи).

Лейцитовый сіенитъ (бороланитъ) содержитъ небольшое количество ортоклаза, элеолятъ съ содалитомъ, а мелонитъ, діопсидъ и біотитъ образуютъ большія псевдоморфозы по лейциту (Арканзасъ, Шотландія).

Шонкинитъ хотя содержитъ нефелинъ рѣдко, но тѣмъ не менѣе эта порода должна быть отнесена къ разряду сіенитовъ. Она состоитъ изъ санидина, біотита, оливины; имѣетъ кристаллически-зернистую структуру и темно-сѣрый цвѣтъ (Онтарио, Канада).

Йюлитъ и бекенкинитъ. Йюлитъ глубинная зернистая порода, состоящая изъ нефелина и авгита. Разновидность его, особенно богатая авгитомъ и содержащая оливинъ, получила названіе бекенкинита.

Нефелиновый сіенитъ представляетъ и порфиридный типъ, извѣстный подъ именемъ либенеритоваго и гизекитоваго порфира.

Фонолитъ—плотная, часто совершенно компактная, темная, зеленовато-сѣрая или буроватая горная порода съ неровнымъ занозистымъ изломомъ, на поверхности котораго часто легко усмотрѣть кристаллики санидина. Порода весьма часто представляетъ плитообразную отдѣльность и при ударѣ даетъ довольно чистый звонъ. Микроскопическое строеніе основной массы кристаллическое, и стекло встрѣчается рѣдкими участками; въ составъ этой массы входятъ: санидинъ, нефелинъ, авгитъ, лейцитъ, гаюинъ и магнитный желѣзнякъ. Въ настоящихъ фонолитахъ, среди этихъ минераловъ, то преобладаетъ санидинъ, то нефелинъ. Микрофлюидальное строеніе довольно обыкновенно у фонолитовъ и чаще у тѣхъ, которые бѣдны нефелиномъ. Въ вышеописанной основной массѣ подъ микроскопомъ являются порфиридно вкрапленными санидинъ, нефелинъ, зеленый авгитъ, красновато-бурная роговая обманка, гаюинъ и зерна магнетита, а значительно рѣже титанитъ, біотитъ и плагиоклазъ. Въ трещинахъ и полостяхъ фонолитовъ встрѣчаются весьма часто цеолиты. Найдены среди фонолитовъ и порфиридные разности, въ которыхъ, въ плотной основной массѣ, наблюдаются крупные кристаллы санидина. Трахитовидные фонолиты свѣтло-сѣраго цвѣта и съ нѣсколькими пористою основною массою, довольно богаты цеолитами.

Химическій составъ фонолитовъ можно выразить слѣдующими цифрами:

	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
I.	57,21	4,50	—	23,77	0,01	2,83	6,14	5,44
II.	54,02	—	4,09	19,83	0,31	2,09	9,88	5,98

I. Фонолитъ изъ Циттау.

II. Фонолитъ съ Лаахерскаго озера.

Фонолиты принадлежатъ къ новѣйшимъ породамъ и по преимуществу произошли во вторую половину третичнаго періода. Этою породою образованы куполовидные холмы, покровы и жилы въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Зап. Европы (С. Богемія, Овернь, Боденское озеро и т. д.). Въ Россіи извѣстно до сихъ поръ одно мѣсторожденіе въ Сибири, на Витимскомъ плоскогорьѣ.

Лейцитифиръ относятъ также къ этой группѣ горныхъ породъ, принимая, что въ немъ нефелинъ болѣе или менѣе замѣщенъ лейцитомъ. Эта порода содержитъ темнаго цвѣта основную массу, образованную по преимуществу нефелиномъ и лейцитомъ, въ которой вкрашены кристаллы санидина, гаюина и лейцита. Кристаллы голубовато-сѣраго гаюина достигаютъ иногда крупныхъ размѣровъ. Подъ микроскопомъ въ породѣ обнаруживаются: апатитъ, авгитъ, магнетитъ и тримиттъ. Лейцитифиръ образуетъ куполовидные холмы въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Зап. Европы (Лаахерское озеро, окрестности Кайзерштуля, въ Рудныхъ горахъ и т. д.).

Липаритовыя, трахитовыя и фонолитовыя стекла извѣстны подъ именемъ трахитоваго смолянаго камня, перлита, обсидіана и пемзы. Два послѣдніе или весьма бѣдны, или совершенно не содержатъ воды.

Трахитовый смоляной камень представляетъ по наружному виду и химическому составу отличіе отъ фельзитоваго смолянаго камня; въ особенности рѣзко различіе выступаетъ подъ микроскопомъ. Основная стекловатая масса является окрашенною отчасти въ зеленоватый, буроватый или желтоватый цвѣтъ и необыкновенно богата кристаллитами и газовыми порами. Рядомъ съ белонитами, располагающимися въ видѣ потоковъ, слѣдуетъ и свѣтло-зеленая основная масса. Невооруженнымъ глазомъ обнаруживается полевой шпатъ, а подъ микроскопомъ въ основной массѣ наблюдается также полевой шпатъ, кварцъ съ большимъ количествомъ стекловатыхъ включеній, роговая обманка и авгитъ, черный магнетитъ и многочисленныя газовыя включенія. Исландія, Новая Зеландія, центральная Франція и нѣкоторыя другія мѣстности представляютъ главныя мѣсторожденія этой породы.

Перлитъ, или перловый камень, образуетъ сѣровато-голубую стекловатую или эмалевидную массу, состоящую изъ разнообразной величины зеренъ съ концентрически-скорлуповатымъ строеніемъ; что въ особенности отличаетъ ее отъ трахитоваго смолянаго камня. Различаютъ еще въ перлитахъ сферолитовый перлитъ, въ которомъ, рядомъ съ вышеуказаннымъ строеніемъ зеренъ, находятъ радіально-лучистыя, шаровидныя или почковидныя выдѣленія съ рѣзкими контурами. Въ томъ случаѣ, когда въ вышеуказанной основной массѣ перлита являются вкрапленными кристаллы санидина и слюды, породѣ даютъ наименованіе перлитовый порфиръ. Подъ микроскопомъ перлиты представляютъ концентрически-скорлуповатыя зерна, выражающіяся концентрически кривыми тонкими трещинками и въ особенности отдѣльными дугами круговъ, что указываетъ скорѣе на отдѣльность, а не на структуру. Въ массѣ перлита разсѣяны какъ отдѣльныя кристаллики: полевого шпата, біотита, магнетита и желѣзнаго блеска, такъ



Фиг. 232. Обсидіанъ Милоса.
Увеличено въ 500 разъ.

и белониты и трихиты; расположеніе послѣднихъ, а равно и окраска полосами перлита, обуславливаютъ микрофлюидальное строеніе породы. Большое содержаніе кремневой кислоты въ перлитахъ, по всей вѣроятности, должно указывать на то, что эта порода примыкаетъ вполне къ кварцевымъ трахитамъ.

Перлитъ принадлежитъ къ новымъ образованіямъ третичной и современной системъ и образуетъ потоки и жилы въ Венгріи, въ Эвганеяхъ, въ Мексикѣ и въ Россіи, гдѣ онъ извѣстенъ на Кавказѣ и на побережьѣ Охотскаго моря.

Обсидіанъ представляетъ собою чистое вулканическое стекло, происшедшее чрезъ быстрое охлажденіе расплавленныхъ горныхъ породъ. Онъ почти лишень воды и представляетъ характерный раковистый изломъ съ острымъ рѣзущимъ краемъ. По содержанію кремневой кислоты, въ обсидіанахъ можно видѣть породу, то относящуюся къ липаритамъ, то къ трахитамъ, то къ фонолитамъ. По строенію различаютъ въ немъ нѣсколько разновидностей.

Обсидіанъ—однородное стекло, выполненное въ различномъ количествѣ кристаллитами, то образующими, какъ трихиты, своеобразные сростки, то обуславливающими микрофлюидальное строеніе; рядомъ съ ними подъ микроскопомъ наблюдаются многочисленныя газовыя поры.

Порфириовидный обсидіанъ представляетъ вкрапленія въ стекловатой массѣ отдѣльныхъ зеренъ или кристалловъ санидина.

Сферолитовый обсидіанъ—въ стекловатой основной массѣ расположены радиально лучистыя сферолиты (Липарскіе острова).

Пузыристый обсидіанъ является въ томъ случаѣ, когда въ обсидіанѣ находятся пузырьки, большою частью вытянутыя въ одномъ направленіи и располагающіяся параллельными рядами; такіе пузырьки часто микроскопической величины и расположены въ обсидіанѣ въ видѣ полосатыхъ зонъ.

Къ этимъ же породамъ слѣдуетъ отнести и фонолитовый обсидіанъ, представляющій темно окрашенное въ бурый цвѣтъ стекло, или однородное, или окраска располагается полосами и пятнами. Какъ рѣдкія выдѣленія, въ немъ наблюдаются санидинъ и голубые, рѣзко очерченныя кристаллики гаюина.

Обсидіанъ принадлежитъ къ новымъ горнымъ породамъ и встрѣчается, начиная съ третичныхъ образованій до современныхъ. Главныя мѣсторожденія обсидіана: Липарскіе острова, Исландія, Тенерифъ и Новая Зеландія. Въ Россіи извѣстны значительныя его мѣсторожденія на Кавказѣ, на Армянскомъ плоскогорьи, а также въ Сибири и Камчаткѣ.

Пемза представляетъ губчатый или пѣнистый обсидіанъ свѣтло-желтаго или свѣтло-сѣраго цвѣта. Пемзу можно разсматривать какъ продуктъ быстрого охлажденія расплавленнаго обсидіана при сильномъ выдѣленіи паровъ и газовъ. Такому представленію отвѣчаетъ вполне и составъ пемзы, то приближающій ее по количеству кремнезема (отъ 58 до 74⁰/о) къ трахитамъ, то къ липаритамъ. Основная масса пемзы переполнена вытянутыми въ одномъ направленіи газовыми порами, а также белонитами. Пемза несомнѣнно вулканическаго происхожденія и стоитъ въ связи съ потоками обсидіана и перлита.

Плагіоклазовыя породы.

ПЛАГИОКЛАЗОВЫЯ ПОРОДЫ СЪ РОГОВОЮ ОБМАНКОЮ ИЛИ СЪ ВІОТИТОМЪ.

Діоритъ образованъ кристаллически-зернистымъ агрегатомъ плагіоклаза (наичаще олигоклаза, лабрадора и анортита) и роговой обманки, къ которымъ примѣшиваются кварцъ и авгитъ. Плагіоклазъ діоритовъ легко обнаруживается двойниковою штриховатостью и бѣлымъ, желтоватымъ или наичаще зеленоватымъ цвѣтомъ; онъ содержитъ включенія жидкости. Роговая обманка встрѣчается въ этой породѣ въ видѣ зеренъ или короткихъ, часто таблицеобразныхъ призмъ, составленныхъ иногда изъ отдѣльныхъ микролитовъ (фиг. 233); она постоянно плеохроична и содержитъ довольно много постороннихъ включеній: газовыя поры, кристал-



Фиг. 233. Роговая обманка изъ олонецкихъ діоритовъ.



Фиг. 234. Выдѣленія магнитнаго желѣзняка въ діоритахъ.

литы полевого шпата, апатита и магнитный желѣзнякъ. Августъ встрѣчается рѣдкими отдѣльными зернами свѣтлаго красновато-бураго цвѣта. Черная или бурая слюда является почти постояннымъ спутникомъ роговой обманки весьма многихъ діоритовъ и въ томъ случаѣ, когда она вытѣсняетъ собою послѣднюю, породу называютъ слюдянымъ діоритомъ. Кромѣ упомянутыхъ минераловъ, хлоритъ, эпидотъ, апатитъ, титанитъ, сѣрный колчеданъ, магнитный и титанистый желѣзняки, а равно и кварцъ играютъ во многихъ діоритахъ роль побочныхъ минераловъ.

Діориты то содержатъ кварцъ, то нѣтъ, а потому они легко распадаются на два ряда, которымъ вполне отвѣчаютъ и соответствующіе имъ порфириты. Строеніе діоритовъ кристаллически-зернистое, причемъ колебаніе въ величинѣ зерна крайне разнообразно (отъ грубо- до тонкозернистаго), наичаще средняго и мелкаго зерна. Въ крайне рѣдкихъ случаяхъ въ діоритѣ былъ обнаруженъ въ весьма маломъ количествѣ расстеклованный кристаллизационный остатокъ, но обыкновенно діориты лишены его и являются типичными кристаллически-зернистыми породами. Точно также крайне рѣдко наблюдается въ діоритахъ пористое или миндалевидное строеніе. По строенію въ діоритахъ различаютъ:

Нормальный диоритъ съ яснымъ отъ грубаго до мелкаго, кристаллически-зернистымъ строеніемъ.

Порфиридный диоритъ съ весьма мелкозернистой или афанитовой диоритовой основной массой зеленовато-сѣраго цвѣта съ выдѣленіемъ свѣтлаго олигоклаза и черно-зеленой роговой обманки. Эта порода можетъ служить связью между нормальными диоритами и порфиритами, въ которые наблюдается довольно постепенный переходъ въ силу того, что основная масса принимаетъ отъ микро- до скрытно-кристаллическаго строеніе.

Въ ряду разностей диорита отлѣчаютъ:

Тоналитъ — зернистая порода, состоящая изъ бѣлаго цвѣта плагиоклаза, сѣровато-бѣлыхъ зеренъ кварца, черно-зеленыхъ призмъ роговой обманки и темныхъ шестиугольныхъ таблечекъ біотита.

Керсантитъ и керсантонъ — плотный зернистый или порфиновый агрегатъ свѣтлаго плагиоклаза и темной слюды, къ которымъ примѣшиваются въ различныхъ количествахъ, но уступая предыдущимъ, кварцъ, апатитъ, магнитный желѣзнякъ, известковый шпатъ, также авгитъ или отдѣльными выдѣленіями свѣтло-зеленое хлоритовое вещество. Эти породы образуютъ жилы въ Бретани, въ Вогезахъ и т. д.

Корситъ представляетъ аортитовый диоритъ гранитовой структуры. Онъ состоитъ изъ сѣровато-бѣлаго аортита, отличающагося растворимостью въ кислотѣ, черно-зеленой роговой обманки и небольшого количества кварца. Эти составныя части группируются мѣстами въ шары, состоящіе изъ концентрическихъ слоевъ, въ центрѣ которыхъ иногда наблюдается лучисто-радіальное расположеніе иглообразныхъ минеральныхъ недѣлимыхъ. Такія разности корсита извѣстны подъ именемъ шарового диорита и главное мѣсторожденіе этой породы на Корсикѣ.

Химическій составъ диоритовъ можно выразить слѣдующими цифрами:

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O
I.	47,63	0,21	15,09	3,17	9,12	13,69	6,39	2,05	0,82	1,85
II.	49,80	—	16,35	0,65	7,65	8,58	12,35	1,20	0,42	1,27
III.	60,69	—	24,24	0,71	—	—	4,63	7,75	1,28	0,86

- I. Диоритъ Олонецкой губерніи (Шмидтъ).
- II. Диоритъ съ остр. Хогланда (Лембергъ).
- III. Кварцевый диоритъ изъ Шайтанска на Уралѣ (Кеппигъ).

Диориты образуютъ жилы и штоки, причемъ весьма часто обнаруживаютъ измѣненіе въ величинѣ зерна въ одномъ и томъ же выходѣ на дневную поверхность; это измѣненіе выражается тѣмъ, что грубо-зернистый диоритъ, къ мѣсту сопряженія съ другими породами, переходитъ въ разности афанитоваго или сланцеватаго строенія; въ весьма рѣдкихъ случаяхъ крупно-зернистый диоритъ къ мѣстамъ сопряженія переходитъ въ пористыя или миндалевидныя разности. По времени своего происхожденія диоритъ принадлежитъ къ древнимъ геологическимъ эпохамъ и встрѣчается въ лаврентьевскихъ, гуронскихъ и древнихъ палеозойскихъ образованияхъ. Въ Зап. Европѣ онъ извѣстенъ во многихъ мѣстностяхъ. Точно также пользуется весьма значительнымъ развитіемъ въ Россіи. Онъ извѣстенъ въ видѣ многочисленныхъ выходовъ въ сѣверной части Олонецкой губерніи, гдѣ, повидимому, время его изверженія принадлежитъ къ девонскому и началу каменноугольнаго періода, на Кавказѣ и Уралѣ, гдѣ диориты и диоритовые порфириты образуютъ собою весьма распространенную горную породу. Диориты встрѣчаются на Алтаѣ и въ восточной Сибири.

Порфиритъ представляетъ плотную бурю или темно-сѣрую основную массу съ выдѣленіями бѣловатаго, красноватаго или зеленоватаго плагиоклаза и зеленой роговой обманки или, вмѣсто нея, темнаго біотита, въ нѣкоторыхъ случаяхъ и зеренъ кварца. Эту породу нужно считать порфиромъ діорита, къ которому она и примыкаетъ чрезъ порфировидный діоритъ. Основная масса порфиритовъ представляетъ или тѣсную микрокристаллическую смѣсь плагиоклаза и кварца, или крайне тонкозернистую смѣсь плагиоклаза, роговой обманки или біотита, сопровождающуюся скрытокристаллическими, микрофельзитовыми и даже стекловатыми выдѣленіями. Смотря по тому, содержатъ ли порфириты кварцъ въ видѣ зеренъ или, по химическому анализу, свободную кремневую кислоту, или нѣтъ, ихъ подраздѣляютъ на порфириты съ кварцемъ и на порфириты безъ кварца. Также раздѣляютъ порфириты и по порфировиднымъ выдѣленіямъ: роговообманковый порфиритъ съ выдѣленіями плагиоклаза и роговой обманки, и слюдяной порфиритъ съ выдѣленіями олигоклаза и біотита. Въ породахъ нѣкоторыхъ порфиритовъ встрѣчаются таблочки тридимита.

Порфириты образуютъ жилы, штоки и покровы и время ихъ изверженія относятъ ко второй половинѣ палеозойской эры. По своему распространенію эта порода значительно уступаетъ діориту и известна въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Силезіи, Саксоніи, въ Тироль и т. д. Въ Россіи порфириты встрѣчаются въ Финляндіи, на Уралѣ, Кавказѣ и Алтаѣ.

39 Роговообманковый андезитъ представляетъ породу, состоящую главнымъ образомъ изъ плагиоклаза и роговой обманки, т. е. являющуюся третьею комбинаціею минераловъ, образующихъ діориты и порфириты. По присутствію или отсутствію кварца роговообманковые андезиты подраздѣляются на двѣ группы.

Роговообманковый андезитъ съ кварцемъ, или дацитъ, является темною, зеленовато-сѣрою, бурю или темно-зеленою породою отъ плотнаго до яснаго тонкокристаллическаго строенія, состоящею изъ плагиоклаза, кварца, роговой обманки, біотита, авгита, апатита, магнитнаго желѣзняка и нерѣдко санидина. Основная масса наичаще микрофельзитовая, сферолитовая или стекловатая; особенно характерна для андезитовъ вообще гіалопилитовая структура. Въ плотной, подобной липаритамъ, основной массѣ фельзитоваго или тонко-зернистаго строенія, порфировидно вкраплены: роговая обманка, плагиоклазъ, кварцъ и отчасти біотитъ. Въ томъ случаѣ, когда кварцъ не можетъ быть непосредственно наблюдаемъ, избытокъ кремнезема въ породѣ опредѣляется процентнымъ содержаніемъ (до 66%). Этотъ андезитъ пользуется значительнымъ развитіемъ въ Зибенбюргенѣ, въ Венгріи (гдѣ известенъ подъ именемъ андезитаго или зелено-каменнаго кварцеваго трахита), въ Эвганеяхъ, въ Крыму и на Кавказѣ.



Фиг. 235. Андезитъ Канталя (Франція). 1 — лабрадоръ. 2 — авгитъ. 3 — роговая обманка. Увеличеніе въ 80 разъ.

Роговообманковый андезитъ безъ кварца представляетъ породу отъ сѣраго до чернаго цвѣта съ темно-зеленой или темно-бурой окраской, порфиривиднаго строенія. Въ тонко-зернистой, ясно кристаллической, отчасти стекловатой основной массѣ лежатъ таблочки или свѣжно-бѣлаго, или зеленовато-бѣлаго олигоклаза, черныя призмы роговой обманки, зерна авгита, рѣже санидина, магнитный желѣзнякъ, біотитъ, апатитъ и титанитъ; еще рѣже въ ней наблюдаются оливинъ и гаюинъ. Этотъ андезитъ пользуется развитіемъ въ Зибенбюргенѣ, на Эйфельѣ, въ Моравіи, Венгріи и на Кавказѣ.

Химическій составъ роговообманковыхъ андезитовъ можно представить слѣдующими цифрами:

	SiO ₂ ,	Al ₂ O ₃ ,	FeO,	CaO,	MgO,	K ₂ O,	Na ₂ O,	H ₂ O.
I.	68,18	13,65	6,69	2,23	0,42	1,73	6,00	0,55
II.	59,87	12,52	2,25	2,50	0,46	4,42	5,78	12,24

I. Децътъ изъ Эвганеевъ (Ротъ).

II. Роговообманковый андезитъ изъ Вельферлингена.

Пропилитъ. Подъ этимъ именемъ Рихтгофенъ понималъ нѣкоторыя горныя породы Венгріи, которыя позднѣе были причислены къ роговообманковымъ андезитамъ. Циркель выдѣлилъ изъ андезитовъ одну породу, подъ наименованіемъ пропилита, на слѣдующихъ основаніяхъ: цвѣтъ основной массы пропилита болѣе зеленовато-сѣрый; строеніе и качество составныхъ частей болѣе сходны съ древними діоритовыми порфиритами; въ основной массѣ пропилитовъ очень много разрозненныхъ частицъ роговой обманки, причемъ даже плагіоклазы ихъ пропитаны какъ бы роговообманковою пылью и не содержатъ включеній стекла. Цвѣтъ роговой обманки пропилитовъ всегда зеленый, тогда какъ въ андезитахъ часто бурый, кромѣ того она не окаймлена черной каймой магнетита. Августъ въ пропилитахъ очень рѣдокъ и основная масса ихъ гораздо ближе къ порфириднымъ діоритамъ и порфиритамъ, чѣмъ къ андезитамъ.

ПЛАГІОКЛАЗОВЫЯ ПОРОДЫ СЪ АВГИТОМЪ.

Діабазъ—есть кристаллически-зернистый агрегатъ плагіоклаза и авгита отъ крупнаго до мелкаго зерна, зеленоватаго или зеленовато-сѣраго цвѣта. Къ вышеупомянутымъ минераламъ примѣшиваются магнитный и титанистый желѣзняки, апатитъ, немного ортоклаза, въ нѣкоторыхъ діабазлахъ—роговая обманка, салитъ, энстатитъ, оливинъ и кварцъ. Плагіоклазы (олигоклазы, лабрадоръ и анортитъ) обыкновенно бѣлаго, сѣровато- или зеленовато-бѣлаго цвѣта съ рѣзкою двойниковою штриховкою. Въ оловецкихъ діабазлахъ встрѣчаются совмѣстно олигоклазы и лабрадоръ. Иногда плагіоклазы (лабрадоръ) представляетъ видоизмѣненіе въ сосюритъ; подъ микроскопомъ обнаруживаетъ включеніе газовыхъ поръ, апатита и магнетита. Августъ въ діабазѣ представляетъ неправильныя зерна, рѣдко призматическіе кристаллы, чернаго, бураго или сѣраго цвѣта; подъ микроскопомъ окраска его является свѣтло-бурою, свѣтло-красноватою или желтоватою. Весьма обыкновенно августъ окруженъ продуктомъ измѣненія—свѣтло-зеленаго цвѣта, пластинчатымъ или волокнистымъ (силикатъ магнезійи и закиси желѣза) хлоритовымъ минераломъ.

Полагаютъ, что первоначально изъ авгита образуется волокнистая роговая обманка (уралитъ), и уже она переходитъ въ хлоритъ. Рядомъ съ авгитомъ, въ діабазѣ довольно часто встрѣчается діаллаговый минераль. Довольно характерною особенностью діабазовъ можетъ служить почти постоянное сопровожденіе титанистаго желѣзняка ихъ сѣрымъ или сѣровато-бѣлымъ продуктомъ его разложенія—лейкоксеномъ (титанитъ, или въ нѣкоторыхъ случаяхъ, свободная титановая кислота).

Строеніе діабазовъ вполне кристаллически-зернистое, какой-либо стекловатой или фельзитовой массы въ нихъ совершенно не наблюдается, за исключеніемъ діабазы изъ Капштадта, въ которой найдена стекловатая масса; но зато можно, въ нѣкоторыхъ изъ нихъ, наблюдать микрофлюидальное строеніе, обусловленное особымъ расположеніемъ полевошпатовыхъ кристаллитовъ. По структурѣ различаютъ въ діабазыхъ слѣдующія разности:

Нормальный діабазъ съ офитовою (діабазовой) структурой.

Діабазовый афанитъ, плотная порода, крайне тонко-зернистаго строенія, подъ микроскопомъ обнаруживающая мелкое кристаллически-зернистое строеніе. Цвѣтъ его зеленый отъ значительнаго количества хлорита, который встрѣчается здѣсь вмѣстѣ съ углесолями.

Съ точки зрѣнія состава діабазовъ, кварцъ здѣсь уже не можетъ играть такой роли въ ихъ классификаціи, какъ при подраздѣленіи діоритовъ, но взаимнъ его этой сторонѣ дѣла оказываетъ существенную пользу присутствіе или отсутствіе оливина, играющаго въ нѣкоторыхъ діабазыхъ весьма видную роль. Поэтому всѣ діабазы легко распадаются на двѣ группы: на обыкновенные діабазы и оливиновые діабазы. Первые пользуются, сравнительно съ послѣдними, значительно большимъ распространеніемъ. Въ діабазыхъ нѣкоторые различаютъ еще разности:

1) Протеробазъ (роговообманковый діабазъ) съ зеленою или бурю роговою обманкою, красновато-бурнымъ авгитомъ, плагіоклазомъ, хлоритомъ, титанистымъ желѣзнякомъ, также съ біотитомъ и иногда съ титанитомъ.

2) Лейкофиръ свѣтлоокрашенный съ сосуритоподобнымъ плагіоклазомъ, небольшимъ количествомъ свѣтло-зеленаго авгита, хлорита и титанистаго желѣзняка. Изъ русскихъ мѣсторожденій опредѣленъ такой діабазъ изъ с. Исачки, Полтавской губерніи (Соломко).

3) Салитовый діабазъ съ обыкновеннымъ авгитомъ и безцвѣтнымъ салитомъ.

4) Эпидіоритъ Гюмбеля, блѣдно-зеленаго цвѣта порода, образованная волокнистою роговою обманкою, плагіоклазомъ, авгитомъ, титанистымъ желѣзнякомъ (съ лейкоксеномъ), сѣрнымъ колчеданомъ и апатитомъ. Эпидіоритъ встрѣчается въ видѣ тонкихъ жилъ.

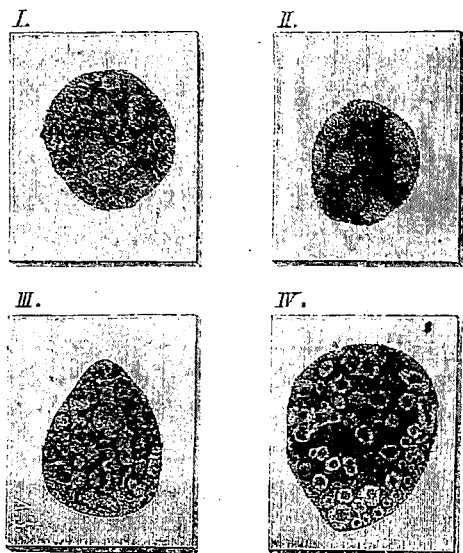
5) Кварцевый діабазъ представляетъ тѣ сравнительно рѣдкія діабазовыя породы, въ составъ которыхъ входитъ первичный кварцъ, представляющій кристаллизационный остатокъ и занимающій всѣ промежутки между другими составными частями. Кварцевые діабазы извѣстны въ Саксоніи, южной Африкѣ и въ особенности въ Швеціи, гдѣ Тёрнебомъ и выдѣлилъ ихъ въ особую группу, назвавъ „конгодіабазами“.

Авгитовый порфиритъ состоитъ изъ сѣровато-зеленой, отъ тонко-зернистой до афанитовой основной массы діабазоваго строенія, въ которой порфировидно вкраплены минералы діабазы. Въ томъ случаѣ, когда пре-

обладаетъ въ видѣ вкрапленій лабрадоръ, порода получаетъ наименованіе лабрадороваго порфирита, если преобладаніе на сторонѣ авгита — авгитоваго порфирита.

Палатинитъ представляетъ порфиритъ съ энстатитомъ. Онъ является по наружному виду породою, напоминающею мелафйры, базальты или смоляные камни, и образованъ агрегатомъ діаллага или авгита, энстатита, титанистаго и магнитнаго желѣзняковъ, среди которыхъ наблюдается стекловатое вещество. Время его изверженія относятъ къ пермской системѣ, въ отложеніяхъ которой онъ и извѣстенъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Германіи (бассейнъ р. Саары) и т. д.

Вариолитъ есть порода, въ темно-сѣрой или черной афанитовой основной массѣ которой наблюдаются порфировидно-вкрапленные афанитовыя же свѣтло-сѣрыя, иногда фіолетовыя, шаровидныя стяженія (діам. не превышаетъ 6 мм.), отличающіяся отъ нея по составу и по степени вывѣтриваемости, благодаря чему они и выдаются на поверхности породы въ видѣ бугорковъ, напоминающихъ осипы. Подъ микроскопомъ стяженія обнаруживаютъ въ центрѣ характерное, болѣе или менѣе правильное радиально-лучистое, а по краямъ концентрически-скорлуповатое строеніе. Отъ основной массы они иногда отдѣляются рѣзкой темной каймой, образованной скопленіями темныхъ зеренъ, иногда же совершенно незамѣтно въ нее переходятъ. Въ нѣкоторыхъ вариолитахъ такія стяженія содержатъ еще стекловатое вещество, обыкновенно же они вполне кристалличны и въ такомъ случаѣ состоятъ только изъ полевогo шпата и авгита. Промежуточное между стяженіями вещество содержитъ непрѣменно стекловатую основную массу, но обыкновенно стекло уже сильно разстекловано и переполнено игольчатыми кристаллитами, темными зернами и другими полукристаллическими образованиями.



Фиг. 236. I, II, III и IV—различные болѣе и менѣе совершенные типы вариолитовъ Ялгубы (Олонецкой губерніи). Левинсонъ-Лессингъ.

Въ нѣкоторыхъ вариолитахъ изъ деревни Ялгубы Олонецкой губерніи основная масса принимаетъ вполнѣ фельзитовый характеръ.

Вариолитъ до сихъ поръ извѣстенъ только въ немногихъ мѣстахъ: въ Дофинѣ (Дюрансъ), въ Фихтельгебирге (Бернекъ), въ Фогтландѣ (Шенфельдъ) и въ Олонецкой губерніи (Ялгуба). Вездѣ вариолитъ залегаетъ среди типичныхъ діабазовыхъ (на Дюрансѣ—эффотядовыхъ) породъ, а въ Ялгубѣ сопровождается характерными діабазовыми афанитами и порфиритами. Кромѣ настоящихъ вариолитовъ, являющихся, какъ упомянуто выше, контактными покровами на діабазлахъ, подъ названіемъ вариолитовъ описаны также и настоящіе сферолитовые авгитовые порфиристы. Сюда относятся вариолиты Ялгубы и окрестностей Туряна. Вариолиты Ялгубы отличаются большимъ разнообразіемъ, такъ что эти сферолитовые авгитовые порфиристы представляютъ нѣсколько разновидностей, вполнѣ параллельныхъ разностямъ ряда обыкновенныхъ авгитовыхъ порфиритовъ.

Известковый афанитъ представляетъ афанитовую, діабазовую массу, богатую хлоритомъ съ круглыми известковошпатовыми порами; эти послѣднія иногда почти вытѣсняють діабазовый цементъ и поры известковаго шпата лежатъ какъ бы рядомъ другъ съ другомъ.

Кристаллическими составными частями промежуточнаго вещества являются: авгитъ, хлоритъ, отчасти эпидотъ, магнетитъ и полевошпатовые кристаллиты.

Если эта порода представляет сланцеватую отдѣльность, то получаетъ наименованіе известкового афанитового сланца.

Диабазовый миндальный камень есть шлаковая, пористая разновидность авгитового порфирита. Поры заняты миндалевидными секреціями кальцита, хлорита и нѣкоторыхъ другихъ вторичныхъ минераловъ.

Къ порфиритамъ относятся камптонитъ и мончикитъ, образованные то мелкозернистой, то плотной основной массой, въ которой включены листочки темно-бурого біотита, призмы темной красновато-бурой роговой обманки и черного авгита; нѣрѣдко встрѣчается и оливинъ. У камптонита строеніе основной массы кристаллически-зернистое (Канада, Норвегія), у мончикита—скрытно-кристаллическое и нѣрѣдко содержитъ вулканическое стекло (Арканзасъ, Богемія).

Всѣ вышеупомянутыя структурныя разности діабаза связавы между собою тѣснѣйшими переходами, то обусловленными измѣненіями въ величинѣ зерна, то порфировидными выдѣленіями, то миндалевидными секреціями, то, наконецъ, появленіемъ сланцеватой отдѣльности и т. д.

Химическій составъ диабазовыхъ породъ можно представить слѣдующими цифрами:

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O
I.	52,31	2,06	15,23	4,08	11,12	0,57	3,45	5,55	2,78	1,35	1,22
II.	48,63	0,84	16,55	—	17,88	0,28	1,61	10,08	2,37	—	—
III.	49,85	—	16,13	9,03	6,97	—	3,19	8,19	4,01	1,23	0,49
IV.	42,77	2,35	14,06	2,72	8,34	—	9,79	11,47	1,89	1,43	2,74
V.	47,43	—	16,65	11,29	1,28	—	5,77	10,84	1,58	2,37	3,50
VI.	49,95	—	14,77	7,41	3,53	—	4,28	10,26	2,87	2,63	3,40

I. Диабазъ съ остр. Валамо (Иностранцевъ).

II. Диабазъ (лейкофиръ) сел. Исачки, Полтавской губерніи (среднее изъ анализовъ Блюмеля).

III. Диабазъ съ западнаго побережья Онежскаго озера (среднее изъ анализовъ Полѣнова).

IV. Оливиновый діабазъ изъ Камптона.

V. Лабрадоровый порфиритъ изъ Ялгубы (Левинсонъ-Лессингъ).

VI. Варіолитъ изъ Ялгубы (Левинсонъ-Лессингъ).

Офитъ Пиренеевъ также принадлежитъ къ этой группѣ диабазовыхъ горныхъ породъ, хотя, повидному, обнаруживаетъ уже значительное измѣненіе своихъ составныхъ частей. Онъ образованъ авгитомъ, діаллагомъ, діаллаговымъ уралитомъ, плагиоклазомъ, виридитомъ, эпидотомъ и титанистымъ желѣзвякомъ; какъ побочныя части, въ немъ встрѣчаются: сѣрный колчеданъ, водная окись желѣза, апатитъ, роговая обманка, кварцъ, біотитъ и кальцитъ.

Диабазовыя породы встрѣчаются или въ формѣ жилъ, или въ видѣ покрововъ, сопровождаемыхъ туфами, по преимуществу среди палеозойскихъ образованій, и пользуются значительнымъ распространеніемъ во многихъ мѣстахъ Зап. Европы (Нассау, Вестфалія, Гарцъ, Фихтельгебирге, Саксонія, по Рейну и т. д.). Въ Россіи діабазы извѣстны по западному берегу Онежскаго озера, гдѣ, а равно и въ западной части Олонецкой губерніи, пользуются значительнымъ распространеніемъ, а также на Кавказѣ, Уралѣ, Алтаѣ и въ восточной Сибири.

Мелафиръ. — Довольно долгое время этой горной породѣ не находили соответствующаго мѣста въ господствующей классификаціи, хотя неоднократно и высказывалась мысль объ отнесеніи ея къ группѣ діорита и діабаза. Мелафиръ—порфировидная, обыкновенно миндалевидная порода, состоящая изъ плагиоклаза, довольно часто и ортоклаза, авгита,

оливіна, магнітнаго и титанистаго желѣзняковъ и апатита. Въ этомъ смыслѣ въ мелафирахъ слѣдуетъ признать порфіровидную разность оливиноваго діабаза. Мелафиръ является темноцвѣтною породою, зеленого, бураго и красноватаго цвѣта съ неровнымъ, слабо-раковистымъ изломомъ, часто вскипаетъ съ кислотами отъ присутствія углесолей. Подъ микроскопомъ основная масса мелафировъ отчасти является кристаллическою, отчасти микрофельзитовою, отчасти стекловатою. Такая масса въ различныхъ мѣстахъ содержитъ грязновато-зеленое вещество и довольно многочисленныя микролиты, состоящія то изъ черныхъ зеренъ, иногда правильно расположенныхъ, то изъ буклюобразно-изогнутыхъ иголь и волосковъ. Количество стекловатой или микрофельзитовой массы относительно кристаллическихъ составныхъ частей мелафировъ сильно измѣняется. Нерѣдко въ ней замѣчается и микрофлюидальное строеніе. Въ этой основной массѣ наблюдаютъ вкрапленія плагіоклаза, также ортоклаза, магнітнаго желѣзняка, оливіна, какъ въ свѣжѣмъ видѣ, такъ и серпентинизированнаго; другою главною частью мелафировъ является авгитъ. Весьма характерною особенностью мелафира должно считать его миндалевидную структуру, которая представляетъ ни что иное, какъ позднѣйшее выполненіе поръ минеральными отложеніями, что, въ свою очередь, указываетъ на то, что эта изверженная горная порода изобиловала порами, т.-е. при охлажденіи изъ нея выдѣлились въ избыткѣ пары воды и газы. Форма миндалинъ большею частью круглая, часто вытянутая въ одномъ направленіи. Выполняющими минералами въ такихъ миндалинахъ являются: почти постоянно делесситъ, выполняющій мелкія поры, въ болѣе крупныхъ находятъ известковый шпатъ, бурый шпатъ, агатъ, халцедонъ, яшма, аметистъ, горный хрусталь, также мѣдь и серебро (на Верхнемъ озерѣ). Эти минералы выполняютъ пору или совершенно, или отчасти, т.-е. оставляя свободное въ ней пространство; въ такомъ случаѣ въ этихъ послѣднихъ находятъ кристаллы кальцита, кварца, датолита, пренита и эпидота.

Химическій составъ мелафира хорошо можетъ быть выраженъ анализомъ этой горной породы изъ Ильменау:

SiO ₂ ,	Al ₂ O ₃ ,	Fe ₂ O ₃ ,	FeO,	MgO,	CaO,	Na ₂ O,	K ₂ O,	H ₂ O.
56,04	17,26	6,17	3,31	1,82	5,79	5,61	0,71	1,22

Мелафиръ — порода массивная, являющаяся въ формѣ куполовъ, жилъ и покрововъ, занимающихъ иногда весьма значительныя пространства среди слоевъ каменноугольной системы. Время изверженія мелафировъ относятъ какъ къ каменноугольной, такъ, въ особенности, къ пермской системѣ. Мелафиры извѣстны въ Зап. Европѣ: въ Силезіи, въ южн. Гарцѣ, въ южн. Тиролѣ и другихъ мѣстностяхъ.

Къ стекловатымъ продуктамъ древнихъ плагіоклазовыхъ породъ, содержащихъ авгитъ и соответствующихъ фельзитовому смолянному камню, относятъ образованія, извѣстныя въ Далекарліи, Сöderманландѣ, у Стокгольма, въ Германіи, Англии и Финляндіи — такъ называемые, вихтзитъ и сордавалитъ.

Авгитовый андезитъ представляетъ агрегатъ авгита и плагиоклаза, приче́мъ образованъ сѣровато-бѣлою или красноватою основною массою, состоящею изъ плагиоклаза и санидина, авгита и роговой обманки, магнетита и отчасти разстеклованнаго остатка. Въ этой-то массѣ и вкралены зерна или кристаллы плагиоклаза, въ видѣ тонкихъ призмъ, и хорошо образованные кристаллы авгита; эти два господствующіе минерала иногда сопровождаются вкравленіями санидина и роговой обманки. По химическому анализу, авгитовый андезитъ содержитъ всегда больше кремнезема, чѣмъ базальтъ, съ которымъ представляетъ много общаго, но отъ котораго рѣзко отличается отсутствіемъ въ немъ оливина и господствомъ полевошпатовою составной части надъ бисиликатами.

Химическій составъ авгитовыхъ андезитовъ можно выразить слѣдующими данными:

	SiO ₂ ,	Al ₂ O ₃ ,	Fe ₂ O ₂ ,	FeO,	MgO,	CaO,	K ₂ O,	Na ₂ O,	H ₂ O.
I.	69,25	13,35	4,79	—	1,64	5,09	1,81	3,32	0,65
II.	61,92	14,10	—	6,22	5,27	6,03	0,61	4,88	—

I. Андезитъ съ Казбека (Абихъ).

II. Андезитъ съ горы Шевелючь въ Камчаткѣ (Абихъ).

Авгитовый андезитъ принадлежитъ къ изверженнымъ горнымъ породамъ и образуетъ или изолированные куполовидные холмы, или покровы и потоки, приче́мъ въ послѣднихъ является главнымъ образомъ андезитовая лава. Андезиты пользуются весьма сильнымъ развитіемъ въ Венгріи, ихъ лавы покрываютъ значительную часть юго-западной Исландіи, Тенерифа, Андовъ, Новой Зеландіи и острова Явы; сюда же принадлежитъ лава острова Санторина, съ значительнымъ выдѣленіемъ плагиоклаза и мѣстами связанная съ пемзовыми образованиями. Въ Россіи авгитовые андезиты пользуются весьма значительнымъ развитіемъ на Кавказѣ, на Казбекѣ, гдѣ они принимаютъ значительное участіе въ строеніи этой горы, а равно и на Армянскомъ плоскогорьѣ.

Исслѣдованія породъ съ Армянскаго плоскогорья обнаружили не только типичные авгитовые андезиты, но и съ содержаніемъ бронзита, такъ, здѣсь былъ найденъ бронзитовый авгитовый андезитъ и настоящій бронзитовый андезитъ. Кромѣ того, здѣсь же была обнаружена и связь авгитовыхъ андезитовъ съ стекловатою разностью, которую можно назвать авгитовымъ андезитовымъ смолянымъ камнемъ.

Плагиоклазовые: долеритъ, анамезитъ и базальтъ.— Долгое время вся группа какъ этихъ, такъ и другихъ, сходныхъ съ ними породъ была извѣстна подъ именемъ траппа, современемъ она однако распалась на долериты, анамезиты и базальты, въ которыхъ также долгое время видѣли породы, вполне обособленные другъ отъ друга. Микроскопическій анализъ, произведенный Циркелемъ надъ этою группою породъ, далъ возможность, во-первыхъ, усмотрѣть въ этомъ подраздѣленіи породъ на долериты, анамезиты и базальты только структурное различіе, обусловленное величиною зерна; во-вторыхъ, показать, что въ ней есть породы, въ которыхъ плагиоклазъ не играетъ существенно важной роли, а замѣщенъ другими минералами. Въ силу этого, къ плагиоклазовымъ

породамъ относятъ въ настоящее время только часть группы, отдѣляя остальную къ породамъ нефелиновымъ, лейцитовымъ и меллитовымъ.

Долеритъ, анамезитъ и базальтъ состоятъ главнымъ образомъ изъ плагіоклаза, авгита, оливина и вулканическаго стекла, къ которымъ присоединяются магнитный и титанистый желѣзняки, слюда, роговая обманка и, рѣже, санидинъ или нефелинъ.

Долеритъ, имѣетъ строеніе отъ грубаго до средняго зерна и состоитъ изъ плагіоклаза и авгита, рядомъ съ оливиномъ, апатитомъ, титанистымъ и магнитнымъ желѣзнякомъ, связанныхъ ничтожнымъ количествомъ аморфнаго, стекловатаго вещества.

Анамезитъ представляетъ мелко-зернистый агрегатъ составныхъ частей плагіоклазоваго базальта съ небольшимъ количествомъ вулканическаго стекла.

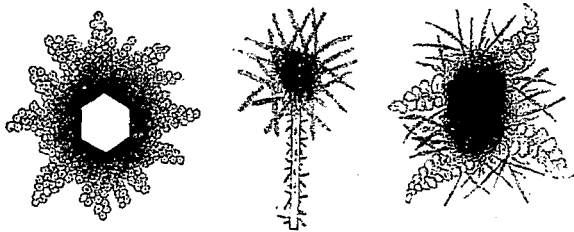
Плагіоклазовый базальтъ есть плотная, темная горная порода, въ которой иногда простымъ глазомъ можно усмотрѣть мелкія, порфири-видныя вкрапленія нѣкоторыхъ изъ составныхъ частей. На препаратѣ, подъ микроскопомъ, базальтъ является состоящимъ изъ плагіоклаза, авгита, оливина и титанистаго или чистаго магнитнаго желѣзняка, а также и небольшого количества нефелина; все это связано въ одну массу стекловатымъ веществомъ, количество котораго, какъ говорено было выше, находится въ извѣстномъ и довольно опредѣленномъ отношеніи къ кристаллическимъ недѣлимымъ породы; въ основной массѣ часто наблюдаются лучи, призмы и зерна, а равно и микрофлюидальное строеніе. Кромѣ довольно однородныхъ, по величинѣ зерна, минеральныхъ составныхъ частей базальта, въ немъ встрѣчаются и болѣе крупныя зерна и кристаллы составляющихъ горную породу минераловъ: плагіоклаза, авгита, оливина и магнитнаго желѣзняка. Особенно характеренъ для базальта оливинъ; онъ является съ стекляннымъ блескомъ, масляно-зеленаго цвѣта, отъ круглыхъ каплеобразныхъ зеренъ до выдѣленій, размѣрами въ человѣческую голову. Въ базальтѣ съ южнаго берега гренландскаго острова Диско (Увифакъ) найдено металлическое желѣзо съ углеродистымъ желѣзомъ, частью въ мелкихъ зернахъ или шарикахъ, частью въ формѣ линзообразныхъ или плитообразныхъ массъ. Норденшельдъ въ 1870 г. нашелъ здѣсь сплошную массу въ 50.000 фунтовъ. Въ плотныхъ полевошпатовыхъ базальтахъ нерѣдко встрѣчаются полости, которыя бывають отчасти заняты разнообразными цеолитами, известковымъ шпатомъ, арагонитомъ, кварцемъ, халцедономъ и т. д.

Долеритъ и анамезитъ большею частью образуютъ куполовидныя холмы, рѣже встрѣчаются въ жилахъ и покровахъ. Базальтъ также образуетъ куполовидныя холмы, но чаще жилы, покровы и потоки. Всѣ три структурныя разности встрѣчаются въ Исландіи, Шотландіи, Ирландіи и во многихъ другихъ мѣстахъ Зап. Европы, напр., въ Касселѣ, Гессенѣ, по Рейну и въ Богеміи. По времени происхожденія, всѣ плагіоклазовые базальты, т.-е. долеритъ, анамезитъ и базальтъ главнымъ образомъ принадлежатъ къ третичному времени. Для базальта особенно характерны превосходная, правильная столбчатая или шаровидная отдѣльности.

Въ ближайшемъ и строгомъ петрографическомъ соединеніи съ тремя перечисленными породами стоитъ весьма распространенная базальтовая лава, содержащая тѣ же минералы, что и плагиоклазовый базальтъ, но отличающаяся отъ него, какъ и другія лавы, пористою своею структурою. На поверхности потока она является шлаковидною, тогда какъ внутри она болѣе плотна и камениста. Въ многочисленныхъ потокахъ лавы Этны, а равно и въ изверженіяхъ потухшихъ овернскихъ вулкановъ, можно видѣть типичную базальтовую лаву. На Кавказѣ и въ Сибири также извѣстны базальтовые породы, а въ послѣдней мѣстности есть и лавы (стр. 176). Въ Европ. Россіи анамезитъ указанъ на Воляни, около г. Ровно, гдѣ въ немъ также найдено самородное желѣзо.

Стекла.—Совершенно параллельно новымъ изверженнымъ породамъ, болѣе богатымъ кремнеземомъ (какъ липариты, трахиты и т. д.), и основныя породы, какъ авгитовый андезитъ, такъ и базальтъ, имѣютъ соотвѣтствующія имъ стекловатыя образованія.

Въ базальтовыхъ стеклахъ можно различать: отчасти стекла, богатыя водою (гидротрахилитъ, палагонитъ), отчасти бѣдныя водою (тахилитъ и гіаломеланъ), соотвѣтствующія смолянымъ камнямъ и обсидіанамъ. Кромѣ того есть разности, соотвѣт-



Фиг. 237. Сrostки кристаллитовъ и белонитовъ въ тахилитѣ.

ствующія имъ. Эти стекла или плотныя, компактыя, или пузыристыя, или въ нихъ порфировидно вкраплены оливинъ, авгитъ и плагиоклазъ. Типичныя стекла этого рода находятся на Гавайи и нѣкоторыхъ другихъ островахъ Великаго Океана.

Химическій составъ плагиоклазовыхъ базальтическихъ породъ можно представить слѣдующими цифрами:

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O
I.	44,76	24,29	7,04	1,67	4,63	9,67	2,84	5,79	0,66
II.	48,22	15,93	7,44	5,40	6,91	10,05	2,08	1,72	2,16
III.	54,19	24,40	2,72	2,04	5,70	7,85	1,72	1,85	—

- I. Туинкиская лава изъ Сибири (Голубцева).
- II. Базальтъ Уссурийскаго края (Венюковъ).
- III. Сферолитъ-тахилитъ хр. Сихота-Аливъ (Венюковъ).

ПЛАГИОКЛАЗОВЫЯ ПОРОДЫ СЪ ДИАЛЛАГОМЪ ИЛИ СЪ ГИЩЕРСТЕНОМЪ.

Габбро представляетъ кристаллически-зернистый агрегатъ плагиоклаза и діаллага; по близости діаллага къ авгиту, габбро представляетъ собою породу, близкую къ диабазамъ. Плагиоклазъ этой породы найчаще лабрадоръ или анортитъ, разлагающійся въ крѣпкой соляной или сѣрной кислотахъ. Соссюритъ является довольно

часто замѣстителемъ плагіоклаза и, по всей вѣроятности, представляетъ продуктъ видоизмѣненія лабрадора. Діаллагъ сѣраго до грязноватаго масляно-зеленаго или бураго цвѣта съ совершенной спайностью по ортопинакконду, на которомъ наблюдается металлическій или перламутровый блескъ. Недѣлимыхъ его достигаютъ иногда нѣсколькихъ дюймовъ и по краямъ часто окружены каемкою, состоящею изъ зеленой роговой обманки, что въ особенности хорошо наблюдается подъ микроскопомъ, гдѣ также обнаруживается, что діаллагъ габбро часто содержитъ тонкія, черныя пластинки, располагающіяся параллельно орто- и клинопинакондамъ. Смарагдитъ является въ нѣкоторыхъ габбро въ травяно-зеленыхъ, съ перламутровымъ блескомъ недѣлимыхъ и притомъ появленіе его ведетъ за собою уменьшеніе количества діаллага. Діаллагъ нерѣдко представляетъ параллельное сростаніе съ энстатитомъ и гипертеномъ. Особенно характерною чертою габбро служитъ оливинъ, встрѣчающійся въ видѣ грязноватыхъ темно-зеленыхъ зеренъ, иногда какъ бы вытѣсняющихъ діаллагъ, а потому богатыхъ оливиномъ разности получаютъ наименованіе оливиноваго габбро. Подъ микроскопомъ въ габбро не обнаруживается ни малѣйшихъ слѣдовъ аморфнаго кристаллизационнаго остатка, вся порода является гранитовидною. Кромѣ оливина въ габбро наблюдается еще слѣдующіе минералы: талькъ, слюда, роговая обманка, гранатъ, серпентинъ, магнитный и сѣрный колчеданы и магнитный желѣзнякъ.

По времени происхожденія габбро принадлежитъ по преимуществу древнимъ геологическимъ образованіямъ, относящимся къ архейской и палеозойской эрамъ, въ которыхъ онъ образуетъ мощные штоки массивной породы, но извѣстны его мѣстороженія и въ третичныхъ отложеніяхъ. Габбро очень часто встрѣчается въ сосѣдствѣ съ серпентиномъ, который въ такомъ случаѣ и объясняютъ какъ породу, образовавшуюся изъ габбро при помощи процессовъ видоизмѣненія. Въ Зап. Европѣ извѣстны мѣстороженія габбро въ Силезіи, на Гарцѣ, въ Нассау и т. д. Извѣстенъ габбро на Кавказѣ; на Уралѣ описываютъ породу, образующую гору Качканаръ, какъ состоящую изъ авгита, сосюрита и магнитнаго желѣзняка; она съ одной стороны какъ бы примыкаетъ къ габбро, составляя авгитовый габбро, съ другой стороны представляетъ сосюритовый діабазъ (лейкофиръ Гюмбеля).

Въ Германіи часто придаютъ наименованіе форелленштейна оливиновому габбро, или совершенно не содержащему діаллага, или крайне мало, и состоящему паче изъ анортита и сильно измѣненнаго въ серпентинъ оливина; этотъ послѣдній помѣщается темными пятнами между полевошпатовыми недѣлимыми. Подъ микроскопомъ видны въ серпентинѣ зерна сохранившагося оливина. Мѣстороженія форелленштейна извѣстны въ Фольперсдорфѣ и др. мѣстахъ Германіи.

Норитъ (гипертенитъ и шиллерфельсъ) образованъ кристаллически-зернистымъ агрегатомъ плагіоклаза и гипертена или энстатита, причѣмъ то содержитъ оливинъ, то этотъ минералъ отсутствуетъ. Порфирова разность указанной комбинаціи носитъ названіе норитоваго порфирита, состоящаго изъ плотной основной массы, часто содержащей стекло и порфировидныхъ вкрапленій плагіоклаза и ромбическаго пироксена.

Гипертенитъ есть смѣсь, отъ мелкаго до крупнаго зерна, лабрадора и гипертена. Первый является обыкновенно окрашеннымъ въ сѣрый съ отбѣнками, въ бѣлый, зеленый, желтый и голубой цвѣтъ; узнается при помощи красивой игры цвѣтовъ. Гипертенъ представляетъ окраску черно-бураго или зеленовато-чернаго цвѣта и является въ видѣ большихъ листоватыхъ недѣлимыхъ съ мѣдно-красной игрой и металлическимъ блескомъ. Подъ микроскопомъ весьма часто въ лабрадорѣ гипертенита наблюдаются червыя, прямолинейныя трихиты, располагающіяся съ извѣстной правильностью, а въ гипертенѣ наблюдаются включенія прозрачныхъ буроватыхъ пластинокъ (вѣроятно, діаллага), расположенныхъ параллельно направленію брахидіагональной спайности. Гипертенъ часто окруженъ зеленовато-черною роговою обманкою или иногда сростается съ нею. Кромѣ указанныхъ минераловъ, въ гипертенитѣ встрѣчаются: пиритъ, магнитный и титанистый желѣзнякъ, гранатъ, слюда и апатитъ.

Шиллерфельсъ состоитъ изъ анортита и энстатита (протобастита), къ которымъ всегда примѣшивается продуктъ видоизмѣненія послѣдняго—шиллершпатъ (бас-

титъ), также серпентинъ и хромистый и магнитный желѣзняки. Авортитъ обыкновенно сѣрый соссюритовидный; эстатитъ или протобаститъ прозрачный отъ свѣтлобурого до зеленовато-желтаго цвѣта и съ сильнымъ перламутровымъ блескомъ на плоскостяхъ спайности. Шиллершпатъ съ сильнымъ металлическимъ перламутровымъ блескомъ отъ зеленого, мѣдно-желтаго или бурого цвѣта. Серпентинъ, въ видѣ зеренъ, вкрапленъ въ породу и окрашиваетъ ее пятнами.

Гиперстенитъ и шиллерфельсъ образуютъ массивныя горныя породы, встрѣчаясь въ формѣ жилъ, иногда какъ бы слоевъ и штоковъ, извѣстныхъ въ сравнительно немногихъ мѣстностяхъ. Изверженія гиперстенита относятъ къ древнимъ системамъ палеозойской группы и онъ извѣстенъ въ Гренландіи, Норвегій, на островѣ Св. Павла, у береговъ Лабрадора. Мѣсторожденія шиллерфельса извѣстны въ Германіи, у Гарцбурга и у Шпрэггейма. Гиперстенитъ указываютъ на Алтаѣ—въ Змѣиногорскѣ.

Химическій составъ габбро и норита представляетъ слѣдующія цифры:

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O
I.	49,27	18,48	3,45	6,01	6,01	13,45	2,73	—	—
II.	49,23	25,15	1,30	3,29	6,92	12,57	0,99	0,64	

I. Вычисленный составъ габбро, состоящаго изъ 60% лабрадора, 30% діаллага, 5% оливина и 5% магнетита (Ротъ).

II. Норитъ. Радаубергъ.

ПЛАГІОКЛАЗОВЫЯ ПОРОДЫ СЪ НЕФЕЛИНОМЪ И ЛЕЙЦИТОМЪ.

Тефритъ. Эти породы могутъ быть поставлены въ параллель фюнитамъ, представляя комбинацію плагіоклаза, нефелина и лейцита, тогда какъ въ фюнитахъ наблюдается комбинація санидина съ нефелиномъ или лейцитомъ. Главными составными частями тефритовъ являются нефелинъ, лейцитъ и плагіоклазъ, къ которымъ присоединяются: авгитъ, роговая обманка, слюда, сандинъ, гаюинъ, оливинъ, апатитъ, титанитъ, магнитный и титанистый желѣзняки. Цвѣтъ тефритовъ отъ чернаго до черносѣраго; структура—отъ однородной мелко-зернистой до вполне плотной или порфировидной. Въ послѣднемъ случаѣ порфировидныя вкрапленія представляютъ главнымъ образомъ авгитъ и плагіоклазъ, иногда также біотитъ, рѣдко и оливинъ. Въ нѣкоторыхъ тефритахъ подъ микроскопомъ наблюдаются мелкія зерна гаюина.

Тефриты распадаются на два отдѣла, впрочемъ, вполне связанные между собою переходами: нефелиновый тефритъ и лейцитовый тефритъ. Первый изъ нихъ пользуется сравнительно большимъ распространеніемъ и извѣстенъ на Канарскихъ островахъ, въ сѣв. Богеміи, на Рейнѣ и въ Швеціи; ко второму относятъ нѣкоторыя лейцитовыя плагіоклазовыя породы Италіи (Рокка-Монфина).

Подъ именемъ бухонита извѣстна порода, представляющая нефелиновый тефритъ, съ порфировидными выдѣленіями роговой обманки и слюды. До-третичный эквивалентъ нефелиноваго тефрита получилъ названіе тералита, состоящаго изъ плагіоклаза, съ сильно вывѣтрившимся нефелиномъ, авгитомъ, роговою обманкою, титанистымъ желѣзнякомъ и апатитомъ. Онъ часто богатъ вторичными составными частями: цеолитами и углесолями; структура его зернистая (сѣв. Богемія). Оливиновыя породы этого ряда носятъ названіе базанита.

Эссекситъ—темная зернистая порода, состоящая изъ основнаго полевого шпата, ортоклаза и пироксена; иногда содержитъ: нефелинъ, содалитъ или гаюинъ, біотитъ, баркевенитъ, часто оливинъ и какъ второстепенные минералы: апатитъ и титанитъ. Тешенитъ—такъ называютъ нѣкоторыя силезскія и моравскія разности діабазы, стоящія по строенію и общему характеру близко къ офитамъ и характеризующіяся большимъ содержаніемъ анальцима.

Нефелиновые породы.

Нефелиновые долеритъ и базальтъ являются новыми изверженными породами отъ крупнаго до мелкаго зерна или вполне плотными, состоящими во всѣхъ случаяхъ изъ нефелина и авгита, къ которымъ присоединяются магнитный и титанистый желѣзняки и апатитъ. Грубо зернистый агрегатъ извѣстенъ подъ именемъ нефелиноваго долерита, а плотная разность—нефелиноваго базальта.

Нефелиновый долеритъ представляетъ кристаллически-зернистый агрегатъ нефелина, авгита и небольшого количества магнитнаго желѣзняка. Нефелинъ, окрашенный въ зеленоватый, сѣрый или желтоватый цвѣтъ, наичаще встрѣчается въ видѣ зеренъ, но иногда образуетъ шестигульныя призмы; онъ узнается при помощи раковинастаго излома, жирнаго блеска и раствореніемъ въ соляной кислотѣ. Августъ чернаго цвѣта и обыкновенно въ кристаллахъ; магнитный желѣзнякъ то въ видѣ мелкихъ, то крупныхъ зеренъ или октаэдровъ; апатитъ обыкновенно тонкими призмами и иглами. Кромѣ этихъ составныхъ частей породы, въ нее довольно часто входятъ: оливинъ, титанитъ, везеанъ и въ рѣдкихъ случаяхъ санидинъ. Отношеніе между нефелиномъ и авгитомъ въ долеритѣ весьма непостоянно, а равно измѣнчива его структура—отъ гранитовой до порфиридной (Катценбукель). Въ послѣдней структурной разности нефелиноваго долерита основная масса, являясь крайне мелкозернистою, обнаруживаетъ микрофлюидальное строеніе. Въ нефелиновомъ долеритѣ изъ Лебау среди зеренъ нефелина и авгита обнаруживается еще аморфное сѣровато-зеленое вещество, въ которомъ также наблюдается микрофлюидальное строеніе.

Нефелиновый базальтъ—черная, плотная горная порода, неотличимая невооруженнымъ глазомъ отъ плагиоклазоваго базальта. Подъ микроскопомъ она разлагается на основную, стекловатую массу, которая, впрочемъ, играетъ второстепенную роль и ея меньше, чѣмъ въ плагиоклазовомъ базальтѣ и кристаллическія недѣлимые; послѣдними являются: нефелинъ, августъ и магнитный желѣзнякъ, къ которымъ примѣшиваются также лейцитъ и гаюинъ (везеанъ), перовскитъ, листочки біотита и апатитъ. Порфиридный характеръ нефелиновый базальтъ принимаетъ въ томъ случаѣ, когда среди однородной массы порфиридно вкраплены большіе кристаллы авгита и листочки біотита.

Пузыристыя и миндалевидныя разности и здѣсь получаютъ наименованіе лавъ, съ соответствующими прилагательными по имени однороднаго по составу базальта. Такія лавы извѣстны во многихъ мѣстахъ Западной Европы и въ особенности типчныя потоки наблюдаются въ окрестностяхъ потухшихъ вулкановъ Лаахерскаго озера и въ Эйфель, извѣстны также въ Тюрингенскомъ лѣсу, въ Рудныхъ горахъ, на Рейнѣ, въ Ваденѣ и въ Богеміи. По времени происхожденія какъ нефелиновые долериты, такъ и базальты относятся къ кайнозойской эрѣ. Нефелиновый долеритъ наичаще образуетъ изолированные куполовидные холмы, тогда какъ нефелиновый базальтъ, кромѣ указанной формы, образуетъ и жилы, но наичаще встрѣчается въ формѣ лавовыхъ потоковъ. Нефелиновые породы безъ оливина встрѣчаются рѣже и носятъ названіе нефелинита.

Лейцитовыя породы.

Лейцитовый базальтъ есть единственный представитель этой группы породъ, образованный лейцитомъ, авгитомъ и оливинномъ; количественное отношеніе этихъ минераловъ сильно измѣняется. Въ темно-сѣрыхъ разностяхъ преобладаетъ лейцитъ, въ черныхъ—авгитъ. Рядомъ съ ними почти всегда, въ большемъ или меньшемъ количествѣ, встрѣчаются магнитный и титанистый желѣзняки, меллитъ, гаюинъ, оливинъ, слюда, перовскитъ, меланитъ, плагиоклазъ, санидинъ и нефелинъ. Строеніе этого базальта колеблется отъ средняго зерна до мелкаго и скрытно-кристаллическаго, плотнаго; онъ иногда является даже порфириднымъ, если въ однородной массѣ наблю-

даются порфиридовидныя вкрапленія авгита, лейцита, оливина и гаюина; вкрапленія лейцита достигают иногда величинъ лѣснаго орѣха. Въ особенности богаты такими лейцитовыми породами вулканы Италіи (Альбанскія горы, Везувій), и прежде ихъ относили къ лейцитифиру, видя въ этой послѣдней породѣ лейцитовый долеритъ.

Плотныя и черныя разности лейцитового базальта по наружному виду ничѣмъ не отличаются отъ плагиоклазового или нефелинового базальта и только подъ микроскопомъ можно обнаружить это различіе. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ порода является состоящею изъ стекловатой основной массы, играющей здѣсь видную роль, также какъ и въ плагиоклазовомъ базальтѣ. Отношеніе ея къ кристаллическимъ недѣлимымъ крайне различно, то ея больше, то меньше. Въ эту массу включены лейцитъ, авгитъ, оливинъ, магнитный желѣзнякъ и нѣкоторое количество нефелина. Обыкновенно полевоы шпатель отсутствуетъ въ этой породѣ, но слюда и мелилитъ обнаруживаются подъ микроскопомъ.

Лейцитъ легко узнается подъ микроскопомъ при помощи характерныхъ безцвѣтныхъ восьмиугольных разрѣзовъ, отношеніемъ къ поляризованному свѣту, полами, выполненными стекломъ или основною массою и располагающимися въ особомъ порядкѣ, и т. д.

Лейцитовый базальтъ пользуется довольно ограниченнымъ распространеніемъ; его мѣсторожденія извѣстны въ Эйфель, Лаахерскомъ озерѣ, на Рейнѣ, въ Рудныхъ горахъ, въ Кайзерштулѣ и въ Тюрингенскомъ лѣсу. По своей формѣ находенія лейцитовый базальтъ вполнѣ сходенъ съ плагиоклазовымъ базальтомъ.

Въ томъ случаѣ, когда порода принимаетъ пузыристое строеніе, ей даютъ наименованіе лейцитовой лавы. Потоки такой лавы извѣстны въ Альбацкихъ горахъ, въ окрестностяхъ Лаахерскаго озера и Эйфеля. Главными составными ея частями являются лейцитъ и авгитъ, но въ нѣкоторыхъ лавахъ наблюдается еще значительная примѣсь мелилита, въ другихъ—гаюина. Мелилитъ не только входитъ въ составъ основной массы, но иногда является и въ кристаллахъ—въ порахъ. Къ лейцитовымъ лавамъ принадлежитъ и лава Везувія, отличающаяся только тѣмъ, что въ стекловатой основной ея массѣ, кромѣ характерныхъ для этихъ лавъ—лейцита, авгита, оливина и магнитнаго желѣзняка, найдены санидинъ, плагиоклазъ и нефелинъ. Въ порахъ лавы Везувія, какъ продукты возгона, встрѣчаются въ видѣ кристалловъ—роговая обманка, меланитъ и содалитъ.

Лейцитовая порода безъ оливина носитъ названіе лейцитита и представляется, по описанію Циркеля, въ Сѣв. Америкѣ горную породу желтовато-сѣраго цвѣта, съ фельзитовымъ наружнымъ видомъ и съ тонко-пористою структурою. Подъ микроскопомъ является образованною лейцитовыми кристаллами со включеніемъ авгита и видимою невооруженнымъ глазомъ буровато-желтою слюдою.

Мелилитовыя породы.

Мелилитовый базальтъ.—Мелилитъ, по сравнительно болѣе новымъ изслѣдованіямъ, оказался главною составною частью нѣкоторыхъ базальтовъ, что и подало поводъ составить изъ нихъ самостоятельную группу мелилитовыхъ горныхъ породъ. Точно такъ же мелилитовый базальтъ по наружному виду неотличимъ отъ плагиоклазового, нефелинового или лейцитового базальтовъ. Оливинъ, мелилитъ и авгитъ составляютъ главныя минералы этого базальта. Оливинъ и отчасти авгитъ являются порфириовидно вкрапленными въ однородную массу базальта, тогда какъ мелилитъ образуетъ въ ней микропорфириовидныя выдѣленія. Основная масса представляетъ микрокристаллическое строеніе, и главное участіе въ ней принимаютъ авгитъ и мелилитъ, къ которымъ присоединяются нефелинъ, слюда, магнитный и хромистый (?) желѣзнякъ, перовскитъ, рѣдко апатитъ и иногда гаюинъ. Мелилитовый базальтъ обнаруживаетъ рѣдкую степень основного характера горной породы; соляная кислота извлекаетъ изъ него до 95% составныхъ частей. Въ свѣжемъ состояніи мелилитъ является безцвѣтнымъ или слабо-желтымъ, четырехугольными или полоскообразными табличками, въ высшей степени характеризующимися тонкими штрихами и волокнами.

Меллиитовый базальтъ наибольшее развитіе представляетъ въ Швабскихъ Альпахъ, въ Саксонской Швейцаріи и въ сѣверо-восточной Богеміи.

Химическій составъ нѣкоторыхъ лейцитовыхъ, нефелиновыхъ и меллиитовыхъ породъ можетъ быть выраженъ слѣдующими цифрами:

	SiO ₂ ,	TiO ₂ ,	Al ₂ O ₃ ,	Fe ₂ O ₃ ,	FeO,	MgO,	CaO,	Na ₂ O,	K ₂ O,	P ₂ O ₅ ,	H ₂ O.
I.	47,82	—	18,85	5,24	5,12	4,40	9,51	2,65	6,41	—	—
II.	49,35	—	11,50	6,54	9,93	3,61	5,92	7,01	2,43	1,41	0,91
III.	33,89	0,64	9,93	15,63	—	16,14	15,19	2,86	—	1,41	2,90

I. Среднее изъ 49 анализовъ лейцитовой лавы Везувія.

II. Тефритъ изъ Гунзенау (Ротъ).

III. Меллиитовый базальтъ Гохболя.

Оливиновые породы.

Перидотиты.—Подъ этимъ общимъ именемъ понимаютъ группу породъ, носящихъ названіе пикрита, перцолита, эйлизита, дунита, оливиновой породы, и сюда же относятъ нѣкоторые ученые серпентинъ. Всѣ эти породы характеризуются присутствіемъ въ нихъ оливина, какъ одной изъ главныхъ составныхъ частей. Породы, сюда относящіяся, массивны и представляютъ кристаллически-зернистое строеніе. Руководствуясь сочетаніемъ оливина или продукта его видоизмѣненія (серпентина) съ однимъ или нѣсколькими минералами изъ группы роговой обманки, различаются въ группѣ перидотитовъ нѣсколькихъ разновидностей. Въ древнихъ зернистыхъ перидотитахъ можно отличать сочетанія оливина съ авгитомъ, съ діаллагомъ или энстатитомъ; но почти всегда къ этимъ минераламъ примѣшиваются магнитный, титанистый и хромистый желѣзняки и пикотитъ; значительно рѣже въ нѣкоторыхъ находятъ роговую обманку и біотитъ, а еще рѣже апатитъ.

Пикритъ представляетъ горную породу темно-зеленаго цвѣта, съ ясно-кристаллическимъ сложеніемъ; въ черной, часто плотной, основной ея массѣ вкраплены зерна и кристаллы оливина. Подъ микроскопомъ она является составленною изъ оливина, продуктовъ его видоизмѣненія, авгита, магнитнаго и титанистаго желѣзняковъ, роговой обманки и біотита. Гюмбель предложилъ для до-третичныхъ пикритовъ наименованіе палеопикритовъ, въ которыхъ часто значительная часть оливина уже видоизмѣнена въ серпентинное или хлоритовое вещество. Авгитъ пикритовъ представляетъ полное сходство съ авгитомъ діабазовъ. Какъ побочные минералы, въ пикритахъ встрѣчаются плагиоклазы, представляющій очень часто переходъ въ соссоритъ, рѣже радіально-лучистые цеолиты. Сильное видоизмѣненіе оливина, присутствіе плагиоклаза, а равно сходство другихъ составныхъ частей палеопикритовъ съ оливиновыми діабазами, подаютъ поводъ видѣть въ этихъ послѣднихъ породу, близкую къ палеопикритамъ, т.-е. объяснять происхожденіе палеопикритовъ изъ оливиновыхъ діабазовъ, путемъ ихъ видоизмѣненія. Въ нѣкоторыхъ пикритахъ найдена настоящая основная масса, большею частью разстеклованная (съ глобулитами и трихитами), сѣраго цвѣта. Такіе пикриты представляютъ переходъ въ глибулитые порфириды. Наиболѣе извѣстными мѣстороженія пикритовъ встрѣчаются въ Фихтельгебирге, на правомъ берегу Рейна и въ другихъ мѣстахъ.

Оливиновая діаллаговая порода, представляющая агрегатъ оливина и діаллага, можетъ быть названа габбро безъ полевого шпата. Кромѣ указанныхъ минераловъ, въ составѣ этой породы наблюдаются: продукты болѣе или менѣе сильной серпентинизаціи оливина, магнитный, титанистый и хромистый желѣзняки. Названіе верлитъ относятъ къ породѣ, представляющей оливиновую діаллаговую породу, содержащую, какъ побочный минералъ, роговую обманку. Точно также наименованіе эйлизитъ даютъ оливиновой діаллаговой породѣ, содержащей гранатъ.

Оливиновая энстатитовая порода составляет отдѣль древнихъ зернистыхъ перидотитовъ и относится также къ оливиновымъ норитамъ, какъ пикритъ къ оливиновому диабазу. Главными ея составными частями являются: оливинъ и энстатитъ, бронзитъ или гиперстенъ, а равно, магнитный и хромистый желѣзняки. Датъ описалъ такую породу изъ гранулитовой области Саксоніи подъ именемъ энстатитовой оливиновой породы. Какъ въ оливиновой діаллаговой породѣ есть разновидность, содержащая гранатъ, такъ и здѣсь, въ той же гранулитовой области Саксоніи, встрѣчена порода съ гранатомъ, получившая наименованіе гранатовой оливиновой породы. Эта послѣдняя порода состоитъ изъ преобладающаго оливина, рядомъ съ энстатитомъ, небольшого количества біотита и многочисленнаго граната.

Лерцолитъ представляетъ горную породу, которая можетъ служить переходомъ отъ оливиновыхъ діаллаговыхъ къ энстатитовымъ породамъ; чрезъ преобладаніе и прибавленіе діаллага къ оливиновой энстатитовой породѣ, она будетъ становиться на рубежѣ между двумя указанными перидотитами. Являясь кристаллически-зернистою или плотною, зеленовато-сѣрою породою, лерцолитъ содержитъ: желтовато-зеленый оливинъ, сѣровато-бурый діаллагъ, энстатитъ, въ достаточномъ количествѣ хромовую шпинель (пикотитъ), рядомъ съ магнитнымъ желѣзнякомъ. Пикотитъ иногда встрѣчается въ довольно значительномъ количествѣ, апатитъ довольно рѣдко, а въ тирольскомъ лерцолитѣ Штельцнеръ нашелъ и гранатъ. Лерцолитъ извѣстенъ въ Пиренеяхъ, въ Тиролѣ, въ Нассау, въ Норвегіи и въ другихъ мѣстахъ.

Дунитъ—кристаллически-зернистый агрегатъ желтовато-зеленыхъ зеренъ оливина и черныхъ октаэдровъ хромистаго желѣзняка. Эта порода впервые сдѣлалась извѣстной изъ Новой Зеландіи (гора Дунъ), но позднѣе была найдена въ южной Испаніи, въ Верхнемъ Штейермаркѣ, въ Вогезахъ, въ горѣ Соловьевой у Н. Тагила, гдѣ въ ней найдена платина въ коренномъ мѣсторожденіи; извѣстенъ дунитъ и въ другихъ мѣстахъ.

Миссуритъ—грубозернистая темно-сѣраго цвѣта порода, состоящая изъ господствующаго авгита, свѣжаго оливина, лейцита, біотита и апатита, встрѣчена въ видѣ штока въ мѣловой системѣ Америки.

Пикритовый порфиритъ представляетъ эквивалентъ древнихъ пикритовъ порфировиднаго строенія. Основная масса этого порфирита болѣе или менѣе богата стекломъ, то совершенно безцвѣтнымъ, то матовымъ, красновато-буроватымъ, и вкрапленіями въ него кристаллитовъ или удлиненныхъ прозрачныхъ, или сростками. Въ этой массѣ лежатъ хорошо образованные кристаллы оливина, иногда сильно серпентинизированные, красно-бурого авгита, также роговой обманки, магнетита и очень рѣдкаго апатита—эта порода извѣстна въ Фихтельгебирге.

Всѣ приведенныя выше оливиновыя породы служатъ главнымъ источникомъ для образованія серпентина, а потому понятно, что въ этомъ послѣднемъ, въ особенности по микроскопическому анализу, можетъ встрѣтиться крайне значительное разнообразіе (бронзитовый, діаллаговый и т. д. серпентины).

Лимбургитъ (магма-базальтъ) можетъ служить представителемъ новѣйшихъ породъ оливиновой группы. Онъ представляетъ основную массу, подобно смолянному камню, то безцвѣтную, то окрашенную или въ красно-бурый, или въ сѣрый цвѣтъ. Эта масса подъ микроскопомъ является состоящею изъ отлично обнаруживающагося стекла, въ которомъ микро-порфировидно вкраплены кристаллы авгита и оливина. Нѣкоторые лимбургиты отчасти богаты также и роговою обманкою. Мѣсторожденія этой породы извѣстны у Лимбурга, въ Кайзерштултѣ, на лѣвомъ берегу Эльбы, въ Вогеміи; на островѣ Пальмѣ и въ другихъ мѣстахъ.

Авгититъ представляетъ стекловатую породу, содержащую крупныя вкрапленія авгита и выдѣленія магнитнаго желѣзняка. Количество стекловатой основной массы сильно варьируетъ: иногда въ видѣ примѣси встрѣчается гаюинъ, нефелинъ, апатитъ и нѣкоторые другіе минералы; полевоі шпатъ отсутствуетъ. Августиты стоятъ очень близко къ лимбургитамъ, отъ которыхъ отличаются только отсутствіемъ оливина; они извѣстны въ группѣ острововъ Зеленаго Мыса, въ Венесуэлѣ, а также въ Португаліи, Дармштадтѣ и нѣкоторыхъ другихъ мѣстахъ.

Серпентинъ, или **змѣвикъ**, служить представителемъ древнихъ, оливинъ содержащихъ, горныхъ породъ и представляетъ сплошную или тонко-зернистую, чаще зеленаго, рѣже бураго цвѣта, породу, обыкновенно испещренную полосками, пятнами и какъ бы ядрами болѣе темнаго цвѣта. Рисунокъ въ видѣ такихъ полосокъ придаетъ серпентину сходство съ цвѣтомъ кожи змѣи и обуславливаетъ наименование его змѣвикомъ. Въ чистомъ состояніи порода состоитъ изъ минерала серпентина, но почти всегда содержитъ въ примѣси: оливинъ, бронзитъ, діалагъ, энстатитъ, пиропъ, магнитный и хромистый желѣзняки, мышьяковый колчеданъ, хризотилъ и т. д. Примѣсь минераловъ амфиболитовой группы даетъ возможность видѣть въ разностяхъ серпентина породы, аналогичныя нѣкоторымъ болѣе новымъ, нетронутымъ процессомъ видоизмѣненія. Серпентинъ обыкновенно встрѣчается въ видѣ массивной горной породы, рѣдко въ видѣ пластовой, а еще рѣже представляетъ сланцеватое строеніе; онъ относится къ древнимъ горнымъ породамъ, встрѣчается часто совместно съ тальковыми и хлоритовыми сланцами и гнейсомъ. Иногда прорѣзываетъ другія породы въ видѣ жилъ, или встрѣчается въ нихъ въ формѣ штоковъ. Въ Россіи серпентины пользуются значительнымъ распространеніемъ на Уралѣ.

Химическій составъ нѣкоторыхъ перидотитовъ и серпентинновъ можно представить слѣдующими цифрами:

	SiO ₂ ,	Al ₂ O ₃ ,	Fe ₂ O ₃ ,	FeO,	MnO,	MgO,	CaO,	K ₂ O,	Na ₂ O,	H ₂ O.
I.	42,78	8,66	0,28	17,96	0,95	10,06	12,59	0,62	2,31	3,96
II.	41,69	14,85	10,39	5,43	—	9,84	11,20	1,05	3,71	1,06
III.	41,02	1,11	0,32	1,81	—	41,09	1,05	13,17	—	—
IV.	39,00	1,65	3,73	6,53	—	37,39	0,87	11,04	—	—

- I. Лимбургитъ изъ Лимбурга (Розенбушъ).
- II. Лимбургитъ оз. Долой-Норъ (Венюковъ).
- III. Серпентинъ Гопунвары въ Финляндіи (Чайчинская).
- IV. Серпентинъ съ Амосовой горы Урала (Даниловъ).

СЛОИСТЫЯ СЛОЖНЫЯ ПОРОДЫ.

Гнейсъ является слоистымъ агрегатомъ ортоклаза (отчасти и плагиоклаза), кварца и слюды, причѣмъ отдѣльные чешуйчатые листочки послѣдней, или пластинчатая скопленія ихъ, располагаются во взаимно-параллельномъ положеніи, придавая такимъ образомъ породѣ слоистость, которая и является отличительнымъ признакомъ гнейса, тождественнаго по минералогическому составу съ гранитомъ. Большинство ученыхъ относить эти породы къ совершенно различнымъ петрографическимъ типамъ, но гораздо основательнѣе считать ихъ за весьма близкія или даже за разности одного и того же петрографическаго вида. Это доказывается между прочимъ тѣмъ, что различные гнейсы, или даже мѣстныя отличія ихъ часто находятся въ гораздо большей связи съ соотвѣтствующими по составу разностями и мѣстными отличіями гранита, чѣмъ между собою.

Структура обыкновенныхъ гнейсовъ параллельно-линейная, переходящая въ чечевицеобразную, часто, съ сланцеватою отдѣльностью.

Полевой шпатъ гнейсовъ является мясо-краснымъ или сѣрымъ ортоклазомъ, кромѣ котораго обыкновенно въ породѣ заключается и свѣтло-зеленоватый или бѣлый плагиоклазъ. Слюда встрѣчается какъ черная, такъ и бѣлая, причѣмъ оба эти вида иногда входятъ въ составъ одной и той же породы. Кварцъ встрѣчается въ видѣ зеренъ, отъ чистаго безцвѣтнаго до дымчатаго цвѣта. Недѣлимые его являются иногда въ породѣ вытянутыми въ одномъ направленіи, параллельномъ расположенію слюеватости. Онъ богатъ включеніями жидкостей, въ числѣ которыхъ довольно часто встрѣчается жидкая углекислота.

Какъ петрографическіе эквиваленты слюды въ гнейсахъ встрѣчаются: роговая обманка, авгитъ, желѣзная слюдка, талькъ, хлоритъ и графитъ. Изъ постороннихъ примѣсей въ гнейсѣ наиболѣе обыкновенны: гранатъ, кордіеритъ, сѣрный колчеданъ, эпидотъ и нѣкоторыя другія.

По строенію или структурѣ гнейсы можно раздѣлить на нѣсколько разностей:

Обыкновенный гнейсъ. Сланцеватое сложеніе его обуславливается отдѣльными взаимно-параллельными чешуйчатыми листочками слюды.

Чечевичный гнейсъ. Въ этой разности кварцево-полевошпатовый агрегатъ образуетъ чечевицеобразныя скопленія, къ которымъ прилегаютъ слюда въ видѣ тонкихъ пластинчатыхъ образований. Въ изломѣ породы, поперекъ ея слоистости, скопленія слюды представляются волнообразными линіями или полосами, соприкасающимися между собою въ изгибахъ; при изломѣ же по сланцеватости порода раздѣляется по направленію слюдяныхъ слоевъ, такъ что на плоскостяхъ излома обнаруживается только слюда.

Сланцеватый гнейсъ. Кварцево-полевошпатовый агрегатъ и слюда образуютъ въ этой разности правильные, тонкіе, чередующіеся между собою, слои или пластинки. Богатъ слюдой и легко раскалывается на тонкія пластинки.

Шестоватый гнейсъ, въ которомъ агрегатъ полевого шпата и кварца представляетъ стебельчатая или волокнообразная части, окруженныя со всѣхъ сторонъ слюдой.

Гранито-гнейсъ получаетъ наименованіе въ томъ случаѣ, когда порода представляетъ неясное чечевичное строеніе, переходящее въ зернистое, такъ что иногда въ отдѣльныхъ кускахъ его трудно отличить отъ гранита.

Корнубіанитъ представляетъ плотную, зернисто-чешуйчатую смѣсь составныхъ частей гнейса, въ которой параллельно-линейное строеніе обнаруживается цвѣтомъ и величиною зерна составныхъ частей.

Очковый гнейсъ. Это названіе придаютъ различнымъ разновидностямъ гнейса, когда въ массѣ его заключаются выдающіяся по своей величинѣ недѣлимые ортоклаза. Если послѣднія, имѣя шарообразную, сферондальбую или чечевицеобразную форму являются окруженными черной слюдой, то въ изломѣ гнейса обнаруживается рисунокъ, напоминающій очертаніе глаза.

Точно такъ же и по минералогическому составу гнейсы подраздѣляются на нѣсколько разностей:

Слюдяный гнейсъ—нормальная разность, въ составъ которой входятъ полевой шпатъ, кварцъ и слюда; теряя сланцеватость, переходитъ въ гранито-гнейсъ.

Роговообманковый или сіенитовый гнейсъ представляетъ разность, содержащую роговую обманку, какъ минералъ, замѣняющій собою слюду.

Протогиновый гнейсъ. Въ этой разности слюда отчасти замѣщается талькомъ. Этимъ именемъ означаютъ гнейсъ, представляющій слоистую разность протогиноваго гранита.

Хлоритовый гнейсъ, гдѣ хлоритъ вытѣсняетъ отчасти слюду.

Гранатовый гнейсъ получаетъ наименованіе въ томъ случаѣ, когда къ обыкновеннымъ составнымъ частямъ гнейса примѣшивается и гранатъ.

Кордіеритовый гнейсъ содержитъ среди біотита голубовато-сѣрый кордіеритъ.

Авгитовый гнейсъ состоитъ изъ авгита или салита, ортоклаза, плагиоклаза кварца, граната, небольшого количества роговой обманки, титанита и скаполита.

Графитовый гнейсъ, въ которомъ слюда вытѣсняется отчасти или совершенно графитомъ.

Желѣзно-слюдковый гнейсъ. Слюда въ этой разности замѣщается желѣзною слюдкою.

Первоначально въ Саксоніи, а затѣмъ въ Финляндіи и въ нѣкоторыхъ другихъ странахъ, было замѣчено, что обыкновенный гнейсъ распадается на двѣ разности: красный и сѣрый гнейсъ, которые имѣютъ, по изслѣдованіямъ Шерера, постоянный химическій составъ и отличаются другъ отъ друга содержаніемъ кремневой кислоты, причемъ въ красномъ ее больше. Впослѣдствіи тотъ же ученый установилъ также разность—средняго гнейса со свойствами, промежуточными между краснымъ и сѣрымъ гнейсомъ. Нѣтъ сомнѣнія, что упомянутыя отличія не представляются рѣзко обособленными, но связаны между собою рядомъ постепенныхъ переходовъ. Вообще переходы гнейса, какъ между всеми упомянутыми его разностями, такъ и въ другія породы, замѣчаются довольно часто. Въ настоящее время при болѣе подробномъ изученіи этой горной породы ее также подраздѣляютъ на два большихъ отдѣла—краснаго и сѣраго гнейса, но видятъ въ первомъ мусковитовый гнейсъ, во второмъ—біотитовый. Эти два отдѣла также связаны между собою промежуточною стадіею, содержащею какъ біотитъ, такъ и мусковитъ.

Въ нѣкоторыхъ разностяхъ ортоклаза вытѣсняется плагиоклазомъ, и получается плагиоклазовый гнейсъ, могущій чрезъ появленіе роговой обманки переходить въ діоритовый сланецъ. Къ нему же слѣдуетъ причислить и кинцигитъ, встрѣчающійся въ Шварцвальдѣ и представляющій гнейсъ, состоящій изъ плагиоклаза, біотита и граната.

Гнейсъ образуетъ слоистую породу, въ которой обыкновенно сланцеватая отдѣльность идетъ параллельно слоистости, но извѣстны случаи, что сланцеватость пересѣкаетъ слоистость подъ различными углами. По времени своего происхожденія гнейсъ главнымъ образомъ принадлежитъ древнѣйшимъ лаврентьевскимъ образованіямъ и развитъ въ Рудныхъ горахъ, Богеміи, Моравіи, въ Центральныхъ Альпахъ, Шотландіи, въ Скандинавіи, въ Канадѣ, въ Соединенныхъ Штатахъ С. Америки и въ другихъ мѣстахъ. Въ Россіи онъ извѣстенъ на обширной территоріи Финляндіи и Кольскаго полуострова, обнажается на нѣкоторыхъ островахъ Бѣлаго моря, и въ губерніяхъ Архангельской и Олонецкой, въ Днѣпровской кристаллической полосѣ, на Уралѣ и въ Восточной Сибири.

Химическій составъ гнейсовъ выражается слѣдующими цифрами:

	SiO ₂ ,	Al ₂ O ₃ ,	TiO ₂ ,	FeO,	MgO,	CaO,	Na ₂ O,	K ₂ O,	H ₂ O.
I.	73,85	14,11	0,50	3,11	0,03	0,89	1,32	5,05	1,01
II.	67,05	15,17	—	4,80	1,12	3,11	2,51	5,29	0,71
III.	72,34	15,05	—	1,22	0,59	1,02	4,42	4,19	0,43

- I. Красный гнейсъ изъ Ситолы въ Финляндіи (Пузыревскій).
 II. Сѣрый гнейсъ изъ Сердоболя въ Финляндіи (Пузыревскій).
 III. Гнейсъ съ двумя слюдами. Таймырь. Сибирь (Линдстремъ).

Гранулитъ, являясь пороною съ ровнымъ сланцеватымъ расколомъ, образованъ агрегатомъ свѣтлокрасноватаго, свѣтложелтоватаго или бѣлаго полевого шпата, обнаруживающаго подъ микроскопомъ весьма часто пертитовое строеніе частицъ альбита или микролина, или плагиоклаза и рѣдко—типичнаго ортоклаза. Полевой шпатель представляетъ тонко-зернистую смѣсь съ кварцевыми зернами или съ весьма тонкими пластинками кварца, расположенными параллельно слоистости породы. Третья главная составная часть гранулита—гранатъ является мелкими красными зернами, впрочемъ, иногда достигающими величины просяного зерна. Кромѣ главныхъ составныхъ частей, здѣсь встрѣчаются: рутиль (?), турмалинъ, герцинитъ, кіанитъ, біотитъ, примѣсь которыхъ обуславливаетъ разности: біотитоваго, кіанитоваго, турмалиноваго гранулита.

Кромѣ того отличаютъ еще авгитовый гранулитъ, представляющій темную, почти черную, тонко-зернистую и даже совершенно плотную породу. Невооруженнымъ глазомъ въ немъ возможно отличить только гранатъ, магнитный желѣзнякъ, рѣже также кварцъ и полевой шпатель. Подъ микроскопомъ составными его частями являются: авгитъ, плагиоклазы, кварцъ, гранатъ, біотитъ и магнитный колчеданъ; къ этимъ минераламъ въ меньшемъ количествѣ примѣшаны: роговая обманка и ортоклазъ, желѣзный блескъ, титанистый и магнитный желѣзняки, рутиль и турмалинъ; по содержанію кремневой кислоты тоже наблюдается различіе между обыкновеннымъ и авгитовымъ гранулитомъ. Въ первомъ количество кремневой кислоты 74,5%, тогда какъ во второмъ всего 52,3%.

Рядомъ съ замѣчательною сланцеватостью гранулитъ представляетъ очень правильную слоистость и во многихъ мѣстахъ является горною пороною, чередующеюся съ разнообразными видоизмѣненіями гнейса, а потому и области его распространенія должны совпадать съ этою послѣднею пороною, т.-е. принадлежать архейскимъ образованіямъ. Гранулиты извѣстны въ Баваріи, Финляндіи, Лаппмаркѣ, въ Богеміи, въ долинѣ р. Эгера, въ Нижней Австріи и т. д. Особенно замѣчательную область развитія представляютъ гранулиты въ Саксоніи, гдѣ эта порода образуетъ сѣверо-западный склонъ Рудныхъ горъ, представляя площадь, имѣющую въ длину до 6 миль, а въ ширину до 2¹/₃. Эта область извѣстна подъ именемъ „саксонской гранулитовой области“ или „саксонскихъ гранулитовыхъ горъ“.

Геллефлинта представляетъ плотную, кажущуюся вполне однородною, горною породу. Подъ микроскопомъ она является тонко-кристаллическою съ фельзитовымъ характеромъ и образована изъ плотно-

слоистыхъ микроскопической величины зеренъ полевого шпата и кварца и отчасти изъ мелкихъ чешуекъ слюды и хлорита. Геллефлинта состоятъ изъ чередующихся слоевъ стъ сѣраго, желтоватаго, буроватаго или зеленоватаго до чернаго цвѣта. Она обладаетъ занозистымъ или раковистымъ изломомъ и въ тонкихъ краяхъ сплавляется предъ паяльною трубкою. Геллефлинта представляетъ собою гнейсъ съ скрытно-кристаллическимъ и фельзитовымъ строеніемъ или афанитовую разность гнейса. Это заключеніе подтверждается и характеромъ залеганія геллефлинты среди толщъ гнейса въ области развитія лаврентьевской системы (Скандинавія и другія страны).

Порфириодъ образованъ, отъ тонко-зернистой, до плотной занозистою фельзитовидною основною массою, въ которой агрегаты пластинокъ слюды, или подобнаго слюдѣ минерала, образуютъ чечевицеобразныя скопленія или обусловливаютъ превосходную сланцеватую отдѣльность. Въ этой-то массѣ порфириовидно разсѣяны зерна или кристаллы полевого шпата и кварца. Порфириодъ, слѣдовательно, одновременно представляетъ и слонстость и порфириовидное строеніе, а потому эта порода можетъ представить нѣкоторое разнообразіе въ своихъ разностяхъ. Потеря слонстости будетъ приближать порфириодъ къ массивнымъ кварцевымъ порфирамъ, уменьшеніе величины зерна будетъ приближать породу къ гнейсамъ. Полевой шпатъ этой породы или ортоклазъ, или альбитъ, кварцъ обыкновенно дымчато-сѣрый, а слюдяной минералъ — или парагонитъ, или серицитъ.

Порфириоды относятся или къ лаврентьевской системѣ, гдѣ иногда переслаиваются съ гранулитами, или ихъ причисляютъ къ гуронскимъ и къ древнимъ палеозойскимъ образованиямъ. Они извѣстны въ Саксоніи, въ Вестфалии, Таунусѣ, въ Тюрингенскомъ лѣсу, въ Мичиганѣ и въ другихъ мѣстахъ.

Слюдяной сланецъ есть сланцеватый агрегатъ слюды и кварца относительно количество которыхъ крайне варьируетъ. Слюда въ этомъ сланцѣ обыкновенно свѣтлая, калиевая (мусковитовый сланецъ), но иногда темная магнезіальная (темные слюдяные сланцы) и еще рѣже натріевая (парагонитъ). Чешуйки и листочки слюды лежатъ параллельно другъ другу, что и обусловливаетъ сланцеватость породы. Кварцъ встрѣчается то мелкими зернами, то плоскими линзами, расположенными параллельно листочкамъ слюды; его возможно наблюдать только въ расколахъ, перпендикулярныхъ сланцеватости. Цвѣтъ слюдянаго сланца зависитъ главнымъ образомъ отъ цвѣта слюды.

Къ слюдянымъ сланцамъ примѣшиваются весьма многіе минералы; весьма характерную примѣсь составляетъ красный или бурый гранатъ, затѣмъ встрѣчаются турмалинъ, полевой шпатъ, роговая обманка, ставролитъ, кіанитъ, эпидотъ, хлоритъ, талькъ, апатитъ, графитъ, желѣзная слюдка, рутилъ, магнитный желѣзнякъ, сѣрный колчеданъ и даже золото. Черезъ увеличеніе количества нѣкоторыхъ изъ упомянутыхъ минераловъ слюдяной сланецъ можетъ представить переходы въ хлоритовый, тальковый, турмалиновый и другіе сланцы. По составнымъ частямъ отличаютъ отъ слюдянаго сланца слѣдующіе:

Парагонитовый сланецъ, въ составъ котораго входитъ натріевая слюда; онъ свѣтло-зеленоватаго или свѣтло-желтоватаго до совершенно бѣлаго цвѣта.

Амфилогитовый сланецъ — мелко-чешуйчатый, жирный, зеленовато-бѣлый слюдяной сланецъ, всего съ 40% кремнезема.

Серицитовый слюдяный сланецъ образованъ зеленого цвѣта, подобнымъ тальку, серицитомъ, среди котораго наблюдаются, располагаясь параллельно, плоскія линзы кварца, сходнаго съ роговикомъ. Кромѣ упомянутыхъ составныхъ частей, въ строеніи породы принимаютъ участіе листочки серебристо-бѣлой слюды и темныя чешуйки хлорита.

Известковый слюдяный сланецъ состоитъ изъ чешуекъ и прослоевъ слюды, среди которой, параллельно ей, расположены пластинки, прослой, чечевице-зернистаго, отчасти доломитизированнаго известняка, придающія породѣ то толсто-, то тонко-слоистый характеръ. Слюда можетъ отчасти или совершенно замѣщаться талькомъ, хлоритомъ, серицитомъ, или тонкими блестящими прослоями глинистаго сланца. Такое замѣщеніе можетъ дать въсколько породъ; известковый тальковый, известковый хлоритовый, известковый серицитовый и известковый слюдяный сланцы.

Гнейсовый слюдяный сланецъ содержитъ изолированный ортоклазъ въ формѣ округленныхъ или линзообразно вытянутыхъ зеренъ, разбѣянныхъ въ богатомъ слюдою и кварцемъ слюдяномъ сланцѣ; рядомъ съ сланцеватостью, въ силу выдѣлений ортоклаза, порода представляетъ чечевицеобразное строеніе, а отъ увеличенія количества полевого шпата можетъ переходить въ гнейсъ.

Химическій составъ слюдяныхъ сланцевъ можетъ быть представленъ слѣдующими цифрами:

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O
I.	61,23	16,52	4,11	7,06	3,69	3,85	1,83	1,24	0,45
II.	55,61	17,67	11,98	—	4,60	2,27	1,60	3,10	2,27

I. Слюдяный сланецъ острова Паргаса (Кульбергъ).

II. Слюдяный сланецъ острова Хогланда (Лембергъ).

Всѣ слюдяные сланцы представляютъ ясно выраженные слоистость и сланцеватость, причемъ въ большинствѣ случаевъ онѣ совпадаютъ между собою, но есть случаи, когда сланцеватость идетъ подъ различными углами къ слоистости. По мѣсту своего нахождения слюдяный сланецъ является породою, переслаивающеюся съ кварцитами, кристаллически-зернистымъ известнякомъ, разнообразными графитовыми, роговообманковыми, тальковыми, хлоритовыми и глинистыми сланцами, а также и рудами. Слюдяный сланецъ представляетъ одну изъ главныхъ породъ системы первобытныхъ сланцевъ, или гуронской, и извѣстенъ во многихъ мѣстностяхъ Зап. Европы: въ Альпахъ, Богеміи и Баваріи, въ Рудныхъ горахъ, а равно и въ Скандинавіи, С. Америкѣ, Бразиліи. Въ Россіи слюдяные сланцы развиты въ Финляндіи, Олонецкой и Архангельской губерніяхъ, на Уралѣ, Алтайѣ и въ вост. Сибири.

Роговообманковый сланецъ состоитъ изъ господствующихъ черныхъ или зеленыхъ, зернистыхъ, лучистыхъ или волокнистыхъ недѣлимыхъ роговой обманки съ примѣсью кварца и полевого шпата, обыкновенно олигоклаза. Параллельное другъ другу расположеніе кристалликовъ роговой обманки обуславливаетъ лучшій расколъ этой породы по одному направленію, чѣмъ по всѣмъ другимъ. Роговообманковые сланцы, въ силу измѣненія въ расположеніи недѣлимыхъ роговой обманки, могутъ переходить въ массивную горную породу — амфиболитъ. Между этими горными породами и сложною горною породою — діоритомъ — замѣчается нѣкоторая генетическая связь.

Разность роговообманкового сланца составляет актинолитовый сланецъ, содержащій вмѣсто роговой обманки разность ея — лучистый камень, или актинолитъ. Такая порода отличается болѣе свѣтлымъ зеленоватымъ цвѣтомъ. Другую разность составляетъ нефритъ, представляющій плотную массу крайне тонкаго волокнистаго актинолитоваго и граммитоваго сланца и встрѣчающійся въ архейскихъ образованіяхъ Новой Зеландіи и Куэнь-Луны, а также въ отдѣльныхъ валунахъ и въ другихъ странахъ. Сюда же относятъ глаукофановый сланецъ, состоящій изъ недѣлимыхъ красивой голубой роговой обманки, богатой натріемъ (глаукофанъ).

Авгитовый сланецъ представляетъ мелкозернистую, сланцеватую породу, свѣтлаго или темно-зеленаго цвѣта, и состоитъ изъ господствующихъ недѣлимыхъ авгита, который часто сопровождается небольшимъ количествомъ кварца, плагиоклаза, магнитнаго желѣзняка и хлорита. Такой сланецъ встрѣчается рѣже роговообманковаго, но также извѣстенъ изъ древнихъ образованій.

Хлоритовый сланецъ состоитъ главнымъ образомъ изъ скопленій хлорита въ формѣ параллельныхъ другъ другу листочковъ, что обуславливаетъ чешуйчато-сланцеватую структуру породы. Хлоритовый сланецъ болѣею частью представляетъ породу мягкую и окрашенную въ различные оттѣнки зеленаго цвѣта. Хлоритъ никогда здѣсь не встрѣчается одиночнымъ, а всегда къ нему примѣшаны зерна кварца и глина. Сопоразно этимъ двумъ примѣсямъ, можно различить кварцево-хлоритовые сланцы и глинисто-хлоритовые сланцы. Хлоритовый и тальковый сланцы принадлежать къ древнимъ геологическимъ образованіямъ, хотя встрѣчаются иногда и въ болѣе новыхъ. Въ хлоритовомъ сланцѣ встрѣчаются какъ примѣсь: магнитный желѣзнякъ, магнезитъ, гранатъ, турмалинъ, актинолитъ, эпидотъ и даже золото, какъ въ южныхъ атлантическихъ штатахъ С. Америки.

Тальковый сланецъ образованъ агрегатомъ талька. Онъ обыкновенно жиренъ на ошупь и болѣею частью мягокъ. Цвѣтъ его колеблется въ предѣлахъ отъ серебристо-бѣлаго до зеленовато-бѣлаго; листочки талька, располагаясь параллельно другъ другу, обуславливаютъ ясную сланцеватость породы. Нѣкоторыя разности тальковаго сланца вскипаютъ съ кислотами, что указываетъ на присутствіе въ нихъ углекислыхъ солей (доломита). Другія вскипанія не обнаруживаютъ, являются твердыми и свѣтлыхъ цвѣтовъ—это кварцевый тальковый сланецъ. Тальковый сланецъ, кромѣ того, весьма часто содержитъ примѣсь хлорита. Если количество хлорита болѣе или менѣе значительно, то порода получаетъ названіе тальково-хлоритоваго сланца. Въ этихъ послѣднихъ сланцахъ много глины, такъ что ихъ собственно слѣдовало бы называть глинистыми тальково-хлоритовыми сланцами. Магнитный желѣзнякъ, сѣрный колчеданъ, гранатъ, магнезитъ и ставролитъ составляютъ довольно обыкновенную примѣсь этой горной породы.

Нѣкоторые ученые принимаютъ за особую разность тальковаго сланца листовитъ, состоящій изъ смѣси талька, кварца и магнезійнаго шпата. На Уралѣ, въ Березовскомъ рудникѣ, въ немъ наблюдаются жилы вывѣтрившагося мелкозернистаго гранита, названнаго березитомъ, въ которомъ въ свою очередь проходятъ кварцевыя жилы, содержащія золото и свинцовыя серебро-содержащія руды.

Горшечный камень представляет такую же переходную породу между хлоритовымъ и тальковымъ сланцемъ, какъ и тальково-хлоритовый сланецъ. Существенная разница заключается только въ томъ, что въ послѣдней горной породѣ листочки талька и хлорита располагаются параллельно другъ другу, тогда какъ въ горшечномъ камнѣ въ безпорядкѣ, т.-е. въ немъ не наблюдается сланцеватости. Эта порода зеленовато-сѣраго цвѣта, мягкая, въ особенности въ свѣжемъ состояніи, т.-е. въ выработкѣ: здѣсь она рѣжется ножомъ, обрабатывается топоромъ и т. п. Горшечный камень весьма часто содержитъ, какъ примѣсь, доломитъ и магнезитъ, и подъ микроскопомъ листочки талька представляютъ весьма тѣсное соотношеніе съ зернами доломита. Эта порода принадлежитъ къ древнимъ геологическимъ образованіямъ и обыкновенно встрѣчается рядомъ съ двумя вышеописанными сланцами. Въ силу своего состава, горшечный камень способенъ противостоятъ весьма сильному жару, а потому нахождение его среди другихъ породъ, а въ особенности рудныхъ, представляетъ крайнюю важность при металлургическихъ операціяхъ.

Химическій составъ различныхъ кристаллическихъ сланцевъ можетъ быть представленъ слѣдующими цифрами:

	SiO ₂ ,	Al ₂ O ₃ ,	Fe ₂ O ₃ ,	FeO,	MgO,	CaO,	Na ₂ O,	K ₂ O,	H ₂ O.
I.	50,48	19,42	2,93	4,72	6,24	10,60	2,93	1,14	1,73
II.	53,28	4,41	5,79	1,04	29,85	1,51	1,49		2,60
III.	47,12	8,07	3,82	—	32,49	—	—	—	8,50
IV.	31,54	5,44	10,18	—	41,54	—	—	—	9,32

- I. Роговообманковый сланецъ изъ Швеціи (Гуммель).
- II. Тальковый сланецъ изъ Цоптау (Вертеръ).
- III. Горшечный камень изъ Кунтагерри въ Индіи.
- IV. Хлоритовый сланецъ. Пфиталь.

Филлитъ (глинистый слюдяный сланецъ, первобытный сланецъ). Филлитъ представляетъ ясно выраженную сланцеватость рядомъ съ наиболѣе часто встрѣчающимся скрытно-кристаллическимъ строеніемъ, хотя извѣстны филлиты и съ яснымъ тонко-зернистымъ строеніемъ. Цвѣтъ этой породы отъ темно-сѣраго, зеленоватаго до черно-голубоватаго, а плоскость раскола обнаруживаетъ шелковистый или полуметаллическій блескъ. Подъ микроскопомъ порода представляетъ составъ изъ микроскопически-мелкихъ частицъ слюды, хлорита, кварца и полевого шпата рядомъ съ кристаллами рутила (извѣстными прежде подъ именемъ иглоцехъ глинистаго сланца). На филлитъ нѣкоторые ученые смотрятъ какъ на афанитовую разность слюдянаго сланца, въ который онъ представляетъ переходы; но примѣсь во многихъ филлитахъ къ вышеупомянутымъ составнымъ частямъ глины связываетъ эту породу, съ другой стороны, и съ глинистыми сланцами. Во многихъ филлитахъ чернаго цвѣта обнаружены частицы угля, который, повидимому, здѣсь находится въ состояніи шунгита. Въ другихъ найдены: окись желѣза, гранатъ и турмалинъ.

Полевошпатовый филлитъ и филлитовый гнейсъ. Нѣкоторые филлиты Рудныхъ горъ, Фихтельгебирге и другихъ мѣстъ содержатъ многочисленныя и различной величины зерна альбита, что и даетъ поводъ называть такую породу полевошпатовымъ или альбитовымъ филлитомъ. Увеличеніе содержанія альбита и вытѣсненіе имъ филлитовой массы, остающейся въ видѣ тонкихъ волоконъ среди зеренъ альбита, обуславливаетъ образованіе породы, называемой филлитовымъ гнейсомъ.

Хіастолитовый сланецъ—сѣрватаго или голубовато-чернаго цвѣта, плотный сланецъ, въ которомъ заключены многочисленныя призматическіе кристаллы хіастолита, узнаваемого по характерному въ изломѣ черному кресту.

Ставролитовый сланецъ есть слюдяный глинистый сланецъ съ кристаллами ставролита.

Оттрелитовый сланецъ—сѣрый глинистый сланецъ съ мелкими шестигульными, зеленовато-черными, блестящими листочками оттрелита.

Пятнистый сланецъ. Въ филлитѣ наблюдаются какъ бы узлы или пятна, выдѣляющіеся своимъ цвѣтомъ и твердостью изъ однородной общей массы. Нѣмецкіе ученые, по формѣ этихъ выдѣленій, различаютъ нѣсколько разновидностей.

Спилозитъ—зеленовато-сѣрый сланецъ съ бѣлымъ, мелко-зернистымъ или плотнымъ полевошпатовымъ веществомъ и съ мелкими пятнами или шаровидными конкреціями хлоритовой массы.

Серицитовый сланецъ (серицитовый филлитъ)—плотная или тонкозернистая разновидность серицитоваго слюдянаго сланца, въ которомъ слюда замѣщена серицитомъ. Кромѣ этихъ минераловъ, находятъ: кварцъ, хлоритъ, магнитный желѣзнякъ и въ нѣкоторыхъ случаяхъ—альбитъ. Различаютъ двѣ разновидности. Зеленый серицитовый сланецъ—темно-зеленаго цвѣта, весьма часто съ пльчатымъ строеніемъ, достаточно твердъ и обладаетъ сланцеватостью, иногда окрашенъ пятнами; при вывѣтриваніи эти послѣднія являются желтыми, а самый сланецъ принимаетъ желтовато-бурый цвѣтъ. Красный серицитовый сланецъ составляетъ вторую разновидность. Онъ фіолетово-краснаго, красно-бурого до вишнево-краснаго цвѣта, мягкій, съ шелковистымъ блескомъ, жирный и съ зеленымъ сланцемъ тѣсно связанъ переходами при посредствѣ пятнисто-окрашенныхъ серицитовыхъ сланцевъ.

Химическій составъ филлитовъ выражается слѣдующими цифрами:

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O
I.	61,56	20,12	2,87	3,40	1,58	0,71	1,92	4,84	3,05
II.	67,70	17,07	—	5,41	2,10	0,47	0,40	2,89	2,60

I. Филлитъ съ Фихтельгебирге (Гюмбель).

II. Филлитъ Саксоніи (Фикеншеръ).

Всѣ разности филлита или глинистаго слюдянаго сланца являются породами слоистыми и обладающими сланцеватостью, часто совпадающею съ слоистостью, но иногда идущею къ ней подъ угломъ. Нѣкоторые изъ филлитовъ (какъ пятнистый сланецъ и его разновидности) относятъ къ продуктамъ измѣненія настоящихъ филлитовъ породами изверженными. Такъ, въ Пиренеяхъ, пятнистый сланецъ является въ мѣстѣ сопряженія съ гранитомъ и сіенитомъ. При такихъ же условіяхъ его находятъ въ Рудныхъ горахъ, на Гарцѣ и въ саксонской гранулитовой области. По мѣсту находженія филлитъ и его разности по преимуществу принадлежать древнимъ гуронскимъ образованіямъ. Въ Россіи филлитъ встрѣчается въ Финляндіи, въ Олонецкой губерніи, гдѣ онъ занимаетъ въ западной ея части довольно значительную площадь, на Уралѣ, Алтайѣ и въ восточной Сибири.

Итаколумитъ есть сланцеватый агрегатъ мелкихъ зеренъ кварца и чешуекъ слюды, талька, хлорита и серицита, послѣднія, располагаясь параллельно среди зеренъ кварца, придаютъ породѣ тонкую сланцеватость. Въ силу такого расположенія минеральныхъ веществъ, итаколумитъ обладаетъ способностью въ тонкихъ пластинкахъ гнуться. Цвѣтъ породы по преимуществу свѣтло-желтый или свѣтло-красноватый. Изъ постороннихъ примѣсей въ итаколумитѣ слѣдуетъ указать на золото (штаты С. Америки, Бразилія), желѣзную слюду, красный желѣзнякъ, лазулитъ и рутиль. Въ Бразиліи и въ штатахъ Георгіи и Южной Каролинѣ въ итаколумитѣ находится коренное мѣсторожденіе алмазовъ. Въ Россіи итаколумитъ указываютъ въ Олонецкой губерніи. Во всѣхъ извѣстныхъ мѣсторожденіяхъ этой породы она является членомъ гуронской системы.

Турмалиновый сланецъ состоитъ изъ чередующихся мелко-зернистыхъ слоевъ бѣлаго кварца и черныхъ зеренъ или иголъ турмалина. Нѣкоторые турмалиновые сланцы являются породою съ мѣста соприкосновенія гранита, какъ, напр., въ Рудныхъ горахъ.

Амфиболитъ (роговообманковая порода) выражена довольно многочисленными разновидностями, въ составъ которыхъ главнымъ образомъ входитъ роговая обманка въ сопровожденіи ортоклаза, плагиоклаза, кварца, авгита, салита, діаллага, омфациата, граната, цоизита, эпидота, біотита, мусковита, рутила, титанита, циркона, титанистаго и магнитнаго желѣзняковъ и пирита. Амфиболитъ отъ грубо-зернистой до плотной структуры, массивный, то слонистый, то разбитый трещинами на кубическую, плитообразную и другія отдѣльности. Въ этой породѣ отличаютъ нѣсколько разновидностей: амфиболитъ собственно, состоящій изъ преобладающей травяно-зеленой до темно-зеленой роговой обманки, къ которой примѣшиваются вышеупомянутые минералы. Полевошпатовый амфиболитъ, состоящій изъ роговой обманки и плагиоклаза съ небольшимъ количествомъ ортоклаза, какъ главныхъ составныхъ частей; порода обладаетъ сланцеватою отдѣльностью, а потому, руководствуясь составомъ, она можетъ быть названа діоритовымъ сланцемъ. Гранатовый амфиболитъ, кромѣ роговой обманки, содержитъ и гранатъ, а равно—салитъ, цоизитъ и рутиль. Отъ увеличенія содержанія граната онъ можетъ перейти въ гранатовую породу. Цоизитовый амфиболитъ—порода плотная до грубо-зернистой; агрегаты цоизита грубо волокнисты. Салитовый амфиболитъ состоитъ изъ свѣтло-зеленой роговой обманки и сѣровато-бѣлаго, въ препаратѣ водяно-прозрачнаго, призматическаго авгита (салитъ). Эпидотовый амфиболитовый сланецъ образованъ главнымъ образомъ изъ темно-зеленыхъ призмъ роговой обманки и зеренъ свѣтлаго желтовато-зеленаго эпидота, также плагиоклаза и магнитнаго желѣзняка. Діаллаговый амфиболитъ состоитъ изъ роговой обманки, діаллага, граната, ортоклаза, плагиоклаза и болѣе рѣдкаго апатита и желѣзныхъ рудъ.

Значительная группа амфиболита, какъ по составу, такъ и по формѣ, едва-ли можетъ быть принята, какъ вѣчто цѣльное и относящееся къ слонистымъ породамъ. Значительно большая часть ея является породами массивными и, по нашему мнѣнію, представляетъ ни что иное, какъ разнообразныя продукты видоизмѣненія діоритовъ, диабазовъ, габбро, а можетъ быть и другихъ горныхъ породъ. Такая вѣроятность находитъ себѣ подтвержденіе въ побочныхъ минералахъ только-что упомянутыхъ горныхъ породъ, увеличеніе которыхъ можетъ повести къ образованію амфиболитовъ. Такъ, въ діоритахъ встрѣчается эпидотъ, увеличеніе котораго даетъ эпидотовый діоритъ, а отъ этого послѣдняго легко перейти къ эпидотовому амфиболиту. Поэтому причисленіе всѣхъ амфиболитовъ къ образованіямъ гуронской системы едва-ли справедливо. Только какъ подробный петрографическій разборъ сопредѣльныхъ съ амфиболитами горныхъ породъ, такъ и окончательное выясненіе процессовъ видоизмѣненія минераловъ можетъ часть породъ этой группы отнести къ массивнымъ породамъ и поставить ихъ въ извѣстную генетическую связь съ этими послѣдними.

Амфиболиты известны въ Рудныхъ горахъ, въ Богеміи, Фихтельгебирге, въ Альпахъ, въ Скандинавіи, въ С. Америкѣ. Въ Россіи встрѣчаются на Уралѣ и въ Олонецкой губерніи, гдѣ они генетически связаны съ діоритами и представляютъ продукты ихъ видоизмѣненія.

Эблогитъ есть кристаллически-зернистый, отъ средняго до крупнаго зерна, агрегатъ волокнисто-желтоватаго, травяно-зеленаго омфачита (авгита) и краснаго граната, въ которомъ примѣшиваются: голубой кіанитъ, бѣлая слюда, а подъ микроскопомъ находятъ еще рутиль, цирконъ и магнитный желѣзнякъ. Иногда въ эблогитѣ встрѣчаются порфиридно-вкрапленные кристаллы роговой обманки. Эта порода образуетъ удлиненные залежи среди гнейсовъ и слюдяныхъ сланцевъ. Она известна въ Рудныхъ горахъ, въ Саксоніи, Штейермаркѣ, Фихтельгебирге и въ др. мѣстахъ.

Обломочныя породы.

Обломочныя породы, происшедшія изъ вторичнаго отложенія обломковъ и частицъ механически-измельченныхъ, вывѣтрившихся и разрушившихся болѣе древнихъ горныхъ породъ, могутъ быть раздѣлены на нѣсколько группъ: рыхлыя, цементированныя, глинистыя породы и туфы.

Рыхлыя породы.

Продукты механическаго измельченія водою.

Песокъ, гравій, щебень, гальки, валуны. Песокъ состоитъ изъ отдѣльныхъ, нецементированныхъ, то округленныхъ, то угловатыхъ зеренъ болшею частью кварца, отчасти также полевого шпата и роговой обманки, а также чешуекъ слюды и даже зеренъ углекислой извести—какъ пески на коралловыхъ сооруженіяхъ. Магнитный песокъ состоитъ преимущественно изъ мелкихъ зеренъ содержащаго титановую кислоту магнитнаго желѣзняка, къ которымъ примѣшаны обломки кварца, слюды, авгита и оливина. При устьѣхъ рѣки св. Лаврентія и на сѣверѣ Новой Зеландіи магнитный песокъ образуетъ мощныя залежи, въ другихъ же мѣстахъ, на берегахъ рѣкъ и морей, онъ является въ видѣ незначительныхъ отложеній, какъ, напримѣръ, на островѣ Валамо. Если отдѣльныя зерна песка достигаютъ величины небольшой горошины, то онъ получаетъ уже названіе гравія, хряща. Когда отложенія песка или гравія заключаютъ зерна рудныхъ или драгоцѣнныхъ металловъ и драгоцѣнныхъ камней, то въ такомъ случаѣ они называются россыпями; напр., золотыя и платиновыя россыпи Урала, золотыя — Калифорніи, алмазныя—Бразиліи и южной Африки, россыпи олова въ Корнуэллсѣ и друг. Россыпи происходятъ отъ разрушенія древнихъ горныхъ породъ, обломки и болѣе мелкія части которыхъ сносятся водою въ болѣе низменныя мѣста. Понятно, что вода, перенося эти продукты разрушенія, будетъ осаждать болѣе тяжелыя и крупныя частицы ближе къ коренной разрушающейся породѣ, а болѣе мелкія и легкія уносить гораздо дальше. Золото и платина, какъ металлы тяжелые, отлагаются въ мѣстахъ, содѣльныхъ съ тѣми горными породами, изъ которыхъ они вымыты.

Пески различаютъ по крупности зерна. Сорби предложили даже отличать пески донные, образованные изъ округленныхъ зеренъ, отъ песковъ рѣчныхъ и озерныхъ. Впрочемъ, такая классификація не имѣетъ прочныхъ основаній, такъ какъ, съ одной стороны, и въ рѣчномъ пескѣ нерѣдко видны округленные зерна, съ другой стороны, и въ донномъ пескѣ очень часто встрѣчаются зерна угловатой формы.

Щебнемъ называются скопленія округленныхъ или угловатыхъ обломковъ породъ, величина которыхъ не превосходитъ величины лѣсного орѣха. Ледниковый щебень представляетъ продуктъ стаявшихъ ледниковъ; въ немъ, на ряду съ небольшими угловатыми обломками горныхъ породъ, встрѣчаются самыя мелкія частицы, такъ называемыя ледниковая мука или пыль.

Гальки—округленные, окатанные водою и скученные безъ всякаго порядка обломки горныхъ породъ, величиною до куриного яйца. Скопленія галекъ или галечника въ предгоріяхъ нѣкоторыхъ гористыхъ мѣстностей достигаютъ нерѣдко нѣсколькихъ десятковъ метровъ толщины. Въ предгоріяхъ Тянь-Шаня галечникъ иногда тянется на нѣсколько километровъ, представляя значительную мощность.

Эрратическіе валуны—обломки горныхъ породъ, слегка закругленные, иногда достигающіе громадныхъ размѣровъ. Валуны—продукты дѣятельности ледниковъ или плавающихъ ледяныхъ горъ, принесшихъ ихъ издалека въ мѣста ихъ нынѣшняго находенія. На сѣверѣ Россіи и Финляндіи встрѣчаются громадные валуны въ нѣсколько десятковъ тысячъ килограммовъ: на островѣ Коневцѣ извѣстенъ громадный валунъ, носящій названіе „конь-камень“, на которомъ построена часовня; пьедесталъ памятника Петра Великаго составляетъ часть валуна, найденнаго въ окрестностяхъ Петербурга. Впрочемъ, чѣмъ дальше на югъ, тѣмъ величина валуновъ значительно уменьшается.

Однако, не всегда валуны обуславливаются дѣятельностью ледниковъ, существуетъ еще другая причина, которая тоже можетъ дать начало валунамъ. Въ сѣверныхъ странахъ или на высокихъ горахъ вода, заключающаяся въ трещинахъ горныхъ породъ и замерзающая при сильныхъ морозахъ, увеличеніемъ своего объема обуславливаетъ отрываніе отъ скалъ большихъ обломковъ. Подобныя обломки, или валуны, являющіеся, конечно, болѣе или менѣе угловатыми, нерѣдко скопляются вмѣстѣ и тогда даютъ начало такъ называемымъ россыпямъ, о которыхъ уже было говорено раньше (стр. 15). Валунныя россыпи представляютъ скопленія крупныхъ угловатыхъ обломковъ коренныхъ, туземныхъ, горныхъ породъ, наваленныхъ другъ на друга безъ всякаго порядка. Подобныя россыпи можно наблюдать на склонахъ горъ въ Финляндіи, на Уралѣ, въ Крыму, на Алтай и пр.

Отложенія песка, гравія, галекъ, валуновъ, принадлежатъ преимущественно новѣйшимъ системамъ—третичной, дилювію и аллювію, хотя не исключается возможность ихъ находенія и въ болѣе древнихъ образованіяхъ.

РЫХЛЫЕ ПРОДУКТЫ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ИЗВЕРЖЕНІЙ.

Вулканическій пепель, песокъ, лапилли, бомбы, глыбы, пемзовый песокъ и гальки.—Вулканическій пепель представляетъ тонкую пыль, состоящую изъ мелкихъ кристалликовъ и обломковъ полевого шпата, авгита, магнетита, лейцита, къ которымъ примѣшиваются рыхлыя или плотныя скопленія кристаллитовъ, въ особенности авгита и магнетита, и значительное количество мелкихъ осколковъ вулканическаго стекла. Выпавшій въ Скандинавіи въ концѣ марта 1875 года очень тонкій, пылеобразный пепель, обязанный своимъ происхожденіемъ изверженію исландскихъ вулкановъ, состоялъ большею частью, по изслѣдованіямъ Гюмбеля и Цирвеля, изъ остросереберныхъ, рѣзущихъ осколковъ необыкновенно пористаго вулканическаго стекла, похожаго на обсидіанъ.

Вулканическій песокъ состоитъ изъ обломковъ лавы и стекловатыхъ осколковъ, величиною отъ просяного зерна до горошины, смѣшанныхъ съ остросереберными кристалликами авгита, лейцита, слюды, санидина, оливина, меланита и пр.; всѣ они характеризуются крайне значительнымъ количествомъ включеній стекла, кристаллитовъ, газовыхъ поръ. Песокъ и пепель отличаются исключительно величиною ихъ составныхъ частицъ.

Лапилли—пористые и пузыристые куски шлаковъ, бураго или чернаго цвѣта, величиною до грецкаго орѣха. Вулканическія бомбы—круглыя, эллипсоидальныя, удлиненыя куски лавы, достигающіе величины головы человѣка; онѣ выбрасываются вулканами еще въ полужидкомъ состояніи, потому форма ихъ зависитъ отъ быстрого вращательнаго движенія. Вулканическія глыбы достигаютъ нѣсколькихъ футовъ въ діаметрѣ; эти куски лавы внутри имѣютъ плотное компактное строеніе, между тѣмъ какъ снаружи шлаковидное, пористое.

Пемзовый песокъ и гальки представляютъ рыхлыя скопленія большихъ и малыхъ кусковъ пемзы въ окрестностяхъ вулкановъ. Въ Германіи такія скопленія находятся вокругъ потухшихъ вулкановъ Лахерскаго озера, у Марбурга и Гиссена.

Цементированныя породы.

Песчаникъ состоитъ изъ зеренъ кварца, сцементированныхъ какимъ-нибудь минеральнымъ веществомъ. Величина зеренъ варьируетъ очень значительно и достигаетъ иногда величины небольшой горошины; по величинѣ зеренъ различаютъ крупно- и мелко-зернистые песчаники.

Цементъ песчаниковъ крайне разнообразенъ и обуславливаетъ ихъ цвѣтъ и твердость: кремнистый, известковый и глинистый цементы даютъ большею частью сѣрые и желтые цвѣта, желѣзистый—желтый, бурый и красный, битуминозный—темносѣрый до чернаго, глауконитовый—зеле-

ный цвѣтъ. Отъ различнаго количества цемента зависитъ переходъ песчаника въ другія породы.

По минеральному характеру цемента въ песчаникахъ отличаютъ нѣсколько разностей:

Глинистый песчаникъ, издающій характерный глинистый запахъ.

Рухляковый, или мергелистый песчаникъ — съ глинисто-известковымъ цементомъ.

Известковый песчаникъ—цементомъ служитъ углекислая известь, частью въ видѣ плотнаго, частью въ видѣ кристаллическаго известняка; если вмѣстѣ съ углекислою известью находится углекислая магнезія, то получается доломитовый песчаникъ.

Желѣзистый песчаникъ—съ цементомъ, состоящимъ изъ окиси желѣза или ея гидрата вмѣстѣ съ глиной или известью. Сюда принадлежатъ красные песчаники девонской системы, столь мощно развитые въ Петербургской, Новгородской и Олопецкой губерніяхъ.

Кремнистый песчаникъ—съ очень плотнымъ цементомъ, состоящимъ иногда изъ агрегата мельчайшихъ кристалликовъ кварца. Твердые мѣловые песчаники средней Россіи идутъ на жернова (жерновки).

Смолистый песчаникъ, цементомъ котораго служитъ или смолистая глина и углекислая известь, или же асфальтъ. Въ Россіи песчаники, богатые смолистыми веществами, называются «киръ» и могутъ служить для добыванія нефти посредствомъ сухой перегонки.

Примѣсь различныхъ минераловъ къ кварцевымъ зернамъ обуславливаетъ точно такъ же разности песчаниковъ:

Слюдяный песчаникъ, богатый слюдою, отчего зависитъ его сланцеватый характеръ.

Глауконитовый, зеленый песчаникъ—съ примѣсю мелкихъ зеренъ и крупинокъ темно- или свѣтло-зеленаго глауконита. Смотря по количеству зеренъ глауконита, песчаники бываютъ окрашены въ зеленые цвѣта различной интенсивности. По изслѣдованіямъ Эренберга, зерна глауконита состоятъ большею частью изъ ядеръ корненожекъ. Цементъ обыкновенно известковый, рухляковый или глинистый. Главное развитіе глауконитовыхъ песчаниковъ въ мѣловой системѣ.

Аркозъ—это песчаникъ, состоящій изъ полевого шпата, кварца и слюды. Зерна сѣраго кварца, красноватаго, иногда каолинизированнаго ортоклаза и листочки слюды связаны глинистымъ или кремнистымъ цементомъ. Аркозы встрѣчаются преимущественно близки гранитныхъ массивовъ и являются большею частью членами пестраго песчаника, каменноугольной и третичной системъ.

Наконецъ, различаютъ песчаники по мѣсту, занимаемому ими въ системахъ: девонскій, каменноугольный, лейасовый, мѣловой и проч.; затѣмъ по органическимъ остаткамъ, находящимся въ нихъ: спириферовый, оболочный, нуммулитовый и проч.

Кварцитъ состоитъ изъ зеренъ кварца, плотно, связанныхъ кварцевымъ цементомъ. Встрѣчаются многія разновидности кварцита; зернистый кварцитъ, состоящій изъ кристаллическихъ зеренъ кварца и часто напоминающій песчаникъ; плотный кварцитъ—очень мелкозернистый; кварцитовый сланецъ, раскалывающійся на тонкія пластинки. Въ кварцитахъ встрѣчаются разнообразныя примѣси: слюда, гранатъ, сѣрный колчеданъ, турмалинъ, эпидотъ, лучистый камень, желѣзный блескъ и т. д. Находятъ также кварциты, очень богатые хлоритомъ и талькомъ.

Тальковый кварцитъ, вслѣдствіе необыкновенной тугоплавкости составляющихъ его минераловъ, является очень огнеупорнымъ матеріаломъ, а потому развитіе тальковаго кварцита въ рудныхъ мѣсторожденіяхъ представляетъ отличный матеріалъ для построекъ доменныхъ печей. Сравнивая кварцитъ съ кварцевымъ песчаникомъ, — этою обломочною породою, можно видѣть, что между ними не существуетъ рѣзкаго различія: въ кварцитѣ зерна кварца тѣсно связаны кварцевымъ цементомъ, въ кварцевомъ же песчаникѣ связь эта менѣе прочна. Очевидно, кварцитъ могъ произойти изъ кварцеваго песчаника, путемъ болѣе сильной цементировки. Выдѣляютъ изъ кварцитовъ, какъ особую породу — кристаллическій кварцевый песчаникъ, который состоитъ не только изъ зеренъ, но часто и изъ хорошо образованныхъ кристалловъ кварца, связанныхъ кварцевымъ цементомъ.

Цвѣтъ кварцитовъ бываетъ различенъ, — отъ бѣлаго до кирпично-краснаго, или мясо-краснаго, или сѣраго. Значительныя мѣсторожденія кварцита находятся въ Олонецкой губерніи; мясо-красный кварцитъ извѣстенъ въ Петербургѣ подъ именемъ шокшинскаго камня, неправильно называемаго шокшинскимъ порфиромъ (изъ него построены пьедесталъ памятника императора Николая I, гробница Наполеона I въ Домѣ Инвалидовъ и значительныя его массы пошли на внутреннюю отдѣлку храма Спасителя въ Москвѣ). Кварциты Олонецкой губерніи представляютъ довольно постепенные переходы въ кремнистые песчаники. Уклоненіе отъ бѣлаго цвѣта кварцитовъ обусловлено посторонними примѣсями; такъ, въ красныхъ кварцитахъ всегда наблюдается безводная окись желѣза. Микроскопическій анализъ обнаружилъ даже въ бѣлыхъ кварцитахъ примѣсь округленныхъ зеренъ полевого шпата.

Конгломераты состоятъ изъ округленныхъ обломковъ горныхъ породъ, связанныхъ цементомъ. Конгломераты крайне разнообразны и различаются:

- 1) по величинѣ округленныхъ обломковъ;
- 2) по петрографическому ихъ характеру, причемъ отличаютъ кварцитовые конгломераты, гранитовые, зеленокаменные и проч.;
- 3) по характеру цемента, бываютъ известковые, глинистые, кремнистые, желѣзистые конгломераты;
- 4) по большому или меньшему количеству цемента;
- 5) по большей или меньшей твердости конгломерата.

Петрографическій характеръ обломковъ и цемента бываетъ настолько разнообразенъ, что перечислять здѣсь всѣ виды конгломератовъ нѣтъ возможности.

Въ Альпахъ пользуется значительнымъ развитіемъ конгломератъ, образованный изъ обломковъ главнымъ образомъ юрскаго известняка и песчаника, затѣмъ кристаллическаго сланца, кварца, гранита, гнейса, габбро, серпентина и проч., связанныхъ желтоватымъ или красноватымъ рухляковымъ цементомъ. Этотъ конгломератъ извѣстенъ подъ именемъ нагельфлю. Интересны въ немъ отпечатки и вдавленія на обломкахъ, происшедшія, конечно, отъ сильнаго давленія, которому подвергался этотъ конгломератъ. Вдавленія эти можно наблюдать не только на валунахъ известняка, но

даже гранита, сіенита и вообще болѣе твердыхъ породъ; своимъ происхожденіемъ они обязаны взаимному давленію валуновъ.

Золотоносный или такъ называемый синій конгломератъ—плотный, вязкій конгломератъ синевато-сѣраго цвѣта, отъ вывѣтриванія переходящій въ бурый; онъ состоитъ изъ валуновъ кварца, известняка, гранита, серпентина, сланцевъ и проч., связанныхъ плотнымъ, кремнистымъ цементомъ, проникнутымъ сѣрнымъ колчеданомъ. Цементъ содержитъ значительное количество золота, не только въ видѣ мелкихъ зеренъ, листочковъ и блесковъ, но даже цѣлыхъ самородковъ, величиною до горошины и даже до голубиного яйца. Залежи золотоноснаго конгломерата достигаютъ 2—6 метр. и встрѣчаются въ третичныхъ отложеніяхъ на западномъ склонѣ Сьерры-Невада, въ Калифорніи.

Среди отложеній третичной системы Англій находится кремнистый конгломератъ, или пуддингъ, который состоитъ изъ округленныхъ валуновъ и галекъ желтаго, бураго и чернаго кремня, необыкновенно крѣпко связанныхъ цементомъ желтаго и сѣраго цвѣта, похожимъ на кремень или роговикъ. Конгломераты встрѣчаются, впрочемъ, и въ самыхъ древнихъ образованіяхъ. Таковъ гнейсовый конгломератъ гуронской системы, развитый на сѣверѣ Россіи и состоящій изъ обломковъ гнейса, соединенныхъ плотнымъ кремнистымъ цементомъ.

Сѣровакковый конгломератъ, или сѣрая вакка, состоитъ изъ закругленныхъ обломковъ кварца, глинистаго и кремнистаго сланца, зеренъ полевого шпата, листочковъ слюды, крѣпко связанныхъ кремнистымъ или кремнево-глинистымъ цементомъ, съ мелкими частицами антрацита, отъ чего и зависитъ темно-сѣрый цвѣтъ всей породы. Сѣрая вакка играетъ значительную роль въ отложеніяхъ силурийской, девонской и нижней каменноугольной системъ въ Богеміи, Фохтландѣ, Тюрингіи, Вестфаліи и проч.

Брекчіи состоятъ изъ угловатыхъ, острыхъ обломковъ какого-нибудь минерала или горной породы, плотно связанныхъ цементомъ.

По способу происхожденія различаютъ: брекчіи намывные, брекчіи тренія и вулканическія брекчіи.

Брекчіи намывные состоятъ изъ снесенныхъ водою обломковъ горныхъ породъ, химически или механически цементированныхъ; онѣ находятся въ тѣсной связи съ конгломератами, въ которые и переходятъ чрезъ закругленіе угловъ и реберъ обломковъ. Какъ конгломераты, такъ и брекчіи различаются преимущественно по петрографическому характеру обломковъ и цемента. Поэтому различаютъ діоритовыя, диабазовыя, известняковыя, гнейсовыя, трахитовыя, базальтовыя и другія брекчіи съ глинистымъ, кремнистымъ, желѣзистымъ, известковымъ и пр. цементомъ. Кромѣ того, брекчіи бываютъ простыя, состоящія изъ цементированныхъ обломковъ одной какой-либо породы, и сложныя, состоящія изъ обломковъ нѣсколькихъ породъ.

Интересна брекчія, развитая въ Бразиліи въ провинціи Минасъ-Жеразъ и называемая топанхоанканга; она состоитъ изъ угловатыхъ обломковъ (до фута величиною) магнитнаго и бураго желѣзняковъ и желѣзнаго блеска, связанныхъ желѣзистымъ цементомъ. Въ видѣ случайныхъ включеній, встрѣчаются въ ней золото, топазы, алмазы и проч.

Костяными брекчіями называютъ брекчіи, состоящія изъ обломковъ известняковъ, осколковъ раковинъ, но главнымъ образомъ изъ костей и зубовъ позвоночныхъ животныхъ, болѣе или менѣе крѣпко связанныхъ желѣзистымъ, песчано-глинистымъ или же песчано-известковымъ цементомъ. Подобныя брекчіи, состоящія изъ костей *Ursus spelaeus* и *Hyaeua spelaeus*, встрѣчается въ пещерахъ Муггендорфа, въ Адель-

сбергскомъ гротѣ и въ другихъ мѣстахъ. Брекчія, состоящая изъ обломковъ костей, зубовъ рыбъ и пресмыкающихся, называется бонебедъ и составляетъ слой между отложениями кейпера и лейаса въ Швабин, Тюрингін, Ганноверѣ и пр.; эта брекчія встрѣчается также въ верхнемъ силурийскомъ ярусѣ Англии, гдѣ она состоитъ преимущественно изъ остатковъ рыбъ.

Брекчіи тренія образуются въ такомъ случаѣ, когда, вслѣдствіе движенія стѣны какой-нибудь трещины, отламываются куски горной породы, которые затѣмъ цементируются минеральными осадками, приносимыми циркулирующей водой. Къ такимъ брекчіямъ принадлежитъ кварцевая брекчія, состоящая изъ обломковъ кварца и роговика, плотно связанныхъ кварцевымъ и желѣзисто-кремневымъ цементомъ; промежутки между обломками очень часто выполнены кристаллами кварца, аметиста, желѣзнаго блеска. Подобная брекчія очень распространена въ Рудныхъ горахъ.

Вулканическія брекчіи (брекчіи контакта) образуются изъ угловатыхъ обломковъ горныхъ породъ, связанныхъ изверженнымъ, кристаллическимъ цементомъ. Возможны два случая происхожденія подобныхъ брекчій: или обломки были оторваны отъ сосѣднихъ горныхъ породъ изверженной массой и, слѣдовательно, явились посторонними включениями въ застывшей изверженной породѣ, или же обломки произошли отъ разрушенія только-что затвердѣвшаго поверхностнаго слоя изверженной породы при напорѣ на нее новой, еще расплавленной массы. Въ послѣднемъ случаѣ матеріалъ обломковъ и цемента совершенно одинаковъ и отличается только по величинѣ кристалловъ (шпирь). Такія брекчіи представляютъ большое разнообразіе. Въ Олонецкой губерніи, въ окрестностяхъ с. Соломеннаго, развита такъ называемая „соломенская брекчія“, состоящая, главнымъ образомъ, изъ обломковъ глинистыхъ сланцевъ, частью гранита, гнейса, кварца и др., связанныхъ изверженною массою авгитоваго порфирита.

Глинистыя породы.

Глинистыя породы обладаютъ землистымъ, однороднымъ-вѣшнимъ видомъ, состоятъ изъ мелкихъ зеренъ и чешуекъ, результатовъ вывѣтриванія преимущественно богатыхъ полевыми шпатами горныхъ породъ.

Каолинъ представляетъ рассыпчатую массу, окрашенную преимущественно въ бѣловатыя, желтоватыя и красноватыя цвѣта; онъ состоитъ изъ мельчайшихъ, пылеобразныхъ земляныхъ частичекъ, очень часто также шестиугольныхъ кристаллическихъ чешуекъ съ перламутровымъ блескомъ. Каолинъ по своему составу есть водная кремнекислая соль глинозема, но въ такомъ чистомъ видѣ онъ встрѣчается весьма рѣдко; обыкновенно къ нему примѣшиваются другія вещества, между которыми почти постоянно встрѣчаются листочки слюды и зерна кварца. При отмучиваніи по способу Шлѣзинга, каолинъ возможно разбить на четыре порціи съ различнымъ содержаніемъ воды.

Каолинъ есть конечный продуктъ разрушенія полевого шпата; вода,

насыщенная углекислотою, отнимаетъ щелочи и щелочныя земли, оставляя глиноземъ съ большею или меньшею примѣскою песка. Граниты, гнейсы и порфиры, содержащія значительное количество полевыхъ шпатовъ, доставляютъ главный матеріалъ для образованія каолина и, дѣйствительно, области распространенія этихъ породъ представляютъ въ то же время мѣсторожденія каолина, напр., Карлсбадъ въ Богеміи, Шнеебергъ въ Саксоніи. Въ Россіи, въ гранитовой полосѣ Днѣпра и Днѣстра, точно также находятся значительныя залежи каолина, напр., въ Глуховскомъ уѣздѣ Черниговской губерніи, въ окрестностяхъ с. Полошекъ. Этотъ каолинъ снѣжно-бѣлаго, иногда бѣловатаго цвѣта, въ сухомъ видѣ представляетъ плотную, мягкую однородную массу, онъ жиренъ на ощупь, весьма пластиченъ и сильно поглощаетъ воду; при микроскопическомъ изслѣдованіи состоитъ главнымъ образомъ изъ полупрозрачныхъ хлопьевидныхъ чешуекъ и мелкихъ неправильныхъ пластинокъ; кромѣ того, изрѣдка попадаются мельчайшія угловатая зерна кварца.

Глина. Сухая глина представляетъ землистый видъ и растирается въ нѣжный порошокъ; въ этомъ сухомъ состояніи она липнетъ къ языку и при дыханіи на нее издаетъ своеобразный запахъ, весьма характерный для глинистыхъ породъ. Влажная глина представляетъ пластичную массу бѣлаго, сѣраго, желтовато-зеленаго, бураго или голубого цвѣта. Глина образована водными силикатами глинозема, заключающими слѣды углекислой извести и магнезій, а также окиси желѣза и марганца и представляетъ собою продуктъ разложенія полевошпатовыхъ и другихъ сложныхъ породъ. Какъ случайныя примѣси въ глинахъ, являются кристаллы и группы: сѣрнаго колчедана, марказита и гипса, конкрецій сферосидерита, глинистаго желѣзняка и мергеля, а также весьма часто встрѣчаются въ нихъ органическія вещества. Въ глинахъ различаютъ слѣдующія разности:

Горшечная глина, наиболѣе чистая разность, бѣлаго или свѣтлаго сѣровато-голубого цвѣта; очень пластична, при обжиганіи принимаетъ красный цвѣтъ.

Желѣзистая и слюдяная глина содержитъ или большое количество окиси желѣза, причѣмъ является желтою или красно-бурою, или очень богата листочками слюды.

Смолистая глина—отъ темно-сѣраго до чернаго цвѣта, при прокалываніи бѣлѣетъ.

Соленосная глина—смолистая глина, пропитанная поваренною солью. Въ большинствѣ случаевъ сопровождается мѣсторожденіемъ каменной соли.

Квасцовая глина—смолистая глина, содержащая въ своей массѣ частички сѣрнаго колчедана.

Септаріевая глина—содержащая большое количество известковыхъ или рухляковыхъ септарій.

Базальтическая глина—представляетъ продуктъ окончательнаго разложенія базальта, отъ котораго сохранились только водные силикаты глинозема.

Сукновальная глина—землистая, нѣсколько жирная и въ чертѣ блестящая, непластичная, но размягчающаяся въ водѣ, желтовато-зеленая до оливково-зеленаго цвѣта. Происходитъ отъ разложенія діабазовъ и габбро.

Глины встрѣчаются во всѣхъ геологическихъ образованіяхъ отъ древнѣйшихъ до новѣйшихъ включительно, хотя по преимуществу составляютъ принадлежность болѣе новыхъ отложеній. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ глина

содержитъ хорошо сохраненныя окаменѣлости и иногда даже, какъ по геологическому возрасту, такъ и по ископаемымъ, получаетъ свое наименованіе, напр., велдская глина, орнатовая глина и т. д.

Суглинокъ. Примѣсь къ глинѣ тонкаго кварцеваго песка и литочковъ слюды, а равно и окиси желѣза, обуславливаетъ образованіе суглинка.

Продукты вывѣтриванія гранитовыхъ породъ въ тропическихъ странахъ (высокая температура и богатство атмосферными осадками) получили названіе латерита. Это яркокраснаго цвѣта рыхлая масса, потерявшая болѣе или менѣе совершенно щелочи и щелочныя земли; по химическому составу латериты представляютъ колеблющееся количество кремнезема, къ которому присоединенъ кварцевый песокъ съ гидраргиллитомъ $[Al(OH)^3]$ и лимонитомъ. Латериты сопоставляютъ съ бокситомъ — продуктомъ вывѣтриванія базальтовъ.



Фиг. 238. Вертикальность стѣнъ въ лёссѣ (Рихтгофенъ).

Лёссъ — представляетъ суглинокъ, содержащій углекислую известь. Эта послѣдняя встрѣчается въ крайне разнообразномъ количествѣ, то равномерно разсѣянною въ массѣ, то образуетъ известковыя конкреціи, весьма рельефно обнаруживающіяся своимъ бѣлымъ цвѣтомъ на свѣтложелтоватомъ фонѣ лёсса; вотъ почему у русскаго народа эта порода известна подъ именемъ бѣлоглазки. Отличительною чертою лёсса является его способность долго выдерживать вертикальность стѣнъ въ своихъ разрѣзахъ (фиг. 238).

Если относительно глины и суглинка не можетъ представляться сомнѣнія въ способѣ ихъ происхожденія, то лёссъ вызывалъ и вызываетъ по настоящее время разнообразныя гипотезы. Одни смотрятъ на него, какъ на поверхностный продуктъ разрушенія мѣстныхъ горныхъ породъ, другіе видятъ въ немъ исключительно прѣсноводное отложеніе, третьи смотрятъ на лёссъ, какъ на образованіе, обязанное своимъ происхожденіемъ атмосферѣ, и наконецъ, четвертые видятъ въ лёссѣ породу, происшедшую отъ сортировки водою поддоной морены ледника и выноса и отложенія мелкаго матеріала этой послѣдней. Такое разнообразіе взглядовъ обуславливается тѣмъ, что каждый отдѣльный наблюдатель принимаетъ только известныя факты и на основаніи только ихъ старается какимъ-либо однимъ способомъ объяснить происхожденіе лёсса, тогда какъ природа, повидимому, указываетъ и въ настоящее время нѣсколько возможныхъ случаевъ его образованія. Наиболѣе значительныя площади этой горной породы, занятая ею въ средней и южной Россіи, повидимому, главнымъ образомъ обязаны наносамъ нѣкогда бывшихъ ледниковъ; впрочемъ, объ этомъ будетъ сказано подробнѣе далѣе.

Черноземъ нѣкоторые ученые также относятъ къ горнымъ породамъ, по близости его минералогическаго состава къ лёссу, хотя въ настоящее время подъ именемъ чернозема понимаютъ растительно-наземную почву, толщина которой не менѣе 2 футовъ, а среднее содержаніе гумуса колеблется отъ 4,5 до 9,5%; строеніе ея зернистое, какъ говорятъ, крушчатое, цвѣтъ темный съ различными оттѣнками и интенсивностью. По всѣмъ имѣющимся анализамъ, русскій черноземъ содержитъ въ

себѣ цеолитовъ, по крайней мѣрѣ, въ два-три раза болѣе чѣмъ типичныя дерновыя почвы сѣверной Россіи; его подпочву повсемѣстно составляетъ или характерный лёссъ, или же лёссовидный валунный суглинокъ. До сихъ поръ выяснились два главныхъ типа русскаго чернозема: одинъ изъ нихъ (центральная и заволжская Россія) содержитъ въ себѣ 42% песку и 36% глины, другой—(юго-западная Россія) 68% песку и 16% глины. Тотъ и другой черноземъ распространены въ видѣ отдѣльныхъ изогумусовыхъ полосъ (вытянутыхъ съ ЮЗ на СВ) въ южной и частью въ средней Россіи.

По новѣйшимъ изслѣдованіямъ оказывается, что ни гипотеза воднаго происхожденія разсматриваемой почвы (Палласъ, Мурчисонъ), ни гипотеза болотнаго ея образованія (Эйхвальдъ, Вангенгеймъ фонъ-Кваленъ) не соответствуютъ дѣйствительности; напротивъ, теорія мѣстнаго наземно-растительнаго образованія русскаго чернозема, предложенная впервые Гюльденштедтомъ и Эверсманномъ, развитая потомъ Рупрехтомъ, можетъ считаться теперь, послѣ работы Докучаева, окончательно установленной; по опредѣленію послѣдняго автора, русскій черноземъ есть результатъ совокупной дѣятельности: грунта, мѣстнаго климата, мѣстныхъ организмовъ и рельефа мѣстности; гдѣ эти почвообразователи однохарактерны, — тамъ будетъ идентиченъ и черноземъ; но разъ одинъ изъ упомянутыхъ факторовъ различенъ, неизбѣжно будутъ разнообразиться и черноземныя почвы.

Сланцеватая глина является мягкой, слоистой горною породою, образованною уплотненною глиною, съ мелкими листочками слюды, и зернами кварца. Подъ микроскопомъ, рядомъ съ обломками горныхъ породъ, въ ней встрѣчаются и кристаллическія выдѣленія: кристаллиты роговой обманки, чешуйки мусковита, частички кварца, листочки желѣзнаго блеска и неопредѣленнаго состава, бураго или зеленаго цвѣта, микроскопическія иглообразныя скопленія. Всѣ эти вещества располагаются параллельно сланцеватости породы; промежуточное или связующее вещество играетъ главную роль въ сланцеватыхъ глинахъ. Эта порода обыкновенно отъ сѣраго до чернаго цвѣта и нерѣдко содержитъ остатки растений и животныхъ, а равно и сѣрный колчеданъ. Красныя и пестрыя сланцеватыя глины, богатая пескомъ, получаютъ названіе сланцеватыхъ суглинковъ, а содержація смолистыя вещества называютъ горючими сланцами. Сланцеватыя глины — слоистыя породы съ вполне отчетливою сланцеватостью; онѣ переслаиваются съ известняками, песчаниками и т. д. и встрѣчаются среди довольно разнообразныхъ геологическихъ образованій.

Глинистый сланецъ есть вполне ясная сланцеватая, твердая, глинистая порода, сѣраго или чернаго цвѣта, окрашенная или углеродомъ, или окислами желѣза въ желтый, зеленый и красный цвѣтъ. Онъ однороденъ и некристалличенъ, обыкновенно содержитъ кристаллы сѣраго колчедана и конкреціи, гнѣзда и жилы кварца, желваки кальцита и остатки организмовъ. Подъ микроскопомъ многіе древніе глинистые сланцы обнаруживаютъ, кромѣ обломочныхъ составныхъ частей, еще и кристаллическія, играющія весьма видную роль въ горной породѣ. Такими микрокристаллическими частями являются: желтовато-бурыя иглы рутила, располагающіяся параллельно сланцеватости, зеленоватые или желтоватые листочки слюды, чешуйки известковаго шпата, овальныя или круглыя зерна кварца съ многочисленными включеніями жидкости. Глинистый сланецъ богатъ побочными минералами и въ немъ различаютъ нѣсколько разновидностей:

Кровельный и аспидный сланецъ — типичная разность глинистаго сланца, легко раскалывающаяся на тонкія пластинки. Различіе между тѣмъ и другимъ основано на цвѣтѣ: первый—сѣраго, второй—чернаго цвѣта.

Грифельный сланецъ, вслѣдствіе присутствія въ породѣ двухъ направлений сланцеватости, пересѣкающихся подъ различными углами, легко раскалывается на удлинённые столбики.

Точильный сланецъ желтоватаго или зеленовато-сѣраго цвѣта, богатъ кремнеземомъ.

Рисовальный сланецъ мягкій, черный, съ большимъ содержаніемъ углерода.

Квасцовый сланецъ чернаго цвѣта, отъ содержанія углерода; довольно богатъ сѣрнымъ колчеданомъ.

Сѣровакковый сланецъ и плотная сѣрая вакка. Плотная, мелко-зернистая и сланцеватая разность сѣрой вакки, иногда съ большимъ содержаніемъ слюды.

Глинистые сланцы представляютъ вполне слоистую породу и обыкновенно переслаиваются съ кремнистыми сланцами, песчаниками, известняками и т. д. Область развитія ихъ по преимуществу палеозойскія образованія и, какъ рѣдкость, ихъ находятъ въ болѣе новыхъ. Сланцеватость то идетъ по направленію слоистости, то пересѣкаетъ ее подъ какимъ-либо угломъ. Между главными представителями глинистыхъ породъ, т.-е. глиною, сланцеватою глиною, глинистымъ и глинисто-слюдянымъ сланцемъ (филлитомъ) наблюдается рядъ постепенныхъ переходовъ, вполне отвѣчающихъ и распредѣленію глинистыхъ породъ во времени. Глинисто-слюдяные сланцы — наидревнѣйшія, глины — новѣйшія горныя породы.

Т у ф ы.

Туфы частью представляютъ отвердѣвшія, разрушенныя массы вулканической грязи, частью смѣсь различныхъ породъ, матеріаломъ для которыхъ послужили вулканической песокъ, пепель, лапилли, смытые дѣйствіемъ воды въ одно мѣсто, уплотнившіеся и иногда сильно разрушенныя и цементированныя.

Порфировый туфъ представляетъ плотную, въ изломѣ землистую или зернистую, частью пористую породу, окрашенную въ различные цвѣта. Онъ состоитъ изъ скопленія болѣе или менѣе вывѣтрившихся порфировыхъ, мелкихъ или грубыхъ продуктовъ разрушенія; нерѣдко онъ заключаетъ зерна и кристаллы кварца, полевого шпата, листочки слюды, также окремненные стволы деревьевъ. Тонкослоистые порфировые туфы встрѣчаются въ бассейнѣ Рудныхъ горъ, также у Хемница, Фробурга, и проч.

Зеленокаменный туфъ является плотнымъ, въ изломѣ землистымъ агрегатомъ болѣе или менѣе мелкихъ частицъ разрушенныхъ диабазовъ и діоритовъ; въ немъ можно различить кусочки роговой обманки, авгита, плагиоклаза, проникнутые углекислою известью; поэтому по преобладанію тѣхъ или другихъ минераловъ различаютъ туфы диабазовый и діоритовый. Нерѣдко зеленокаменные туфы содержатъ органическіе остатки (напр., туфы девонской системы близъ Планшвица въ Саксоніи). Отъ присоединенія къ ихъ составу глинистыхъ примѣсей,

они переходятъ въ сѣрвакковый сланецъ, образующій, напр., въ саксонскомъ Фохтландѣ и Девоншейрѣ, мощные слои между силурійскими и девонскими породами.

Если въ составнымъ частямъ діабазоваго туфа, проникнутымъ углекислою известью, примѣшивается известковый или глинистый иль, то получается шальштейнъ. Основная масса его землиста, сланцевата, окрашена въ зеленый, сѣрый, желтоватый, красноватый цвѣта, или же является пестрой; она проникнута углекислой известью съ листочками хлорита. Въ основной массѣ находятся куски глинистаго сланца, рѣдкіе кристаллы и зерна полевого шпата, иногда цѣлыя гнѣзда известковаго шпата. Отъ вывѣтриванія углекислой извести шальштейны принимаютъ пористый видъ. Различаютъ нѣсколько разновидностей шальштейна: нормальный, миндалевидный, порфириовидный (отъ вкрапленныхъ кристалловъ лабрадора) и проч. Вообще можно сказать, что шальштейнъ — порода древняя, сильно измѣненная гидрохимическими процессами; онъ стоитъ въ тѣсной связи, съ одной стороны, съ діабазами, съ другой — девонскими породами (Нассау, Гарцъ, Богемія).

Трахитовые и базальтовые туфы. — Трахитовый туфъ является то рыхлымъ, то плотнымъ, состоящимъ изъ измельченнаго, отчасти разложившагося трахита; онъ бываетъ землистымъ или зернистымъ, иногда даже является въ видѣ песчаниковъ и мелкой брекчии. Въ трахитовомъ туфѣ встрѣчаются нерѣдко кристаллы санидина, роговой обманки, магнитнаго желѣзняка, иногда обломки другихъ породъ, также остатки растений, гнѣзда опала. Трахитовый туфъ обыкновенно свѣтло-сѣраго или свѣтло-желтаго цвѣта.

Близко къ трахитовому туфу стоитъ фонолитовый, состоящій изъ землистой основной массы, которая содержитъ вывѣтрившіяся обломки фонолита, кристаллы санидина, авгита, роговой обманки, слюды.

Пемзовый туфъ состоитъ изъ истертыхъ частицъ пемзы, соединенныхъ въ землистую или плотную массу обыкновенно свѣтло-желтаго или сѣрватаго цвѣта; содержитъ часто кристаллы санидина, граната, листочки слюды. Разновидность этого туфа, заключающая куски пемзы, базальта, сѣрой вакки, глинистаго сланца, кристаллы санидина, роговой обманки, авгита, гаюина, наконецъ, обугленные остатки растений, называется трассомъ и развита въ окрестностяхъ Лахерскаго озера.

Базальтовый туфъ образованъ измельченными и разрушенными частицами базальта, между которыми видны куски того же базальта, кристаллы полевого шпата, авгита, оливина, слюды, магнитнаго желѣзняка и проч., затѣмъ жилы и гнѣзда известковаго шпата, арагонита, цеолитовъ и даже органическіе остатки. Слоистый базальтовый туфъ, заключающій частицы и угловатыя зерна палагонита, называется палагонитовымъ туфомъ.

Наконецъ, слѣдуетъ замѣтить еще пеперияъ — мелко-зернистый мягкій туфъ, грязнаго сѣро-бураго цвѣта; состоитъ изъ угловатыхъ обломковъ бѣлаго зернистаго известняка, базальта, лейцитифира, кристалловъ авгита, слюды, лейцита, магнитнаго желѣзняка. Этотъ туфъ образуетъ мощныя отложенія въ Альбанскихъ горахъ.

ПРОИСХОЖДЕНІЕ И МЕТАМОРФИЗМЪ ГОРНЫХЪ ПОРОДЪ.

Происхождение горныхъ породъ.

Происхождение той или другой горной породы немислимо безъ участія одного изъ трехъ главныхъ дѣятелей: атмосферы, воды и вулканизма. Дѣятельность атмосферы такъ одностороння, ея образованія занимаютъ такія незначительныя пространства, что при разсмотрѣннй общаго вопроса о происхожденіи горныхъ породъ, атмосферная дѣятельность можетъ быть оставлена безъ особеннаго вниманія, тѣмъ болѣе еще и потому, что о ея дѣятельности уже было говорено въ динамической геологіи. При обзорѣ горныхъ породъ, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, уже былъ разсмотрѣнъ способъ ихъ происхожденія; здѣсь же, какъ на основаніи состава породъ, такъ и данныхъ динамической геологіи, можно свести въ одно цѣлое или сгруппировать всѣ извѣстные случаи образованія горныхъ породъ.

Въ зависимости отъ того, будетъ ли принимать участіе въ образованіи горной породы вода или вулканизмъ, породы могутъ быть по происхожденію осадочными или изверженными.

Осадочныя горныя породы представляютъ слоистыя массы, содержащія ископаемые остатки. Характернымъ признакомъ является сортировка или отмученность составляющаго ихъ матеріала и такая особенность исключительно обязана водѣ въ жидкомъ состояніи. Точно такъ же только дѣятельностью воды объясняются отпечатки волнъ и дождевыхъ капель на поверхности слоевъ. При изученіи осадочныхъ породъ должно различать нѣсколько возможныхъ случаевъ ихъ происхожденія:

1. Вода ключей или источниковъ, при своемъ выходѣ на дневную поверхность, можетъ отлагать осадокъ, обусловленный или испареніемъ воды ключа или прямымъ отложеніемъ осадка изъ воды, или выдѣленіемъ его подъ вліяніемъ окисленія. Такимъ путемъ образуются известковые и кремнистые туфы, травертино, бурые желѣзняки и т. д.

2. Текущая по земной поверхности вода механически увлекаетъ обломки горныхъ породъ, измельчаетъ ихъ и отлагаетъ или по пути своего теченія, или выноситъ въ болѣе крупныя бассейны. Такимъ путемъ образуются: галечникъ, пески, глины, нѣкоторыя туфы и т. д.

3. Вода закрытыхъ морскихъ бассейновъ и соляныхъ озеръ, подъ вліяніемъ испаренія, можетъ принять болѣе сильную концентрацію и достигнуть, наконецъ, такой степени сгущенія, что изъ нея стануть выдѣляться растворенныя минеральныя вещества. Такимъ способомъ образуется каменная соль; гипсъ и т. п.

4. Въ водѣ морей и океановъ встрѣчаются въ изобиліи организмы, какъ растительнаго, такъ и животнаго царства; смерть организмовъ можетъ повлечь за собою скопленіе ихъ остатковъ въ болѣе или менѣе зна-

чительныхъ массахъ и дать возможность образованія горныхъ породъ, состоящихъ какъ изъ остатковъ животныхъ организмовъ (зоогеновыя породы), такъ и изъ растительныхъ остатковъ (фитогеновыя породы). Къ первымъ относятъ известняки, ко вторымъ — нѣкоторые известняки, горную муку и разнообразныя породы углерода.

Если въ настоящее время для объясненія происхожденія осадочныхъ горныхъ породъ возможно допустить до четырехъ основныхъ способовъ происхожденія, то не слѣдуетъ забывать, что рядомъ съ этимъ является возможность образованія тѣхъ же осадочныхъ породъ и смѣшанными способами. При отложеніи горныхъ породъ въ закрытыхъ бассейнахъ путемъ испаренія воды, конечно, вполне возможенъ случай, что одновременно въ томъ же бассейнѣ могутъ отлагаться и минеральные вещества изъ механически-взвѣшеннаго состоянія. Такимъ способомъ, напримѣръ, возможно объяснить происхожденіе соленосныхъ глинъ или песковъ. Точно также при скопленіи скорлупъ и раковинъ морскихъ организмовъ на днѣ воднаго бассейна одновременно могутъ происходить отложенія механически-взвѣшеннаго матеріала. Этимъ способомъ можно объяснить происхожденіе рухляковъ и т. д.

Вода въ твердомъ состояніи, какъ о томъ было сказано при обзорѣ ледниковъ, также можетъ обусловить значительное скопленіе твердаго матеріала. Впрочемъ, указанный выше (стр. 114), особенный его характеръ даетъ полную возможность отличать такія горныя породы, какъ отъ типичныхъ осадочныхъ, т.-е. образовавшихся при участіи воды въ жидкомъ состояніи, такъ и отъ породъ изверженныхъ.

§ 4 Изверженныя горныя породы извѣстны также подъ названіемъ массивныхъ. Последнее наименованіе показываетъ, что всѣ такія породы лишены слоистости. Онѣ произошли изъ расплавленныхъ, огненно-жидкихъ массъ. Изъ динамической геологіи извѣстно, что такія расплавленныя массы содержатъ большое количество воды въ перегрѣтомъ состояніи, а потому должно допустить, что при образованіи этихъ породъ принимаютъ участіе и пары воды, а равно и другіе газы. Эта мысль подтверждается еще тѣмъ, что во многихъ минералахъ, образующихъ изверженныя горныя породы, найдены не только газообразныя включенія, но и поры, занятыя жидкостью. Такъ же, какъ для породъ осадочныхъ, и для изверженныхъ можно привести нѣсколько особенно характерныхъ признаковъ, дающихъ возможность отличить эти горныя породы отъ всѣхъ другихъ. Такими признаками будутъ:

1. Массивное ихъ строеніе, исключющее присутствіе въ породѣ слоистости.
2. Отсутствие организованныхъ остатковъ.
3. Флюидальное строеніе, наблюдаемое по преимуществу въ стекловатыхъ и полустекловатыхъ породахъ, напримѣръ, въ обсидіанѣ, смоляномъ камнѣ, и микрофлюидальное строеніе, наблюдаемое въ основныхъ массахъ базальтовъ, мелафировъ и др.
4. Пузыристая, шлаковидная и миндалевидная структура или строеніе.

5. Различіе въ величинѣ зерна горной породы и уменьшеніе его въ поверхности охлажденія, а иногда даже переходъ къ стекловатой структурѣ.

6. Стекловатая основная масса и стекловатые включенія.

7. Образованіе трещинъ въ сосѣднихъ горныхъ породахъ, прониканіе въ нихъ расплавленныхъ массъ и включенія кусковъ сосѣдней породы.

8. Залеганіе породы въ формѣ жилъ, штоковъ, куполовъ, лакколитовъ, покрововъ и потоковъ.

9. Дѣйствіе такихъ породъ въ мѣстѣ соприкосновенія на другія и появленіе на этихъ послѣднихъ глазури, остеклованія, сплавленія, коксованія (послѣднее въ случаѣ соприкосновенія изверженной породы съ породами углерода) и измѣненія цвѣта.

10. Въ рѣдкихъ случаяхъ нарушеніе въ напластованіи сосѣднихъ породъ.

11. Столчатая и сфероидальная отдѣльности.

Конечно, всѣ эти признаки изверженныхъ горныхъ породъ можно встрѣтить только въ ряду болѣе новыхъ геологическихъ образованій, потому что съ теченіемъ времени нѣкоторые изъ нихъ могутъ быть сглажены временемъ и связанными съ нимъ процессами видоизмѣненій. Такія породы, какъ базальты, трахиты и фонолиты сохранили еще и до сихъ поръ, часто во всей неприкосновенности, большую часть вышеуказанныхъ признаковъ; вотъ, между прочимъ, почему за такими породами принято сохранять наименованіе новѣйшихъ изверженныхъ горныхъ породъ. Значительно труднѣе доказать изверженный характеръ древнихъ горныхъ породъ, каковы: діориты, діабазы и т. д. Въ прежнее время такія древнія изверженныя горныя породы называли плутоническими, понимая подъ такимъ наименованіемъ изверженныя породы, происшедшія подобно лавамъ, но отвердѣвшія подъ значительнымъ давленіемъ. Въ настоящее время такія горныя породы (см. стр. 374) извѣстны подъ именемъ глубинныхъ, или интрузивныхъ, изверженныхъ горныхъ породъ; относительно ихъ полагаютъ, что онѣ тоже принадлежатъ къ породамъ вулканическимъ, но только не достигшимъ дневной поверхности, а выполнившимъ собою пустоты, лежація на глубинахъ, а потому остывавшимъ медленно и подъ значительнымъ давленіемъ. Трудность доказательства изверженнаго происхожденія такихъ породъ обусловлена какъ уничтоженіемъ отъ размыванія той первоначальной формы, которую имѣла горная порода, такъ и процессами минеральной жизни, значительно повліявшими на измѣненіе отдѣльныхъ минераловъ, образующихъ горную породу.

Метаморфизмъ.

Рядомъ съ породами осадочными и изверженными, въ различныхъ геологическихъ образованіяхъ встрѣчаются еще и такія, которыя, сохраняя только нѣкоторые признаки, свойственные тѣмъ или другимъ

изъ вышеупомянутыхъ горныхъ породъ, въ то же время представляютъ и весьма рѣзкое отъ нихъ отличіе. Для примѣра можно указать на гнейсы, слюдяные, тальковые, хлоритовые и др. сланцы, которые, представляя составъ, какъ, напр., гнейсъ, совершенно тождественный съ гранитомъ, въ то же время являются породами слоистыми, т.-е. съ признаками осадочной породы; или, какъ слюдяные, хлоритовые и другіе сланцы, которые, являясь породами вполне слоистыми, въ то же время содержатъ отдѣльные, вкрапленные въ горную породу, минералы, часто свойственные изверженнымъ породамъ. Аналогичныхъ образованій въ настоящую геологическую эпоху въ природѣ не встрѣчается, а потому естественно, что вопросъ о происхожденіи такихъ породъ вызывалъ и вызываетъ по настоящее время довольно оживленные и разнообразные споры.

Одинъ изъ первыхъ изслѣдователей этой группы горныхъ породъ, извѣстный Вернеръ, при первомъ соприкосновеніи съ мощною толщею гнейсовъ и слѣдующихъ за ними слюдяныхъ, глинистыхъ и другихъ сланцевъ, не могъ, конечно, удовольствоваться только однимъ опредѣленіемъ взаимныхъ отношеній этихъ толщъ другъ къ другу, но первый попытался дать объясненіе и способа ихъ происхожденія. По его объясненію, земля произошла изъ расплавленной огненно-жидкой массы; при извѣстной степени ея охлажденія водяные пары образовали вокругъ земного шара одинъ непрерывный океанъ, состоящій изъ нагрѣтой воды и потому могущій содержать въ растворѣ въ разнообразныхъ количествахъ различныя минеральныя вещества. Условія растворимости, въ силу постепеннаго охлажденія этого первобытнаго моря, должны были измѣняться, т.-е. растворимость постепенно уменьшалась, и изъ воды стали отлагаться въ кристаллическомъ состояніи минералы, образующіе гнейсы, слюдяные и другіе сланцы. Процессы химическіе должны были мало-по-малу уступить мѣсто процессамъ механическимъ, а потому за отложеніями гранитовъ, гнейсовъ и слюдяныхъ сланцевъ слѣдуетъ отложеніе первоначально древнѣйшихъ, а потомъ болѣе новыхъ глинистыхъ сланцевъ. Вотъ почему, по мѣрѣ удаленія отъ древнѣйшихъ гнейсовъ къ новѣйшимъ глинистымъ сланцамъ, постепенно приходится переходить отъ типичныхъ кристаллическихъ образованій къ образованіямъ механическимъ или, по крайней мѣрѣ, къ такимъ, которыя по типу своего строенія наиболѣе приближаются къ механическимъ отложеніямъ настоящаго времени. На этомъ основаніи Вернеръ смотрѣлъ на всю группу древнѣйшихъ горныхъ породъ, относимыхъ нынѣ къ лаврентьевской и гуронской системамъ, какъ на породы, сохранившія со временъ глубокой древности тотъ же самый характеръ, какой онѣ имѣли при своемъ образованіи, т.-е., какъ на породы первоначальнаго петрографическаго характера.

Энергичнымъ оппонентомъ гипотезы Вернера явился Гюттонъ; этотъ ученый, въ противоположность Вернеру, училъ, что большинство такихъ породъ, какъ граниты и траппы — породы вулканическія и изливались на земную поверхность въ расплавленномъ состояніи въ различ-

ныя времена, въ различныхъ частяхъ земной поверхности, и что гнейсы и разнообразныя кристаллическія сланцы, называемыя первичными, не представляютъ химическаго, или смѣшаннаго съ механическимъ, осадка первичнаго океана, а суть обыкновенныя механическія отложенія, измѣненныя внутреннимъ жаромъ земли. Здѣсь, слѣдовательно, съ одной стороны, Гюттонъ проводилъ въ широкомъ значеніи вулканизмъ, съ другой стороны, онъ первый призналъ въ гнейсахъ и кристаллическихъ сланцахъ метаморфическія породы, т.-е. такія, которыя претерпѣли извѣстнаго рода видоизмѣненія подъ вліяніемъ позднѣйшихъ явленій. Одною изъ главныхъ причинъ для возраженія противъ гипотезы Вернера послужило совмѣстное нахожденіе въ гранитахъ и гнейсахъ столь различно растворимыхъ въ водѣ минераловъ, какъ полевоы шпаты, слюда и кварцъ. По мнѣнію Гюттона, совмѣстное образованіе всѣхъ этихъ минераловъ изъ водныхъ растворовъ немисливо, ибо степень растворенія ихъ въ водѣ различна, а потому должно было бы встрѣтить не смѣсь всѣхъ этихъ минераловъ вмѣстѣ, а отдѣльные слои, составленные только отдѣльными минералами, чего въ дѣйствительности не встрѣчается. Это возраженіе породило споръ между сторонниками Вернера и Гюттона, извѣстный подъ именемъ спора нештунистовъ съ вулканистами, представившій такое разнообразіе взглядовъ на образованіе древнихъ горныхъ породъ.

Науманъ, разбирая вопросъ о происхожденіи гнейсовъ и кристаллическихъ сланцевъ, говоритъ, что ихъ образованіе уже предполагаетъ необходимость допущенія того матеріала, изъ котораго они образовались, а равно и того основанія, на которомъ они отлагались. Но такъ какъ, кромѣ указанной группы, болѣе древнихъ породъ неизвѣстно, то поэтому Науманъ и допускаетъ, что такую первоначальную почву и были гнейсы и кристаллическія сланцы, которые онъ и называетъ первичными образованіями.

Изъ ряда гипотезъ, нашедшихъ себѣ или подтвержденіе, или опроверженіе въ экспериментальныхъ методахъ изслѣдованія, можно привести нѣсколько категорій. Впрочемъ, раньше необходимо указать на тѣ факты, которые служатъ нѣкоторымъ геологамъ какъ бы неопровержимыми данными противъ принятія какого бы то ни было метаморфизма и заставляютъ ихъ видѣть въ гнейсахъ и кристаллическихъ сланцахъ породы первоначальныя, т.-е. образовавшіяся съ тѣмъ же характеромъ, съ какимъ ихъ встрѣчаютъ въ настоящее время; такіе ученые являютя не только сторонниками гипотезы Вернера, но и дальнѣйшими ея развивателями. Однимъ изъ данныхъ служитъ нахожденіе всюду подъ кембрійскими образованіями совершенно однородной толщи слоевъ, состоящей внизу изъ гнейса, вверху изъ сланцевъ, представляющихъ повсюду одинъ и тотъ же петрографическій характеръ. Такая толща, иногда свыше 30000 метровъ, по ихъ мнѣнію, не можетъ быть результатомъ какихъ бы то ни было видоизмѣненій. Другое данное представляетъ то тѣсное соотношеніе, которое наблюдается между строеніемъ породы и ея слоистостью; отсюда выводятъ, что матеріалъ такихъ образованій послѣдова-

тельно измѣнялся съ измѣненіемъ условій, вызывавшихъ отложеніе его слоями. Третье данное представляютъ листочки слюды и кристаллы роговой обманки, расположенные параллельно поверхности слоя, какъ, напр., въ слюдяномъ и роговообманковомъ сланцахъ. Кромѣ того, прилеганіе пластинчатой слюды къ кристалламъ, включеннымъ въ породу, объясняютъ только химическимъ осажденіемъ изъ совмѣстнаго раствора, а не позднѣйшими измѣненіями твердаго матеріала породы. Всѣ эти данныя служатъ для противниковъ метаморфизма достаточнымъ матеріаломъ, чтобы отрицать или частный, или общій метаморфизмъ горныхъ породъ. Далѣе будетъ показано, насколько основательны вышеуказанные мотивы для того, чтобы отрицать возможность измѣненія горной породы и образованія изъ нея породы метаморфической.

Изъ разнообразія взглядовъ на метаморфизмъ, а равно и изъ изученія современныхъ геологическихъ явленій, уже теперь представляется полная возможность видѣть въ явленіяхъ окружающей насъ природы нѣкоторыя, могущія быть или частными, или общими случаями для объясненія происхожденія метаморфическихъ горныхъ породъ. Такими частными случаями считаютъ: участіе высокой температуры — пироморфизмъ и одновременное участіе высокой температуры и паровъ воды — гидато-пироморфизмъ. Къ общему случаю метаморфизма относятъ исключительно химическую дѣятельность воды — гидатоморфизмъ. Наконецъ, нѣкоторые ученые стали призывать на помощь для объясненія метаморфическихъ породъ еще механическія явленія, т.-е. механическій метаморфизмъ, или динамометаморфизмъ, значеніе котораго можетъ быть разсмотрѣно только въ стратиграфіи.

П И Р О М О Р Ф И З М Ъ .

Изучать вліяніе высокой температуры на горныя породы и отдѣльные минералы въ настоящее время вполне возможно изъ наблюденій надъ вліяніемъ подземныхъ каменноугольныхъ пожаровъ, надъ случайными пожарами, при которыхъ погибали минералогическія коллекціи, надъ вліяніемъ высокой температуры, развивающейся при металлургическихъ процессахъ, и, наконецъ, наблюденіемъ надъ прямымъ дѣйствіемъ изверженной горной породы на породы сосѣднія. Этотъ послѣдній случай давно получилъ наименованіе контактъ-метаморфизма.

Подземные каменноугольные пожары происходятъ въ каменноугольныхъ и буроугольныхъ залежахъ часто совершенно самопроизвольно, по всей вѣроятности, въ зависимости отъ присутствія въ углѣхъ сѣрнаго колчедана. Послѣдній минералъ, подъ вліяніемъ просачивающейся воды, довольно легко разлагается и окисляется, и при этомъ процессѣ выдѣляется настолько значительное количество тепла, что его совершенно достаточно для воспламененія каменнаго угля. Такіе подземные пожары въ особенности интересны въ томъ отношеніи, что, кромѣ дѣйствія непосредственно жара, при этомъ выдѣляются въ большомъ количествѣ

пары воды и другіе газы, могущіе обнаружить извѣстное дѣйствіе на сосѣднія горныя породы. Каменноугольные пожары продолжаются иногда значительный промежутокъ времени, а слѣдовательно, и высокая температура обнаруживаетъ свое вліяніе въ значительный періодъ времени. Въ саарбрюкенскомъ бассейнѣ, у Дуттвейлера, такой подземный пожаръ каменнаго угля продолжался 185 лѣтъ. Извѣстны они и въ другихъ мѣстахъ: у Билина и Карлсбада въ Богеміи, у Циттау въ Саксоніи, у Цвикау, у Абтрوده въ Гессенѣ, въ зап. Сибири по Таймуру, на Тунгускѣ, по р. Жданыхъ, близъ Мантуйскаго озера и въ другихъ мѣстахъ.

При подобнаго рода подземныхъ пожарахъ порода углерода или совершенно сгораетъ, оставляя золу, или спекается, плавится, иногда же образуетъ коксъ. Части каменныхъ и бурыхъ углей, сохранившіяся отъ пожара, ближе къ мѣсту горѣнія, являются пористыми, рыхлыми, блестящими, а лежація дальше пріобрѣтаютъ на своей поверхности призацію; удѣльный вѣсъ такого угля увеличивается. Вліяніе горѣнія на сосѣдній уголь распространяется крайне различно, то всего на нѣсколько сантиметровъ, то до нѣсколькихъ метровъ. Породами, сопровождающими каменноугольными и буроугольными залежи, обыкновенно являются: сланцеватая глина, глинистые сланцы и глинистые песчаники, а потому на нихъ послѣ пожаровъ можно наблюдать это вліяніе высокой температуры. Изъ ряда наблюдений надъ подобнаго рода вліяніемъ обнаружилось, что такія породы, подвергаясь обжиганію, измѣняютъ цвѣтъ, принимаютъ болѣе или менѣе яркую окраску, въ особенности часто красную съ различными оттѣнками, иногда переходятъ въ фарфоровыя яшмы. Въ зависимости отъ близости или удаленности отъ мѣста пожара, онѣ то только спекаются, то плавятся и являются стекловатыми и пористыми, часто весьма напоминая горнозаводскіе шлаки. Несмотря на присутствіе, а слѣдовательно, и на вліяніе водяныхъ паровъ и другихъ газовъ, дѣйствіе такихъ подземныхъ пожаровъ на сосѣднія породы въ высшей степени односторонне и нигдѣ не наблюдалось при этомъ ни явленія перекристаллизаціи, ни образованія новыхъ минераловъ.

Такое же одностороннее вліяніе, хотя и въ миниатюрѣ, можно наблюдать при дѣйствіи атмосфернаго электричества на горныя породы. Удары молніи оставляютъ въ породахъ рыхлыхъ, напимѣръ, въ пескахъ, неправильныя трубочки, называемыя фульгуритами, представляющія внутри себя оплавленную поверхность. Довольно часто онѣ встрѣчаются въ пескахъ дюнь, хотя наблюдались и въ плотныхъ горныхъ породахъ, какъ андезиты, порфиры и др. На вершинѣ Малаго Арарата Абихъ указываетъ многочисленныя фульгуриты. То же извѣстно изъ изслѣдованія другихъ высочайшихъ горъ. Геймъ съ одной изъ вершинъ группы Ст. Готтарда удалилъ всѣ слѣды оплавленія, а чрезъ нѣсколько времени нашелъ ихъ вновь образовавшимися.

Гибель минералогическихъ коллекцій при пожарахъ также можетъ дать матеріалъ для изученія тѣхъ же самыхъ явленій. Послѣ пожара лондонскаго арсенала въ 1841 году, ружейныя кремни приняли внутри строеніе какъ бы фарфора, тогда какъ наружныя ихъ части

сдѣлались стекловатыми, причемъ сохранилась первоначальная форма кусковъ. Точно такъ же послѣ пожара Москвы въ 1812 году сдѣлалась жертвою его и богатая минералогическая коллекція; горный хрусталь и аметистъ явились мутными, причемъ послѣдній потерялъ свойственный ему цвѣтъ; то же произошло съ турмалинами, бериллами и топазами; отъ полевыхъ шпатовъ не осталось и слѣдовъ. Большая часть минераловъ коллекціи растрескалась, а сохранившіеся сдѣлались внутри пузыристыми и губчатыми. Циммерманнъ наблюдалъ, что послѣ пожара въ Гамбургѣ стеклянные издѣлія приняли тонко-слоистое строеніе.

Горнозаводскія печи въ нѣкоторыхъ случаяхъ также могутъ представить матеріаль для наблюденій надъ вліяніемъ высокой температуры на горныя породы. Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ на постройку ихъ употребляются горныя породы, а такъ какъ періодъ ихъ дѣйствія обнимаетъ собою отъ пяти до семи лѣтъ, то понятно, что въ этотъ значительный промежутокъ времени, подѣ вліяніемъ высокой температуры, должно произойти сильное измѣненіе горной породы. Изъ ряда наблюденій обнаружилось, что породы при этомъ теряютъ воду и летучія вещества, измѣняютъ цвѣтъ и спекаются или плавятся. Наблюденія показали, что весьма нерѣдко породы принимаютъ стекловатую и пористую структуру и призматическую отдѣльность. Вообще замѣчено, что наибольшимъ измѣненіямъ подвергаются горныя породы, содержащія большее количество основаній. Кварцевый песчаникъ, давшій матеріаль для горнозаводской печи, явился спекшимся и разбитымъ трещинами на призмы. Глинистый сланецъ принялъ наружный видъ кремнистаго сланца. Гранитъ представилъ слѣдующія измѣненія: кварцъ сдѣлался матовымъ, слюда золотистою, а въ мѣстахъ болѣе сильного жара полевой шпатъ сплавился со слюдой.

Измѣненія, весьма сходныя съ вышеописанными, можно видѣть на кирпичеобжигательныхъ заводахъ, въ особенности въ тѣхъ образцахъ кирпича, который былъ продержанъ въ жару печи болѣе необходимаго для обжиганія времени. Дѣйствіе высокой температуры является здѣсь весьма сходнымъ съ вліяніемъ на глинистыя породы каменноугольныхъ пожаровъ. Такіе кирпичи покрываются снаружи глазурью, плакуются и спекаются, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ принимаютъ флюидальное строеніе. Точно такъ же можно наблюдать вліяніе высокой температуры на различныя породы и въ печахъ, устроенныхъ для обжиганія известняковъ. Въ такія печи случайно попадаютъ и другія породы; въ сильномъ жару онѣ въ соприкосновеніи съ известью стеклуются, т.-е. покрываются глазурью. Въ кускѣ песчаника, случайно попавшаго въ такую печь, появилась прекрасная столбчатая отдѣльность, причемъ столбы расположились перпендикулярно наружной оплавленной поверхности куска.

Контактъ-метаморфизмъ.—Матеріаль изверженныхъ породъ доставляется на дневную поверхность въ расплавленномъ огненно-жидкомъ состояніи. Эта температура, очевидно, должна отразиться на тѣхъ горныхъ породахъ, будутъ ли онѣ осадочными или изверженными, съ которыми такая порода соприкасается. Измѣненія, причиняемая высокою

температуру породы изверженной породамъ сосѣднимъ, извѣстны подъ именемъ контактъ-метаморфизма.

На это вліяніе высокой температуры, какъ на осадочныя, такъ и на изверженныя породы, уже давно было обращено вниманіе и уже давно собирались данныя съ цѣлью изученія этого явленія. Нужно замѣтить, что собраннымъ матеріаломъ слѣдуетъ пользоваться съ крайнею осторожностью. Дѣло въ томъ, что каждый ученый, сообразно раздѣляемому имъ взгляду, или какъ вулканистъ, или какъ неפטунистъ, всѣ наблюдаемые имъ факты относилъ то исключительно къ вліянію высокой температуры, то къ исключительной дѣятельности воды и на основаніи этого послѣдняго часто опровергалъ изверженный характеръ горной породы. Въ этихъ воззрѣніяхъ совершенно игнорировался возрастъ горной породы, т.-е. не обращали вниманія на то, имѣли ли дѣло съ древними или новыми горными породами, и какъ бы заранѣе здѣсь являлся уже рѣшеннымъ вопросъ о томъ, что горныя породы не подлежатъ какимъ бы то ни было позднѣйшимъ видоизмѣненіямъ, а есть нѣчто вполнѣ постоянное. Уже въ отдѣльныхъ случаяхъ разбора происхожденія горныхъ породъ была указана ихъ способность измѣняться, но далѣе при знакомствѣ съ гидатоморфизмомъ будетъ разобрано это явленіе, какъ общій случай.

Такая постановка вопроса приводитъ къ необходимости изучать контактъ-метаморфизмъ только такихъ горныхъ породъ, которыя или образуются въ настоящее время, или образованіе которыхъ, отдѣлено отъ насъ такими сравнительно небольшими промежутками времени, что о какихъ бы то ни было болѣе глубокихъ позднѣйшихъ видоизмѣненіяхъ не можетъ быть и рѣчи. Изучать это вліяніе изверженной породы на другія возможно, или наблюдая непосредственно мѣста соприкосновенія или налеганія изверженной породы на какую либо другую, или изучая обломки другихъ горныхъ породъ, случайно попавшіе въ изверженную породу. Наблюдая надъ явленіемъ контактъ-метаморфизма въ мѣстѣ налеганія базальта на песчаники, рухляки и сланцеватыя глины обнаружили слѣдующее. Песчаникъ потерялъ свой первоначальный цвѣтъ и превратился въ эмалевидную, блестящую массу; глина и рухлякъ обратились въ фарфоровую яшму. Базальты, трахиты и фонолиты въ нѣкоторыхъ мѣстахъ вызвали процессы метаморфизаціи бурыхъ углей въ каменные и антрациты, каменныхъ въ антрациты и въ графитовое вещество, т.-е. вообще обусловили концентрацію углерода. Обломки другихъ горныхъ породъ, случайно попавшіе въ изверженную горную породу, также представляютъ многочисленные случаи для подобнаго же изученія. Такіе случаи наблюдались въ лавахъ Эйфеля, окрестностей Лаахерскаго озера и многихъ другихъ мѣстностей. Точно также и здѣсь обнаруживается вліяніе, совершенно параллельное вышеуказаннымъ. Кусокъ глины или глинистаго сланца подвергается обжиганію, т.-е. принимаетъ красный цвѣтъ; въ нѣкоторыхъ случаяхъ наблюдалось на поверхности включенныхъ кусковъ появленіе стекловидной коры. Кусокъ гнейса, включенный въ лаву Нидермендига, представилъ измѣненіе въ цвѣтѣ окраски не

болѣе нѣсколькихъ миллиметровъ въ глубину, а на своей наружной сторонѣ обнаружилъ болѣе сильное вліяніе жара. выразившееся тѣмъ, что въ самой наружной каемкѣ наблюдалось сплавленіе слюды въ корольки, а мѣста, нѣкогда ею занятыя, явились порами, на стѣнкахъ которыхъ наблюдались сплавленные корольки. Кусокъ гранита, попавшій въ базальтъ, представилъ шлаковидную массу, состоящую изъ расплавленного полевого шпата и обожженной слюды (Шюи де-Домъ). Многочисленныя наблюденія подобнаго рода указываютъ Делессъ, Науманъ и другіе, а въ позднѣйшее время Ласпейресъ и Леманъ. Эти наблюденія приводятъ къ заключенію, что вліяніе контактъ-метаморфизма новѣйшихъ изверженныхъ породъ выражается исключительно сплавленіемъ, стеклованіемъ, появленіемъ глазури и измѣненіемъ цвѣта породъ соприкасающихся.

Правда, есть случаи, которые приводятъ также, какъ примѣры контактъ-метаморфизма — это какъ бы перекристаллизацію известняка въ мраморъ. На островѣ Сантъ-Яго наблюдался въ мѣстѣ соприкосновенія лавоваго потока съ известнякомъ переходъ этого послѣдняго въ мраморъ. Такое же наблюденіе извѣстно на островѣ Ратлинъ (Ирландія), гдѣ слои мѣла пересѣкаются двумя параллельными жилами базальта. Все пространство между жилами занято мраморомъ и переходъ отъ этой кристаллически-зернистой разности известняка къ настоящему мѣлу въ высшей степени постепененъ. Совершенно подобное же явленіе наблюдается и въ Белфасѣ, гдѣ также базальтъ прорываетъ толщи мѣла и гдѣ въ мѣстѣ соприкосновенія наблюдается превращеніе его въ грубо-зернистый известнякъ. Всѣ подобнаго рода случаи едва-ли могутъ служить прямымъ указаніемъ контактъ-метаморфизма. Известнякъ, какъ то показано было раньше, является въ петрографическомъ смыслѣ горною породою, крайне легко измѣняющеюся подъ вліяніемъ циркулирующей воды, и перекристаллизацію известняка также легко объяснить дѣятельностью этой послѣдней; тѣмъ болѣе это объясненіе вѣроятно, что при высокой температурѣ изверженной горной породы известнякъ прежде всего долженъ потерять углекислоту, а на такой матеріалъ вода сравнительно легко обнаружить растворяющее вліяніе и дать возможность отложиться въ мѣстѣ соприкосновенія кристаллическому известняку. Значительно убѣдительнѣе наблюденія надъ отдѣльными кусками горныхъ породъ въ лавахъ и базальтахъ нѣкоторыхъ мѣстностей. Такія включенія, какъ известнякъ близъ Ружіеро, являются пропитанными оливиномъ и магнитнымъ желѣзнякомъ. Здѣсь уже необходимо допустить и вліяніе паровъ воды, при помощи которыхъ, а равно и высокой температуры, появились эти новообразования внутри горной породы, случайно попавшей въ породу изверженную.

Весьма интересныя случаи вліянія высокой температуры обнаруживаютъ изверженные породы на углекислую закись желѣза, т.-е. на шпатовый желѣзнякъ. Ласпейресъ указываетъ включенія магнитнаго желѣзняка съ кварцемъ въ лавахъ Майена (нижній Рейнъ); по мнѣнію этого ученаго, вышеуказанное включеніе есть метаморфизованный шпатовый желѣзнякъ, встрѣчающійся вмѣстѣ съ кварцемъ жилами въ рейн-

скихъ девонскихъ образованіяхъ. Точно также у Зигена, базальтовая жила многократно пересѣкаетъ жилы шпатового желѣзняка и въ мѣстѣ прикосновенія ихъ наблюдается образованіе магнитнаго желѣзняка. Теоретически вполне понятно такое происхожденіе магнитнаго желѣзняка изъ шпатового подѣ влияніемъ высокой температуры; при этомъ необходимо допустить, какъ это и дѣлаетъ Кнопъ, потерю угольной кислоты и окиси углерода, но только однимъ этимъ явленіемъ объяснить происхожденіе значительныхъ скопленій магнитнаго желѣзняка едва-ли возможно.

Кромѣ указанныхъ видоизмѣненій, подѣ влияніемъ контактъ-метаморфизма сосѣднихъ горныхъ породъ наблюдается еще довольно общее явленіе — призматическая отдѣльность. Столчатая отдѣльность извѣстна въ мѣстѣ соприкосновенія пестраго песчаника съ базальтомъ у Вильденштейна, въ глинѣ и буромъ углѣ у Мейсснера, въ мѣстѣ соприкосновенія трахита съ каменнымъ углемъ у Комментри, въ буромъ углѣ въ сѣверной Богеміи, въ мѣстѣ соприкосновенія съ фанолитомъ и т. д.

Изверженные горныя породы, обнаруживая влияніе высокой температуры на породы сосѣднія, въ то же время должны и сами обнаруживать извѣстнаго рода измѣненія подѣ быстро охлаждающимъ влияніемъ сосѣднихъ горныхъ породъ. Одинъ изъ такихъ признаковъ уже былъ указанъ какъ весьма характерный для изверженныхъ породъ вообще, это — уменьшеніе величины зерна въ породѣ къ мѣсту ея соприкосновенія. Такой признакъ можно считать довольно общимъ для большинства изверженныхъ горныхъ породъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ сами изверженные горныя породы въ мѣсту соприкосновенія принимаютъ стекловатое и пористое строеніе, а для нѣкоторыхъ, какъ, напр., для олонецкихъ діабазовъ, можно указать еще и на переходъ ихъ въ порфириды, а Левинсонъ-Лессингъ указываетъ на переходъ въ мѣстѣ контакта изверженнаго діабазоваго матеріала въ варіолитъ. Кромѣ того, какъ о томъ уже было говорено при разсмотрѣніи происхожденія отдѣльности, и въ самихъ изверженныхъ горныхъ породахъ наблюдается появленіе призматической отдѣльности, наблюдаемой не только въ новыхъ, но и въ древнихъ горныхъ породахъ.

Многіе ученые при разсмотрѣніи вопроса о контактъ-метаморфизмѣ приводятъ еще появленіе нѣкоторыхъ минераловъ на вышеуказанной границѣ соприкосновенія и ставятъ ихъ образованіе въ болѣе или менѣе строгую зависимость отъ контактъ-метаморфизма. Такіе случаи указаны, напр., для нѣкоторыхъ мѣстъ Норвегіи, причемъ въ мѣстѣ соприкосновенія съ базальтомъ песчаникъ обогатился кристаллами авгита и хіастолита; въ долину Фасса, въ Тиролѣ, такое мѣсто соприкосновенія славится хорошими кристаллами эпидота и т. д. Едва-ли имѣется какая-либо возможность съ положительностью доказать, что вышеуказанные минералы суть образованія контактъ-метаморфизма, а не позднѣйшія отложенія. Изъ наблюдений надъ контактъ-метаморфизмомъ новѣйшихъ горныхъ породъ можно вывести одно заключеніе, что дѣйствіе ихъ на сосѣднія горныя породы крайне односторонне и выражается почти всюду только одною своею высокою температурою, т.-е. совершенно тѣми же явле-

ніями, что обнаруживаютъ подъемные каменноугольные пожары и другія проявленія высокой температуры на горныя породы. Новообразованнй минераловъ при этомъ не находятъ, а потому болѣе основанія видѣть въ минералахъ, появляющихся въ примѣрахъ, приводимыхъ какъ типичныя въ мѣстахъ контактъ-метаморфизма, образованія позднѣйшія.

Расстояніе, на которое обнаруживаютъ изверженныя породы свое вліяніе на породы осадочныя, весьма различно, но въ то же время, если руководствоваться только наблюденіями надъ новѣйшими горными породами, не особенно велико. Въ Дургамѣ базальтъ обнаружилъ свое дѣйствіе на каменный уголь на 27 метровъ; на островѣ Энглесі глинистый сланецъ измѣненъ базальтомъ до глубины 9 метровъ. Вблизи Дюнбора песчаникъ обнаруживаетъ столбчатую отдѣльность только на расстояніи 4,5 метра отъ базальта; въ Гессенѣ каменный уголь измѣненъ базальтомъ на глубину отъ 2 до 2,5 метровъ. Пуллетъ-Скропъ указываетъ на трахитовый конгломератъ острова Понца, носящій слѣды высокой температуры отъ 0,6 до 9 метровъ отъ изверженной горной породы.

Такимъ образомъ всѣ явленія измѣненія горной породы подъ вліяніемъ контактъ-метаморфизма, являются чисто физическими. Но послѣднія работы ученыхъ указываютъ, что чисто физическое воздѣйствіе при контактъ-метаморфизмѣ не является общимъ правиломъ и данный взглядъ, повидимому, долженъ быть расширенъ.

Кромѣ того, какъ впервые предположилъ Эли де-Бомонъ и развивалъ далѣе Мишель Леви и позднѣе Седергольмъ, изверженная огненно-жидкая магма можетъ проникать по трещинамъ раскола и по плоскостямъ слоистости окружающихъ осадочныхъ горныхъ породъ, и остывая въ ней порождаетъ типъ породы смѣшанной (*âdergneiss*). Это, такъ называемая инъекціонная гипотеза. Дѣйствительно, въ широкихъ прожилкахъ и жилахъ такой инъекціонной породы можно наблюдать примазки эруптивной брекчii гранитоваго или чаще аплитоваго матеріала, что и указываетъ на заполненіе пустоты огненно-жидкой магмой. Однако въ тонкія трещины врядъ ли возможно проникновеніе такой тягучей огненно-жидкой магмы, какъ гранитовая и поэтому полагаютъ, что заполненіе таковыхъ происходитъ выдѣленіемъ минераловъ изъ газовъ, въ изобилии сопровождающихъ изверженія. На это указываетъ заполненіе минералами газового происхожденія, какъ турмалинъ, аксинитъ, топазъ и т. п., а также крупныя размѣры кристалловъ, микропертитовое срастаніе полевыхъ шпатовъ и т. д. Одновременно съ такимъ процессомъ инъекціи могутъ комбинироваться и тектоническіе процессы и тогда слоистая структура инъекціонной горной породы будетъ сопровождаться складчатостью.

Если инъекція будетъ происходить на большой площади, то тогда первоначальная горная порода можетъ оплавляться. На этомъ основаніи выросла гипотеза оплавленія и усвоенія, или ассимиляція. Это явленіе можетъ проявляться, если нагрѣваніе отъ магмы можетъ вызвать размягченіе окружающей горной породы и затѣмъ путемъ растворяющаго воздѣйствія магмы можетъ произойти и ассимиляція. Плавленіе можетъ быть неполнымъ и тогда могутъ остаться оплавленные обломки съ признаками контактъ-метаморфизма.

Такіе примѣры описаны Розенбушемъ и другими въ краевой зонѣ Шварцвальда, Оденвальда, Рудныхъ горъ и т. д. По Седергольму область оплавленія и инъекціи представляютъ южная Финляндія и южная Швеція. Онъ полагаетъ, что здѣсь огромная область древнихъ докембрійскихъ осадочныхъ и изверженныхъ горныхъ породъ была опущена на глубину, гдѣ благодаря высокой температурѣ большая ихъ часть могла размягчиться. Тамъ же при соприкосновеніи съ расплавленнымъ магматическимъ очагомъ происходило оплавленіе и ассимиляція, и инъекція, въ результатѣ чего произошли тѣ смѣшанные типы породъ, которыя наблюдаются въ данной области.

ГИДАТО-ПИРОМОРФИЗМЪ.

Присутствіе безводныхъ минераловъ въ настоящихъ метаморфическихъ горныхъ породахъ долгое время служило для нѣкоторыхъ ученыхъ сильнымъ возраженіемъ противъ принятія участія въ метаморфическихъ процессахъ воды; болѣе новыя изслѣдованія доказали, что безводные силикаты могутъ образоваться и другимъ путемъ. При выходѣ горячаго ключа Пломбіера (67—68° Ц.) на дневную поверхность еще римлянами былъ устроенъ кирпичный водопроводъ. Добрэ, при изученіи этого ключа, обнаружилъ, что поры кирпича явились занятыми довольно многочисленными и разнообразными минералами, въ ряду которыхъ, кромѣ водныхъ, ему удалось найти и безводные силикаты. Такое наблюденіе подало поводъ Добрэ испытать дѣйствіе водяныхъ паровъ на различныя вещества при высокой температурѣ и высокомъ давленіи.

Опыты производились въ запаянныхъ стеклянныхъ трубкахъ, куда помѣщались различныя вещества съ небольшимъ количествомъ воды. Первоначально Добрэ испытывалъ вліяніе паровъ воды на обыкновенное стекло, которое по прошествіи недѣли превратилось въ бѣлую, пористую массу, прилипающую къ языку; по изслѣдованію, эта масса оказалась состоящею изъ кристалликовъ горнаго хрусталя и волластонита. Такая реакція произведена сравнительно крайне ничтожнымъ количествомъ воды. Нагрѣвая каолинъ вмѣстѣ съ водою Пломбіерскаго источника, Добрэ получилъ кристаллы полевого шпата, а изъ обыкновеннаго стекла и той же воды — кристаллы авгита. Дерево, нагрѣваемое съ водою въ запаянной трубкѣ, обратилось въ антрацитъ, а стекло трубки приняло отчетливое слоистое строеніе. Былъ произведенъ этимъ путемъ весьма интересный опытъ, касающійся перекристаллизаціи вещества: кусокъ обсидіана, запаянный въ трубку съ чистою водою, нагрѣваемую до 400° Ц., обратился въ мелкозернистый кристаллическій трахитъ.

Эти, крайне интересные опыты Добрэ могутъ имѣть весьма значительное приложеніе для объясненія происхожденія нѣкоторыхъ минераловъ. Такъ, напр., большинство цеолитовъ встрѣчается въ порахъ и полостяхъ какъ лавъ, такъ и базальтовъ, и происхожденіе ихъ, какъ позднѣйшее, легко отнести къ совмѣстной дѣятельности воды и высокой температуры. Однимъ гидато-пироморфизмомъ невозможно объяснить происхожденіе настоящихъ метаморфическихъ горныхъ породъ, такъ какъ здѣсь требуется совмѣстное вліяніе паровъ воды, высокой температуры и давленія, а при существующихъ условіяхъ земной поверхности ничего подобнаго не наблюдается. Если когда-либо и дѣйствовали одновременно пары воды и высокая температура на горныя породы, то только въ ту

первую фазу образования земли, когда на поверхности ея сгустились изъ окружающей атмосферы первыя воды, которыя, конечно, имѣли температуру выше температуры современныхъ океановъ. По нашему мнѣнію, опыты Добрэ представляютъ крайне значительную важность нѣсколько въ иномъ отношеніи. Высокая температура въ этихъ опытахъ играетъ роль усилителя давленія, а потому весь вопросъ о гидато-пироморфизмѣ долженъ быть сведенъ, главнымъ образомъ, къ дѣятельности воды подъ громаднымъ давленіемъ, а отчасти и къ болѣе энергической дѣятельности нагрѣтой воды, которая должна быть въ изверженныхъ горныхъ породахъ при ихъ образованіи.

Что, дѣйствительно, давленіе играетъ громадную роль при химическихъ реакціяхъ, это представляетъ фактъ вполне установленный. Такъ, Кальетэ (1869 г.) показалъ, что при давленіи 60—120 атмосферъ совершенно прекращается дѣйствіе соляной и сѣрной кислоты на цинкъ. Пфаффъ обнаружилъ прекращеніе дѣйствія сѣрной кислоты на кристаллы известковаго шпата при давленіи отъ 55—60 атмосферъ и при 10—15° Ц. При вышеупомянутыхъ реакціяхъ должно наблюдаться увеличеніе объема, а потому роль давленія здѣсь понятна, поэтому интересно было узнать о вліяніи давленія на реакціи другого рода, при которыхъ наблюдается уменьшеніе объема. Такія реакціи изслѣдованы Спрингомъ, который показалъ, что давленіе не только не прекращаетъ подобныхъ реакцій, а, напротивъ, способно вызывать ихъ, подобно тому, какъ нѣкоторыя реакціи вызываются возвышеніемъ температуры. Спрингъ подъ давленіемъ 5.000 атмосферъ заставилъ смѣсь мѣдныхъ опилокъ и грубо истертой сѣры превратиться въ кристаллическій мѣдный блескъ, причеиъ вся мѣдь ушла на соединеніе съ сѣрою, а оставшаяся въ избыткѣ сѣра оказалась разсѣянною въ формѣ зеренъ среди мѣднаго блеска. Сулема въ смѣси съ мѣдными опилками подъ давленіемъ въ 5.000 атмосферъ вступила во взаимодѣйствіе съ мѣдью и получилась хлористая мѣдь и свободная ртуть. Изъ смѣси сухихъ іодистаго калия и хлористой ртути уже при давленіи 2.000 атмосферъ получился плотный, краснаго цвѣта кусокъ, состоящій изъ іодистой ртути и хлористаго калия. Смѣсь соды и мышьяковой кислоты при тѣхъ же условіяхъ дала мышьяковый натрій и обильно выдѣлявшійся углекислый газъ и, т. д.

Точно также при увеличеніи давленія вода увеличиваетъ свою растворимость. Вѣлеръ нашелъ, что антофиллитъ, нерастворимый при обыкновенномъ давленіи, при повышеніи таковаго до 10—12 атмосферъ и температурѣ 180—190° началъ растворяться. Пфаффъ указываетъ, что растворимость ортоклаза повышается съ увеличеніемъ давленія при повышенной температурѣ. Наконецъ, особенно яснымъ примѣромъ повышенія растворимости съ повышеніемъ давленія показываютъ карбонаты при дѣйствіи воды, содержащей угольную кислоту. Вантъ-Гоффъ нашелъ, что температура образованія ангидрида изъ гипса при давленіи 20 атмосферъ понижается до 1°. Кромѣ того повышеніе температуры повышаетъ растворимость воды и въ особенности въ присутствіи какого-либо газа, какъ, напр. CO_2 . Дѣльтеръ показалъ, что въ чистой водѣ при 80° въ запаянной трубкѣ растворялись минералы: анортитъ, нефелинъ, различные цеолиты, желѣзный блескъ и рутылъ; въ 10% растворѣ Na_2CO_3 растворимость цеолита и анортита сильно возрастала. Спенсіа обнаружилъ значительную потерю вещества и фигуры вытравленія на кварцевой пластинкѣ, при дѣйствіи слабого раствора кремнекислаго натрія, при температурѣ 290—310° въ теченіе 24—38 часовъ. Подъ вліяніемъ повышенной температуры активность воздѣйствія воды на горную породу повышается также благодаря увеличенію ея подвижности (перемѣщенію растворенныхъ веществъ) и ускоренію хода реакцій, такъ какъ температура повышаетъ и молекулярную подвижность.

Кромѣ того колебаніе температуры вызываетъ измѣненіе концентраціи раствора, а слѣдовательно и его диффузію. Наконецъ, температура можетъ направлять образованіе минераловъ, такъ какъ извѣстно, что таковыя, какъ выдѣляющіеся изъ водныхъ

растворовъ, такъ и изъ огненно-жидкой магмы, могутъ существовать только при опредѣленныхъ условіяхъ. Извѣстно, вапримѣръ, что минералы, содержащіе воду очень чувствительны къ повышенію температуры. Такія условія были установлены Вайтъ-Гоффомъ для минераловъ, выдѣляющихся изъ морской воды; Кёнигсбергеръ показалъ, что кварцъ при температурѣ до 420° является устойчивой формой SiO_2 и т. д. На основаніи этого Вайтъ-Гоффъ находитъ, что при низкой температурѣ должны происходить реакціи экзотермическія и при высокой, наоборотъ, эндотермическія.

При разсмотрѣніи гидато-пироморфизма необходимо разсмотрѣть и тѣ явленія, которыя могутъ произвести измѣненіе горной породы и которыя обусловлены выдѣленіемъ паровъ и газовъ при вулканической дѣятельности. При разсмотрѣніи этой послѣдней, какъ было указано выше (стр. 145), какъ изъ самыхъ вулкановъ, такъ и изъ трещинъ почвы выдѣляются горячіе водяные пары, углекислота, хлористоводородная и сѣрнистая кислоты и сѣрководородъ. Всѣ эти пары и газы могутъ въ различной степени обнаружить извѣстное дѣйствіе на тѣ горныя породы, съ которыми они соприкасаются. Сѣрнистая кислота и сѣрководородъ легко окисляются на счетъ кислорода воздуха въ сѣрную кислоту, которая довольно быстро дѣйствуетъ на сосѣднія горныя породы и вытѣсняетъ кремнеземъ изъ его соединеній. Породы при этомъ теряютъ свой первоначальный темный, иногда черный цвѣтъ, бѣлѣютъ или принимаютъ желтоватую окраску. Точно такъ же измѣняется и ихъ консистенція: твердыя породы дѣлаются рыхлыми и пористыми, весьма легко разрушаются и превращаются въ туфы или глинистыя массы, въ которыхъ еще сохранились отдѣльные минералы, долѣе противостоящіе разрушенію. Весьма сильны измѣненія подобнаго рода тамъ, гдѣ выходящіе газы сопровождаются выдѣленіемъ водяныхъ паровъ или горячими ключами. Подобнаго рода наблюденія производились во многихъ мѣстностяхъ, какъ, напр., на островѣ Вулкано, въ Сольфатарѣ, въ области Флегрейскихъ полей, на Teneriff, въ Исландіи, въ Венгріи, гдѣ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ трахиты обращены газами и парами воды въ квасцовый камень. При выходѣ такой фумаролы около известняка, онъ превращается въ гипсъ. Во всѣхъ измѣненіяхъ, сопровождающихъ этотъ послѣдній родъ гидато-пироморфизма, можно отмѣтить одинъ общій признакъ — это потерю породою своей твердой консистенціи, что уже одно представляетъ существенное отличіе отъ такъ называемыхъ породъ метаморфическихъ, отличающихся плотностью и твердостью. Въ этомъ смыслѣ послѣдній процессъ скорѣе надо отнести къ процессу вывѣтриванія, чѣмъ къ метаморфизму.

ГИДАТОМОРФИЗМЪ.

Метаморфизиующая дѣятельность воды впервые была показана Бишофомъ. По его мнѣнію, вода при обыкновенной температурѣ и при участіи углекислоты способна производить значительныя измѣненія въ составѣ горной породы. Изучать эту сторону дѣятельности воды возможно въ дѣятельности ключей или источниковъ, въ явленіи, такъ называемыхъ, псевдоморфозъ, въ процессахъ видоизмѣненія минераловъ, въ характерѣ образованія секретій и жилъ и, наконецъ, въ непосредственномъ наблюденіи надъ химическою дѣятельностью воды, выражающеюся раствореніемъ, переводомъ безводныхъ минераловъ въ водные, окислительными и восстановительными процессами, процессами обмѣннаго разложенія и т. п.

Разсмотрѣніе дѣятельности ключей или источниковъ уже раньше обнаружило значеніе подземнаго дренажа циркулирующей въ землѣ воды. Были уже указаны тѣ механическія измѣненія, которыя находятся въ строгой зависимости отъ такихъ подземныхъ теченій. При знакомствѣ

съ минеральными источниками и способами ихъ происхожденія также было обращено вниманіе и на химическое значеніе воды. Различные растворы минеральныхъ ключей, циркулирующіе чрезъ горныя породы, способны вступать въ обмѣнное разложеніе или въ болѣе или менѣе полное замѣщеніе раствореннаго матеріала новымъ веществомъ и т. д. Съ другой стороны, спектроскопическія изслѣдованія осадковъ, отлагающихся въ мѣстѣ выхода ключей на дневную поверхность, и находженіе въ нихъ веществъ, отличающихся иногда крайне малою степенью растворимости, способно убѣдить, что вода, циркулирующая въ горныхъ породахъ подъ значительнымъ давленіемъ, является въ высшей степени сильнымъ реагентомъ, могущимъ оказать значительное измѣняющее дѣйствіе на горныя породы. Изученіе минеральныхъ ключей обнаруживаетъ: какія минеральныя вещества способны растворяться въ водѣ и какія именно вещества заимствуются водою изъ горныхъ породъ.

Для объясненія того обмѣна и замѣщенія, которые уже теоретически возможно допустить между растворами и горною породою и которые скрыты отъ непосредственнаго наблюденія, потому что происходятъ внутри земли, существенную помощь оказываютъ псевдоморфозы и изученіе процессовъ видоизмѣненія минераловъ. Минералогами уже въ достаточной степени разобранъ способъ происхожденія этихъ ложныхъ кристалловъ, образовавшихся въ чужой формѣ, несвойственной данному минеральному веществу. Единственный способъ, которымъ возможно въ настоящее время объяснить ихъ происхожденіе—это только исключительнымъ вліяніемъ воды,—никакихъ другихъ способовъ при этомъ не допускается. Кромѣ того, изученіе химическаго характера псевдоморфозъ обнаружило, что эти интересныя образованія происходятъ или чрезъ полную замѣну химическаго вещества даннаго минерала другими химическими веществами, или чрезъ частную замѣну только нѣкоторыхъ составныхъ частей минерала новыми веществами. Такое замѣщеніе и обмѣнъ можетъ быть вызванъ только при помощи водныхъ растворовъ. Интересно, что въ ряду псевдоморфозъ находятся даже такія, составъ которыхъ, при обыкновенныхъ условіяхъ, наблюдаемыхъ на дневной поверхности, представляется почти вполнѣ нерастворимымъ въ обыкновенной водѣ. Лембергъ на опытѣ показалъ, что при воздѣйствіи хлористаго натрія и щелочнаго сульфата полевые шпаты и лейцитъ переходятъ въ нозеанъ или содалитъ; при воздѣйствіи сильно щелочнаго раствора на соль богатую кремнекислотою, напр. альбитъ, послѣдняя отдаетъ часть своей SiO_2 пока не получится отношеніе $Al_2O_3 : SiO_2 = 1 : 1$.² Все это еще сильнѣе должно утверждать въ томъ, что на большихъ глубинахъ, гдѣ давленіе больше одной атмосферы, увеличивается какъ растворимость нѣкоторыхъ веществъ, такъ и ходъ химическихъ реакцій, повидимому, пріобрѣтаетъ большую энергію, а иногда иное направленіе.

Введеніе микроскопа въ изученіе горныхъ породъ доставило новый матеріалъ какъ для изученія процессовъ видоизмѣненій, которые происходятъ съ отдѣльными минералами горныхъ породъ, такъ и внесло еще свѣтъ въ изученіе гидатоморфическихъ процессовъ. Выше уже была ука-

зана полная возможность прослѣдить за подобнаго рода видоизмѣненіями однихъ минераловъ въ другіе (стр. 327) и приведены довольно разнообразныя случаи измѣненія: полевого шпата въ эпидотъ и соссоритъ, роговой обманки и авгита въ черную слюду и хлоритовый минераль, оливина въ серпентинъ и т. д. Всѣ подобнаго рода видоизмѣненія, какъ то можно доказать во многихъ случаяхъ, суть явленія позднѣйшія, потому что рядомъ, въ одной и той же породѣ, часто наблюдають самыя разнообразныя степени такихъ видоизмѣненій, обусловленныхъ ни чѣмъ инымъ, какъ дѣятельностью воды, просачивающейся въ горныя породы. Это доказывается тѣмъ, что измѣненія главнымъ образомъ совершаются тамъ, гдѣ вода находитъ себѣ большую возможность проникать въ горную породу, или въ мѣстахъ соприкосновенія отдѣльныхъ минераловъ, т.-е. по ихъ наружной окраинѣ, или по трещинамъ. Для нѣкоторыхъ случаевъ, какъ, напр., для оливина, можно изъ наблюденій надъ его видоизмѣненіями доказать, что весь первоначальный матеріалъ даннаго минерала сохранился на лицо въ горной породѣ, но принялъ только другое размѣщеніе.

Совершенно ту же мысль доказываютъ наблюденія надъ образованіемъ секретій и надъ способомъ образованія минеральныхъ жилъ. Секретія, какъ о томъ говорено было выше (стр. 292), представляетъ полость, занятую новообразованіями, которыя, конечно, моложе горной породы, а потому нѣкоторые минералы, являющіеся какъ новообразование въ самой горной породѣ, могутъ быть при помощи растворовъ вынесены изъ породы и отложиться въ порахъ. Такъ какъ нѣкоторыя секретіи, въ особенности въ древнихъ породахъ, слагаются изъ концентрическихъ слоевъ различныхъ минераловъ, то понятно, что и время отложенія этихъ послѣднихъ было различно. Эти наблюденія даютъ возможность опредѣлять послѣдовательность въ отложеніи различныхъ минеральныхъ веществъ, образующихъ секретію. То же должно сказать и о минеральныхъ жилахъ, которыя представляютъ нѣкогда бывшія трещины, выполненныя съ теченіемъ времени минеральными массами. Нѣсколько далѣе объ этомъ будетъ сказано подробнѣе; теперь же замѣтимъ, что для объясненія происхожденія минеральныхъ жилъ принимаютъ исключительно только процессы, совершенно аналогичныя образованію секретій.

Наконецъ, вліяніе воды на горныя породы можно изучать непосредственными наблюденіями надъ растворимостью ихъ въ водѣ, переходомъ безводныхъ минераловъ въ водные, окислительными и восстановительными процессами и обмѣннымъ разложеніемъ.

Степень растворимости различныхъ горныхъ породъ въ водѣ различна; нѣкоторыя горныя породы крайне легко растворяются въ водѣ, а потому циркулирующія чрезъ нихъ воды способны извлекать значительное количество минеральныхъ веществъ. Въ этомъ отношеніи каменная соль, гипсъ, известнякъ и доломитъ представляютъ именно такія горныя породы, растворимость которыхъ въ водѣ наибольшая.

Каменная соль представляетъ наибольшую степень растворимости въ холодной водѣ, а потому и происхожденіе соляныхъ источниковъ, какъ указано было выше, пред-

ставляетъ явленіе легко объяснимое. Значительная степень растворенія этого минеральнаго вещества должна была бы обусловить болѣе или менѣе совершенное уничтоженіе коренныхъ мѣсторожденій каменной соли, если бы этому не оказывали противодѣйствіе нѣкоторыя обстоятельства. Весьма часто залежи соли сопровождаются и обыкновенно заключены въ водоупорныхъ слояхъ глины, которая такимъ образомъ закрываетъ и предохраняетъ коренныя мѣсторожденія отъ окончательнаго ихъ уничтоженія циркулирующею водою. Въ такомъ положеніи находятся мѣсторожденія каменной соли около г. Бахмута и Славянска, знаменитыя мѣсторожденія Зап. Европы—Величкы, Бохніи и Стассфурта.

Растворимость гипса въ водѣ опредѣляется отношеніемъ одной части соли къ 460 частямъ воды. Такъ какъ гипсъ представляетъ крайне распространяющую горную породу, образующую какъ залежи внутри земли, такъ иногда и отдѣльныя горы, то понятно, что значительныя массы этого минеральнаго вещества могутъ быть унесены водою. Вычислено, что если принять среднее годовое количество дождя, выраженное слоемъ въ одинъ метръ толщины, и что все это количество насыщается гипсомъ, то выходы гипса ежегодно будутъ терять съ поверхности слой 1,1 метра толщиною. Подземныя залежи этой горной породы подъ вліяніемъ растворенія оставляютъ полости внутри земли, разрастаніе которыхъ приводитъ къ проваламъ.

Известнякъ, въ зависимости отъ землистаго и кристаллическаго своего строенія, растворяется болѣе или менѣе легко только въ 1000 частяхъ воды; но принимая во вниманіе громадное распространеніе этой породы и ея участіе почти во всѣхъ геологическихъ образованіяхъ, а равно и массу воды, циркулирующей въ горныхъ породахъ, значительное раствореніе этой породы очевидно. Для растворенія ея, какъ извѣстно, необходимо присутствіе въ водѣ углекислоты, а въ этомъ не можетъ быть недостатка, потому что дождевая вода извлекаетъ эту послѣднюю изъ атмосферы, а равно и изъ растительнаго слоя, какъ уже о томъ было говорено при разсмотрѣніи вопроса о происхожденіи известковыхъ ключей. Понятно, что въ этомъ случаѣ вода уже является болѣе сильнымъ растворителемъ, чѣмъ въ чистомъ состояніи. Вычислено, что изъ Тевтобургскаго лѣса и Гаара выбѣгающія воды выносятъ ежегодно такое количество углекислой извести, что изъ нея можно сложить кубъ, ребра котораго будутъ имѣть около 33 миль длины. На поверхностные выходы известняка въ нѣкоторыхъ мѣстахъ воды обнаруживаютъ весьма сильное вліяніе, на которое уже было обращено вниманіе выше (стр. 63).

Доломитъ растворяется только въ весьма большомъ количествѣ воды, а потому она разрушаетъ его крайне медленно. Такъ какъ въ ряду породъ, образованныхъ углесолями, есть доломитизированные известняки, то на углесоль извести этихъ послѣднихъ циркулирующая вода должна обнаруживать болѣе или менѣе сильное растворяющее дѣйствіе. Результатомъ этого процесса является пористость доломитизированныхъ известняковъ и нахожденіе въ порахъ въ видѣ кристалловъ доломита.

Проникающая въ горныя породы вода, присоединяясь къ составу минеральнаго вещества, можетъ обусловить переходъ безводныхъ минераловъ въ водные, т.-е. образовать настоящія псевдоморфозы. Наиболѣе типичнымъ примѣромъ въ этомъ отношеніи является ангидритъ, весьма легко поглощающій воду и переходящій въ гипсъ. Достаточно восьми дней для того, чтобы кусокъ ангидрита, полежавшій на открытомъ воздухѣ, перешелъ въ гипсъ. Въ Швейцаріи, близъ Ба, были устроены довольно глубокіе подземные ходы въ ангидритѣ, но, подъ вліяніемъ движенія по этимъ ходамъ влажнаго воздуха, весь прилегающій къ нимъ ангидритъ перешелъ въ гипсъ, что вызвало сильное увеличеніе объема и необходимость періодически увеличивать эти ходы. Подобнаго же рода переходъ ангидрита въ гипсъ долженъ совершаться и помимо участія человѣка. Значительныя гнѣзда и штоки ангидрита, залегающіе среди

другихъ геологическихъ образованій, поглощая воду въ количествѣ, равномъ четверти ихъ вѣса, должны значительно увеличиваться въ объемѣ, а подобнаго рода процессъ, конечно, долженъ отразиться и на породахъ-вышележащихъ, т.-е. вызвать ихъ поднятіе выше первоначальнаго положенія. Такъ какъ подобный переходъ долженъ совершаться весьма медленно, то и результаты его должны выражаться весьма медленными явленіями поднятія. Вычислено, что кубъ ангидрита, размѣрами въ 1000 куб. метровъ, при переходѣ въ гипсъ, долженъ представить размѣры въ 1330 куб. метровъ, т.-е. увеличеніе въ объемѣ будетъ на 33%. Такой же переходъ безводныхъ минераловъ въ водные представляютъ и нѣкоторые окислы. Красный желѣзнякъ весьма легко переходитъ въ бурый и во многихъ случаяхъ непосредственный выходъ на дневную поверхность краснаго желѣзняка обозначается бурымъ желѣзнякомъ. Извѣстенъ случай на островѣ Эльбѣ, гдѣ, въ теченіе нѣсколькихъ столѣтій, искусственно обнаженный въ нѣкоторыхъ своихъ частяхъ красный желѣзнякъ перешелъ на значительную глубину въ бурый. Лембергъ показалъ опытнымъ путемъ, что измельченные полевые шпаты и лейцитъ при повышеніи температуры присоединяютъ воду и переходятъ въ цеолиты.

Составныя части воздуха растворяются въ атмосферной водѣ и проникаютъ съ этою послѣднею въ горныя породы; такъ какъ въ ряду ихъ, рядомъ съ азотомъ, есть и кислородъ, то этотъ послѣдній долженъ обнаруживать окисляющее дѣйствіе на многія вещества, входящія въ составъ горныхъ породъ. Это доказывается не только прямымъ путемъ, но и косвеннымъ, изъ анализа газовъ воды источниковъ; такіе анализы почти всегда обнаруживаютъ весьма значительное содержаніе азота и крайне малое кислорода, большая часть котораго была израсходована на процессы окисленія.

Прямымъ путемъ окисляющая роль атмосферной воды доказывается довольно-многочисленными примѣрами. Крайне быстрыя измѣненія, даже прямо на воздухѣ, обнаруживаютъ марганцовый шпатель, розовый цвѣтъ котораго скоро переходитъ въ бурый, а иногда въ еще болѣе темный, представляя въ концѣ концовъ псевдоморфозу пиролюзита по марганцовому шпату. Точно такъ же и желѣзный шпатель обнаруживаетъ довольно легкую способность окисляться и давать бурый желѣзнякъ; этотъ процессъ перевода соли закиси желѣза въ водную окись необходимо требуетъ выдѣленія углекислоты, а такъ какъ количество поглощаемого кислорода и воды меньше, чѣмъ количество выдѣляемой углекислоты, то должно наблюдаться уменьшеніе объема, что въ результатѣ выражается сильною пористостью вновь получающагося продукта. Такой переходъ шпатовыхъ желѣзняковъ и сферосидеритовъ всегда начинается съ поверхности ихъ скопленій, а потому при разбиваніи сферондальной массы вновь образовавшагося бурога желѣзняка весьма часто находятъ внутри еще сохранившійся сферосидеритъ или шпатовый желѣзнякъ. Выходы на дневную поверхность такихъ породъ почти всегда обнаруживаются выходомъ бурога желѣзняка и только по мѣрѣ углубленія можно перейти къ слабо-окисленнымъ или къ вполне сохранившимся шпатовымъ желѣзнякамъ и сферосидеритамъ. Процессу окисленія подѣ влияніемъ циркулирующей воды подвергается и магнитный желѣзнякъ; часть закиси желѣза этого минерала довольно легко переходитъ въ окись, что и обусловливаетъ нахождение магнитныхъ желѣзняковъ, которые по химическому анализу представляютъ не пайное отношеніе закиси желѣза къ его окиси, а этой послѣдней находятъ больше, чѣмъ требуется по формулѣ. Точно такъ же отъ окисленія какъ этого минерала, находящагося въ достаточномъ количествѣ-

въ горныхъ породахъ, такъ и отъ окисленія закиси желѣза нѣкоторыхъ другихъ минераловъ, образующихъ горныя породы, эти послѣднія принимаютъ бурый или красный цвѣтъ.

Процессъ окисленія обуславливаетъ также переходъ сѣрнистыхъ соединений въ сѣрносали. Сѣрный колчеданъ весьма легко при этомъ переходитъ въ желѣзный купоросъ, а отъ дальнѣйшаго окисленія—въ бурый желѣзнякъ, освобождая сѣрную кислоту, которая, въ случаѣ собѣдства этого процесса съ известнякомъ, можетъ дѣйствовать на этотъ послѣдній и образовывать гипсъ. Совершенно подобное же вліаніе окислительные процессы обнаруживаютъ на мѣдный колчеданъ, причѣмъ получается мѣдный и желѣзный купоросъ, на цинковую обманку—получается цинковый купоросъ и т. д. Жидкія породы углерода въ своихъ разностяхъ обнаруживаютъ различную степень окисленія петролеума, что доказывается постепеннымъ переходомъ этого послѣдняго въ горное масло, деготь и асфальтъ. Этотъ процессъ, впрочемъ, идетъ только до известнаго предѣла, потому что такія органическія тѣла при дальнѣйшемъ вліаніи на нихъ кислорода воздуха должны сгорать, т.-е. давать легко улетучивающіеся газообразные продукты. Известны случаи, что асфальтъ пропитываетъ нѣкоторыя горныя породы, какъ, напр., известняки; такая порода окрашена имъ въ черный цвѣтъ, но въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ эти породы обнажаются на дневную поверхность—известнякъ часто является совершенно бѣлымъ, и только отбиваніемъ отъ него куска можно убѣдиться, что внутри еще не произошло процесса окисленія и вызваннаго имъ удаленія органическаго вещества.

Разложеніе органическихъ веществъ, находящихся въ почвѣ, и развивающіеся при этомъ углеводороды даютъ возможность водѣ, проникающей въ землю, уносить ихъ съ собою и тамъ производить возстановленіе. Этотъ процессъ, очевидно, идетъ такимъ способомъ, что окисленіе органическихъ веществъ совершается на счетъ кислорода минеральнаго соединения и влечетъ за собой переходъ солей окиси этого послѣдняго въ соли закиси. Повидимому, въ довольно широкихъ размѣрахъ идетъ такой процессъ при переходѣ солей окиси желѣза въ соли закиси и имъ, какъ было указано при объясненіи происхожденія желѣзныхъ ключей (стр. 49), главнымъ образомъ обуславливается переходъ желѣза въ водные растворы. Точно такъ же, большинство сѣрнистыхъ металловъ (мѣдный и сѣрный колчеданы, цинковая обманка, свинцовый блескъ и т. д.) обязаны своимъ происхожденіемъ возстановляющимъ процессамъ, при которыхъ отъ сѣрносоелей отнимался кислородъ и образовалось сѣрнистое соединеніе. По всей вѣроятности, и нѣкоторые самородные металлы обязаны своимъ происхожденіемъ тѣмъ же возстановительнымъ процессамъ.

Движеніе воды въ горной породѣ можетъ вызвать обмѣнное разложеніе между веществами, растворенными въ водѣ и веществами, образующими горную породу. Самый простой случай такого обмѣннаго разложенія при обыкновенномъ давленіи представляетъ вода, содержащая въ растворѣ углекислоту; при ея дѣйствіи на силикаты щелочей, извести, закиси желѣза и марганца образуются углесоли вышеупомянутыхъ веществъ, а кремнеземъ освобождается. Въ томъ случаѣ, когда силикатъ, кромѣ упомянутыхъ веществъ, содержитъ еще въ составѣ и глиноземъ, то остающійся матеріалъ будетъ состоять изъ воднаго кремнекислаго глинозема. Вотъ почему многія горныя породы, даже, безспорно, вулканическаго происхожденія, какъ напр., базальтъ, обнаруживаютъ иногда вспяпаніе съ кислотами, вызванное присутствіемъ въ породахъ углесоелей.

При разложеніи сложныхъ силикатовъ такими растворами получаютъ водныя кремнекислыя соединенія съ глиноземомъ и магнезію, а углесоли или могутъ отчасти сохраниться въ горной породѣ или быть унесенными въ глубь земли. Большинство полевыхъ шпатовъ при подобнаго рода процессахъ переходить въ каолинъ, т.-е. теряютъ входяція въ нихъ щелочи и известь. Авгитъ и роговая обманка даютъ водный силикатъ глинозема и окиси желѣза. Такого рода процессъ долженъ вызвать потерю связи между отдѣльными частями, образующими горную породу, и распаденіе ея въ щебень. Подобнаго рода процессъ извѣстенъ, подъ именемъ процесса вывѣтриванія, и его, какъ о томъ говорено выше (стр. 327), должно отличать отъ процессовъ видоизмѣненія отдѣльныхъ минераловъ, образующихъ горную породу, при которыхъ горная порода сохраняетъ свое первоначальное состояніе, т.-е. является твердою, какъ и до процесса видоизмѣненія, хотя нерѣдко оба процесса происходятъ совмѣстно.

Въ ряду наиболѣе обыкновенныхъ водныхъ растворовъ, встрѣчающихся въ природѣ, надо отмѣтить: сѣрносоли—извести, магнези, закиси желѣза и окиси мѣди; углесоли и двууглесоли—натра, кали, извести, магнези, закиси желѣза; хлористую соль натрія и кремнекислоту. Такіе обыкновенные растворы, циркулирующіе въ горныхъ породахъ, или остаются безъ измѣненія, или вступаютъ въ обмѣнныя разложенія и даютъ новообразованія. Знакомство съ обмѣнными разложеніями, вызываемыми нѣкоторыми изъ вышеупомянутыхъ солей, представляетъ большой интересъ при изученіи минеральныхъ измѣненій горныхъ породъ.

Углекислыя щелочи, при обыкновенной температурѣ и при давленіи одной атмосферы, въ водныхъ растворахъ, вступаютъ въ обмѣнное разложеніе съ кремнекислою известью, причемъ получается углекислая известь и кремнекислыя щелочи. Имѣя въ виду близость химическаго характера магнези къ извести, казалось возможнымъ сдѣлать предположеніе, что и силикаты магнези способны вступать въ обмѣнное разложеніе съ углесолями щелочей. Такое предположеніе, однако, не оправдывается на самомъ дѣлѣ, и въ этомъ находитъ себѣ вполне рациональное объясненіе частое нахожденіе водныхъ силикатовъ магнези.

Кремнекислыя щелочи вступаютъ въ обмѣнное разложеніе съ сѣрносольями и хлористыми соединеніями кальція и магніа, точно такъ же кремнекислыя щелочи извлекаютъ немного глинозема изъ его соединенія съ кремнеземомъ. Кремнекислое кали вступаетъ въ обмѣнное разложеніе съ хлористымъ натріемъ, образуя при этомъ кремнекислый натръ и хлористый калий. Тѣ же кремнекислыя щелочи вступаютъ въ обмѣнъ съ двууглекислою магнезію, а равно и съ двууглекислою закисью желѣза. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ образуется силикатъ закиси желѣза и углесоль щелочи; послѣдній силикатъ (селадонитъ, зеленая земля) представляетъ минералъ, довольно часто встрѣчающійся въ разнообразныхъ измѣненныхъ горныхъ породахъ.

Кремнекислая известь вступаетъ въ обмѣнное разложеніе съ сѣрносолью магнези, при этомъ образуется сѣрносоль извести и кремнекислая магнези. Кремнекислый глиноземъ вступаетъ въ обмѣнъ какъ съ сѣрносолью, такъ и съ хлористымъ соединеніемъ магніа, и эта реакція способствуетъ образованію силиката магнези.

Водная окись желѣза вступаетъ въ обмѣнное разложеніе съ кремнекислымъ глиноземомъ, вытѣсняя отчасти этотъ послѣдній изъ его соединенія съ кремнеземомъ. Такимъ образомъ происходятъ двойные силикаты глинозема и окиси желѣза. Та же водная окись желѣза вытѣсняется изъ кремнекислыхъ соединеній извести и натра эти послѣдніе.

Сѣрнистыя соединенія щелочей и щелочныхъ земель вступаютъ въ обмѣнное разложеніе съ углекислою закисью и водною окисью желѣза; результатомъ этого обмѣна является образованіе сѣрнаго колчедана.

Двууглекислая известь вступаетъ въ обмѣнъ съ сѣрносольями: окиси цинка, свинца, мѣди и закиси желѣза, и образуетъ, съ одной стороны,—гипсъ, съ другой—углесоли цинка, свинца, мѣди и закиси желѣза, а потому этою реакціею легко объяснить образованіе малахита, мѣдной лазури, свинцоваго шпата и т. д. Кромѣ того, извѣстенъ рядъ и другихъ реакцій обмѣннаго разложенія, но и вышеприведенныя въ достаточной мѣрѣ могутъ убѣдить въ важной роли воды, циркулирующей въ горныхъ породахъ и обуславливающей обмѣнное разложеніе.

Изъ изложеннаго видно, что работа раствора должна заключаться: 1) въ раствореніи различныхъ минеральныхъ солей, 2) въ перенесеніи растворенныхъ веществъ въ трещины и пустоты или диффузія ихъ по капиллярамъ и субкапиллярамъ горной породы и 3) въ реакціяхъ присоединенія и перемѣщенія въ направленіи химическаго сродства, или же просто въ выдѣленіи изъ насыщеннаго раствора.

Метаморфическія зоны. Въ 1891 г. Седергольмъ высказалъ предположеніе о различномъ характерѣ метаморфизма на различныхъ глубинахъ земнаго шара. Эта мысль развивается его послѣдователями Беккэ и Грубенманномъ, которые устанавливаютъ дѣленіе твердой земной коры на метаморфическія зоны. Въ основу такого дѣленія кладется, съ одной стороны—работа уже изложенныхъ факторовъ метаморфизма и придается большое значеніе динамо-метаморфизму. Въ этомъ послѣднемъ видятъ не только факторъ ускоряющій метаморфозъ (какъ это показано выше), но и дающій измѣненію горной породы опредѣленное направленіе. Таковой взглядъ установился приложеніемъ извѣстнаго физико-химическаго закона объема, по которому преобразование минеральнаго состава горной породы при сильномъ давленіи, идетъ съ образованіемъ минераловъ молекулярный объемъ которыхъ, меньше чѣмъ сумма молекулярныхъ объемовъ ихъ окисловъ, а при слабомъ давленіи, наоборотъ, минераловъ съ молекулярнымъ объемомъ болѣе, чѣмъ сумма молекулярныхъ объемовъ ихъ окисловъ ¹⁾. Наблю-

1) На основаніи упомянутаго принципа Беккэ расположилъ всѣ минералы въ двѣ группы: 1) минералы съ молекулярнымъ объемомъ меньшимъ, чѣмъ сумма ихъ окисловъ, и обозначилъ ихъ знакомъ —, 2) минералы съ молекулярнымъ объемомъ болѣе, чѣмъ сумма ихъ окисловъ и обозначилъ ихъ знакомъ +:

Минералы со знакомъ +.		Минералы со знакомъ —.	
Пиритъ.	Ортоклазъ.	Ильменитъ.	Роговая обманка.
Марказитъ.	Альбитъ.	Кальцитъ.	Дистенъ.
Магнитный колчеданъ.	Анортитъ.	Магнезитъ.	Ставролитъ.
Шпинель,	Кордиеритъ.	Доломитъ.	Гроссуляръ.
Монтчеллитъ.	Андалузитъ.	Сидеритъ.	Альмандинъ.
Волластонитъ.	Силлманитъ.	Энстатитъ.	Цонзитъ.
Содалитъ.	Перовскитъ.	Диопсидъ.	Эпидотъ.
Нефелинъ.		Авгитъ.	Везувіанъ.
Лейцитъ.		Жадентъ.	Талькъ
		Тремолитъ.	Хлоритондъ.
		Титанитъ.	Мусковитъ.

денія показывають, дѣйствительно, что въ кристаллическихъ сланцахъ распространены первые минералы, тогда какъ въ изверженныхъ горныхъ породахъ, наоборотъ, послѣдніе. Наконецъ считаютъ, что подѣ влияніемъ односторонняго давленія, совмѣстно съ работой раствора и т. п., происходитъ не только образованіе минераловъ согласно закону объемовъ, но и типичная структура кристаллическихъ сланцевъ, тогда какъ при дѣйствіи всесторонняго, или гидростатическаго давленія (на большихъ глубинахъ земного шара), происходитъ лишь измѣненіе, управляемое закономъ объемовъ, и слѣдствіемъ этого образованіе крупно-зернистыхъ породъ. Кромѣ того, принимается въ расчетъ обратимость реакцій, происходящихъ въ земной корѣ, при измѣненіи физико-химическихъ условий, какъ напримѣръ: энстатитъ + оливинъ + вода при низкой температурѣ переходятъ въ серпентинъ и, обратно, послѣдній даетъ первыя при повышеніи температуры (по опыту Добре).

Съ другой стороны, на основаніи изученія природы, полагають, что физико-химическія условія должны измѣняться съ глубиной земли. Отсюда очевидно существованіе какого-либо минерала богатаго *ОН*, возможно было бы близъ поверхности земли, гдѣ температура низкая и невозможно на большой глубинѣ, гдѣ температура чрезвычайно высока. Соотвѣтственно этому наблюденія показываютъ, что съ увеличеніемъ глубины, хлоритъ замѣщается біотитомъ, цоизитъ и эпидотъ — плагіоклазомъ, мусковитъ — ортоклазомъ и микроклиномъ и т. п. Отсюда можно предположить, что на опредѣленной глубинѣ земного шара должны господствовать опредѣленные физико-химическія условія, обуславливающія опредѣленное направленіе метаморфизма и если изъ давней глубины, горная порода, уже достигшая равновѣсія, будетъ выведена какими-либо тектоническими процессами на поверхность или же на большую глубину, то наступленіе новыхъ условий вызоветъ въ ней соотвѣтствующее измѣненіе ея минеральнаго состава. Хотя нѣкоторые минералы какъ напримѣръ: кварцъ, титанитъ, магнетитъ, альбитъ и другіе могутъ и не измѣняться, являясь, какъ бы космополитными. Таковыми типичными условіями для различныхъ глубинъ земной коры, по Веккэ и Грубенманну, являются температура, сила и характеръ давленія и взаимоотношенія температуры и давленія. На основаніи соотношенія перечисленныхъ факторовъ они устанавливають: 1) верхнюю зону — гдѣ температура и давленіе уравниваются, 2) среднюю зону — гдѣ перевѣсъ переходитъ на сторону давленія и 3) нижнюю зону — гдѣ перевѣсъ за температурой. Выше этихъ зонъ лежитъ поясъ вывѣтриванія, въ нижней части котораго происходитъ цементация (поясъ цементации). Измѣненія, происходящія здѣсь, происходятъ при нормальномъ давленіи или близкомъ къ нему, и обыкновенной температурѣ и не влекутъ къ образованію кристаллическихъ сланцевъ.

Верхняя зона. Температура низкая. Давленіе одностороннее. Преобладають механическія измѣненія. Химическія реакціи экзотермическія. Давленіе и температура, работая въ одномъ направленіи, вызываютъ реакціи съ уменьшеніемъ объема. Типичными минералами являются: серицитъ, мусковитъ, талькъ, хлоритъ, желѣзный блескъ, альбитъ, отчасти роговая обманка (уралитъ), цоизитъ, эпидотъ и другіе. Горныя породы: кварцаты, серицитовые и альбитовые филлиты, тальковые и хлоритовые сланцы и др.

Средняя зона. Температура повышенная, но преобладають экзотермическія реакціи. Господствуетъ одностороннее давленіе. Перекристаллизация управляется закономъ объема въ направленіи уменьшенія молекулярнаго объема минераловъ. Температура и давленіе недостаточны для разложенія прочныхъ водныхъ соединеній. Образуются минералы: микроклинъ, микропертитъ, альбитъ, олигоклазъ, біотитъ, мусковитъ, цоизитъ, роговая обманка, ставролитъ, гранатъ, титанитъ, магнетитъ и титанистый желѣзнякъ. Изъ кристаллическихъ сланцевъ здѣсь возникаютъ: сланцы — гранатовый, ставролитовый, актинолитовый, гранулиты, и полевошатово-сланцевый, — роговообманковый, гранатовый гнейсы и амфиболитъ.

Нижняя зона. Температура очень высокая, что вызываетъ реакціи съ увеличеніемъ объема. Одностороннее давленіе отсутствуетъ и проявляется лишь чрезвычайно сильное гидростатическое давленіе. Сочетаніе сильнаго давленія съ высокой температурой не позволяетъ проявляться закону объемовъ, такъ какъ температура беретъ

перевѣсъ. Здѣсь же наблюдается въ широкой степени контактовый метаморфизмъ, инъ-екція и оплавление. Водные минералы отсутствуютъ, благодаря высокой температурѣ, за исключеніемъ такихъ устойчивыхъ, какъ біотитъ и мусковитъ. Минералы образуются съ увеличеніемъ молекулярнаго объема являются общими съ изверженными горными породами: ортоклазъ, всѣ плагиоклазы, авгитъ, оливинъ, гранатъ; очень распростра-нены также кордіеритъ, силлиманитъ, магнетитъ и титанистый желѣзнякъ. Кристалли-ческие сланцы даннаго пояса: біотитовые, кордіеритовые и пироксеновые гнейсы, а также иногда эклогиты, мраморы, кварциты и гранулиты. Обыкновенно глубокія части гнейсовъ являются близкими къ гранитамъ.

Описанные глубинные пояса или зоны, связаны другъ съ другомъ постепенными переходами. Бенкэ находитъ даже возможнымъ соединить двѣ послѣднихъ зоны въ одну, такъ какъ минералы, въ нихъ образующіеся, часто являются тождественными.

ЗАКЛЮЧЕНІЕ.

Знакомство съ фактами, положенными въ основу пироморфизма, гидатопироморфизма, должно привести къ извѣстнаго рода выводамъ и заключеніямъ. Пироморфизмъ представляетъ крайне одностороннее вліяніе, выражающееся измѣненіемъ цвѣта, обжиганіемъ, сплавленіемъ, стеклованіемъ или коксованіемъ. Новообразованій, т.-е. появления новыхъ минераловъ въ сосѣднихъ породахъ, не наблюдается, а только эти послѣднія и въ состояніи дать, въ строгомъ смыслѣ слова, какой-либо породѣ наименованіе „метаморфической“. Если и приводятъ довольно часто вліяніе контактъ-метаморфизма древнихъ горныхъ породъ, видя въ нихъ непосредственное участіе высокой температуры, то это находится въ прямомъ противорѣчьи съ наблюденіями надъ контактъ-метаморфизмомъ породъ новѣйшихъ, которыя даютъ рядъ данныхъ вполне тождественныхъ съ другими наблюденіями надъ вліяніемъ высокой температуры. Тѣ небольшія исключенія, какъ пронизываніе отдѣльныхъ кусковъ другихъ горныхъ породъ новыми минералами (оливиномъ, лейцитомъ и т. д.), не могутъ быть приняты, какъ общее объясненіе метаморфизма горныхъ породъ. Наконецъ, указываемые факты перекристаллизаціи известняка базальтомъ также, по нашему мнѣнію, не въ состояніи, даже для отдѣльнаго случая, т.-е. для превращенія обыкновеннаго известняка или доломита въ кристаллически-зернистыя ихъ разности, дать достаточно удовлетворительное объясненіе. Мощныя толщи знаменитаго каррарскаго мрамора, принадлежность ихъ къ мезозойскимъ образованіямъ, отсутствіе въ сосѣдствѣ съ ними породъ изверженныхъ—все это рѣшительно опровергаетъ объясненіе происхожденія мрамора изъ углеселей извести и магнезіи при помощи сосѣднихъ изверженныхъ горныхъ породъ, т.-е. при помощи пироморфизма.

Значеніе гидато-пироморфизма было указано раньше. Въ фактахъ, приводимыхъ въ пользу особеннаго значенія гидато-пироморфизма, въ особенности въ опытахъ Добрэ, должно видѣть важное значеніе гидато-морфизма, если его вліяніе усиливается давленіемъ, ускоряющимъ и облегчающимъ какъ раствореніе, такъ и ходъ химическихъ реакцій, а потому все значеніе такихъ опытовъ должно быть вполне отнесено къ гидато-морфизму.

Циркулирующая въ горныхъ породахъ вода, какъ указано выше, представляетъ крайне разностороннюю дѣятельность. Она извлекаетъ изъ нихъ разнообразный матеріалъ и въ громадномъ количествѣ, частью непосредственно, частью при помощи обмѣннаго разложенія, переводитъ, предварительно, нерастворимыя соединенія—въ растворимыя. Если принять, что при этомъ должны образоваться крайне разнообразныя растворы и что эти послѣдніе, въ свою очередь, будутъ вступать въ обмѣнное разложеніе, то вода должна быть признана однимъ изъ могучихъ дѣятелей въ природѣ, производящимъ весьма существенныя измѣненія въ горныхъ породахъ. Нельзя не обратить вниманія также и на то обстоятельство, что вода проникаетъ въ горныя породы на значительныя глубины, т.-е. достигаетъ второй метоморфической зоны, гдѣ давленіе уже гораздо больше атмосфернаго, а потому и ходъ, и быстрота реакцій должны въ значительной мѣрѣ отличаться отъ тѣхъ, которыя происходятъ при обыкновенномъ давленіи.

Изученіе горныхъ породъ подъ микроскопомъ дало въ пользу гидатоморфизма еще новый матеріалъ, открывъ доступъ къ непосредственному наблюденію тѣхъ измѣненій, которыя обусловлены только исключительною дѣятельностью воды. Уже были указаны въ свое время нѣкоторыя изъ видоизмѣненій и новообразованій, которыя происходятъ съ составными частями горныхъ породъ и при которыхъ связь между отдѣльными минералами, образующими горную породу, не нарушается. Эти видоизмѣненія въ большинствѣ случаевъ наиболѣе энергично происходятъ тамъ, гдѣ проникающая вода прежде всего вступаетъ въ соприкосновеніе съ отдѣльными минералами. Въ породахъ массивныхъ эти видоизмѣненія идутъ или въ наружныхъ окраинахъ минерала, или по трещинамъ. Породы осадочныя точно такъ же представляютъ свидѣтельства подобнаго рода. Въ нѣкоторыхъ древнихъ конгломератахъ, гдѣ цементъ уже значительно метаморфизованъ, метаморфизація преимущественно произошла тамъ, гдѣ просачивающаяся вода только и могла проникать въ горную породу; отдѣльныя сбломки горныхъ породъ, образующихъ данный конгломератъ, часто вполне сохранили свой первоначальный петрографическій характеръ.

Измѣненія горныхъ породъ, производимыя водою, въ настоящее время неоспоримы, а потому мнѣніе тѣхъ ученыхъ, которые совершенно отрицаютъ значеніе гидатометаморфизма, не можетъ быть принято, а съ тѣмъ вмѣстѣ рушатся и всѣ тѣ доводы, которые приводятся ими для уничтоженія метаморфизма вообще. Если принять въ принципъ измѣненія горныхъ породъ просачивающейся водою, то рядомъ съ этимъ необходимо придти къ выводу, что чѣмъ древнѣе горная порода, тѣмъ больше она должна быть измѣнена, если въ ней находились части, способныя подвергаться измѣненію. Поэтому понятно, что наиболѣе древнія горныя породы и должны представлять наиболѣе значительныя измѣненія. Такъ какъ гнейсы относятся къ самымъ древнимъ изъ всѣхъ извѣстныхъ геологическихъ образованій, а эти породы, какъ было указано выше, постоянно возбуждали и возбуждаютъ безконечныя споры о своемъ происхожденіи, то, по выше сдѣланному заключенію, необходимо признать

за такими породами наибольшую, возможную степень измѣненія. Съ этой точки зрѣнія становится также вполне понятнымъ не только разнообразіе, но и малая плодотворность тѣхъ гипотезъ, которыми пытались объяснить происхожденіе такихъ древнихъ горныхъ породъ.

Кальковскій, по поводу такихъ древнихъ горныхъ породъ, говоритъ слѣдующее: „...я, равно какъ однажды сказано это было А. Иностранцевымъ, считаю гнейсы и слюдяныя сланцы пока еще только „петрографическими іероглифами“. Точно такъ же и Лаппаранъ по тому же поводу говоритъ: „Вѣрно только, что, какъ сказано это было Г. Иностранцевымъ, гнейсы и слюдяные сланцы при теперешнемъ состояніи науки суть только „петрографическіе іероглифы“. Какое бы ни было ихъ происхожденіе, мы знаемъ то, что, по нашему мнѣнію, наиболѣе важно. Здѣсь мы подразумѣваемъ то замѣчательное однообразіе этихъ первозданныхъ горныхъ породъ, съ какими они являются въ различныхъ пунктахъ земного шара. Такой характеръ породъ, діаметрально противоположный характеру породъ обломочныхъ, указываетъ несомнѣнно, что эти породы занимаютъ въ природѣ особое мѣсто. Что бы ни говорили, а онѣ составляютъ однообразное основаніе, которое поддерживаетъ все разнохарактерное зданіе всѣхъ слоистыхъ образованій“. Къ этимъ словамъ Лаппарана должно прибавить, что какъ глубокая древность разсматриваемыхъ горныхъ породъ, такъ и принимаемое нами значеніе гидрохимическихъ процессовъ даютъ возможность видѣть въ этихъ породахъ—породы, наиболѣе измѣненныя.

Значеніе процессовъ видоизмѣненія отдѣльныхъ минераловъ и ихъ новообразованія, со введеніемъ микроскопа, мало-по-малу стало получать надлежащее значеніе въ петрографіи. Изученіе древнихъ изверженныхъ породъ, какъ діоритовъ, диабазовъ, порфиритовъ и ряда другихъ, дало возможность не только указать соответствующія имъ аналоги въ породахъ настоящаго времени, но съ надлежащими приемами возстановить ихъ истинный характеръ,—въ большинствѣ случаевъ вполне отвѣчающій новѣйшимъ горнымъ породамъ. Такія древнія горныя породы представляютъ обыкновенно значительныя измѣненія своихъ составныхъ частей, и задача геолога должна быть направлена къ отысканію тѣхъ первичныхъ элементовъ, которые, подъ вліяніемъ воды, дали матеріалъ для новообразованій и которые маскируютъ первоначальный характеръ горной породы. Съ этой точки зрѣнія теперь возможно отличить какъ первичные, такъ и вторичные минералы въ данной горной породѣ. Кромѣ того, въ ряду этихъ послѣднихъ, т.-е., вторичныхъ минераловъ, уже возможно отличить подвижные минералы отъ неподвижныхъ, т.-е. такіе, которые не только могутъ отлагаться въ самой горной породѣ, но могутъ быть вынесены растворами и отложены въ порахъ и полостяхъ или трещинахъ, образовать собою секреціи и жилы. Для примѣра можно указать на хлоритъ, талькъ, эпидотъ и желѣзный блескъ, какъ на вторичные подвижные минералы, или на біотитъ, какъ на вторичный неподвижный минералъ, и т. д. Для нѣкоторыхъ случаевъ это образованіе вторичныхъ минераловъ на счетъ матеріала первичныхъ представляетъ еще и тотъ

интересъ, что бросаетъ нѣкоторый свѣтъ на петрографическіе эквиваленты, т.-е. на минералы, являющіеся замѣстителями другъ друга въ нѣкоторыхъ горныхъ породахъ. Роговая обманка, подъ вліяніемъ процессовъ видоизмѣненія, даетъ біотитъ, а этотъ минералъ уже давно считается петрографическимъ эквивалентомъ роговой обманки. То же самое представляютъ лабрадоръ и сосюритъ, а потому изученіе такихъ процессовъ видоизмѣненія указываетъ извѣстную генетическую связь, которая существуетъ между нѣкоторыми петрографическими эквивалентами.

Понятно, что чѣмъ больше образовалось въ данной сложной горной породѣ вторичныхъ минераловъ, тѣмъ сложнѣе и запутаннѣе долженъ быть ея петрографическій характеръ. Въ олонецкихъ діоритахъ, относящихся по времени происхожденія къ началу каменноугольнаго періода, можно насчитать около 20 различныхъ минераловъ, тогда какъ нормальный составъ діоритовъ характеризуется всегда двумя минералами. Съ отдаленнаго времени образованія эта массивная горная порода должна была претерпѣть болѣе или менѣе существенное видоизмѣненіе. Плагіоклазъ ея далъ отчасти эпидотъ, отчасти каолинъ и кварцъ. Роговая обманка дала хлоритъ, біотитъ, актинолитъ; магнитный желѣзнякъ далъ желѣзный блескъ, водную и безводную окись желѣза; титанистый желѣзнякъ—лейкоксенъ и т. д. Подробное изученіе этихъ породъ обнаружило, что степень измѣненія ихъ можетъ быть весьма различна и что представляется полная возможность построить генетическую лѣстницу отъ такихъ породъ, которыя, повидимому, уже утратили право называться діоритами, до роговообманковаго андезита включительно, и что діоритъ есть, такъ сказать, промежуточная стадія между настоящими андезитами и породами, относимыми (какъ амфиболитъ съ разностями) уже къ группѣ слоистыхъ сложныхъ породъ.

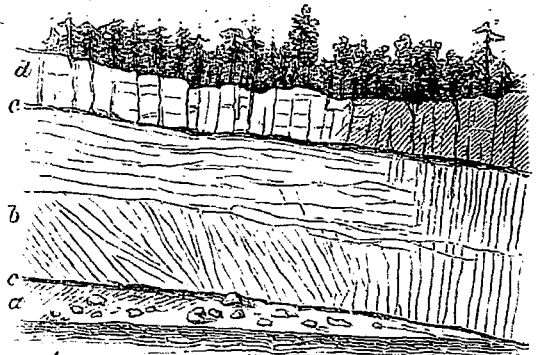
Въ нѣкоторыхъ случаяхъ представляется возможность выразить такіа измѣненія химическими формулами и иногда найти въ самой измѣненной горной породѣ налицо большую часть матеріала первичныхъ минераловъ. Необходимо имѣть въ виду, что измѣненія совершаются не съ какою-либо одною частью горной породы, а захватываютъ собою и другія, такъ что возможно образованіе болѣе сложныхъ вторичныхъ минераловъ.

Изверженныя горныя породы представляютъ наиболѣе сложный петрографическій характеръ, а потому въ нихъ заключено значительно больше матеріала, нетронутого водою и способнаго видоизмѣняться. Конечно, для измѣненій, въ особенности болѣе или менѣе существенныхъ, необходимо время, а потому въ наиболѣе древнихъ горныхъ породахъ надо рассчитывать встрѣтить измѣненія въ болѣе широкихъ размѣрахъ. Несмотря на то, иногда даже болѣе новыя горныя породы, т.-е. относимыя къ третичной системѣ, обнаруживаютъ довольно замѣтную степень видоизмѣненія своихъ минераловъ. Оливинъ базальтовъ и ихъ основная масса часто представляютъ весьма значительную степень измѣненія, а вскипаніе нѣкоторыхъ базальтовъ съ кислотами съ наглядностью доказываетъ присутствіе въ нихъ углесолей—образованій позднѣйшихъ. Конечно, для болѣе видныхъ результатовъ процесса видоизмѣненія минераловъ необхо-

димо, чтобы и сами минералы обнаруживали большую или меньшую способность быстро измѣняться подѣ влияніемъ циркулирующей въ породѣ воды; но тѣмъ не менѣе, имѣя въ виду такой значительный въ геологіи коэффициентъ—какъ время, въ горныхъ породахъ находятъ въ высшей степени измѣненные минералы, химическая природа которыхъ, повидимому, способна противостоятъ дѣятельности воды весьма значительный промежутокъ времени.

Если вторичные подвижные минералы данной горной породы способны отлагаться растворами въ полостяхъ и трещинахъ горныхъ породъ, то тѣ же растворы способны выносить ихъ и въ породы сосѣднія, нижележащія. Представимъ толщу древней изверженной горной породы, обладающей достаточнымъ матеріаломъ, способнымъ подвергаться видоизмѣненію; допустимъ, что вторичные подвижные минералы будутъ не только отлагаться въ самой горной породѣ, но и выноситься изъ нея въ породы сосѣднія. Прежде всего подвергается метаморфизаціи подвижными вторичными минералами горизонтъ породъ, являющійся въ мѣстѣ соприкосновенія данной горной породы съ другими, и если, какъ и надо ожидать изъ знакомства съ пироморфизмомъ, здѣсь будутъ трещины или породы пористыя, то эти вторичные минералы выполняютъ всѣ свободныя мѣста, т. е. маскируютъ болѣе или менѣе полно явленія контактъ-метаморфизма. Вотъ почему, при разсмотрѣніи этого явленія, въ своемъ мѣстѣ, было произведено разграниченіе контактъ-метаморфизма породъ новѣйшихъ и древнихъ.

Какъ примѣръ маскировки такого контактъ-метаморфизма приведемъ изслѣдованіе этого явленія на одномъ весьма отчетливомъ разрѣзѣ по р. Суна, у водопада Гирвась-порогъ въ Олонецкой губерніи (фиг. 239). Здѣсь, въ основаніи разрѣза у уровня рѣки (а), наблюдаются выходы діорита; на него, въ видѣ довольно мощной толщи, налегаетъ кварцитъ (b), прикрывающійся снова толщею діорита (d). Характеръ расположенія горныхъ породъ указываетъ, что послѣ изверженія діорита (a) произошло въ этой мѣстности отложеніе значительной толщи песка, что доказывается присутствіемъ въ мѣстѣ слая толстыхъ слоевъ кварцита, отпечатковъ волнь. За отложеніемъ этой послѣдней толщи послѣдовало новое изверженіе діорита, который долженъ былъ обнаружить на нижележащій и прежде бывший песокъ извѣстнаго рода впечатлѣніе. Это влияние нѣкогда бывшей высокой температуры выражается здѣсь пузырястымъ, какъ бы оплавленнымъ, строеніемъ кварцита; самъ діоритъ является миндалевиднымъ. Но на самой границѣ соприкосновенія наблюдается кварцево-хлоритовый сланецъ, какъ бы съ отдѣльными прослоями афанитоваго діорита. Только подробный микроскопическій разборъ отдѣльныхъ горныхъ породъ этого разрѣза даетъ возможность изучить маскировку, произведенную позднѣйшимъ гидатоморфизмомъ. Верхній діоритъ, по микроскопическому анализу, оказался содержащимъ въ довольно большомъ коли-



Фиг. 239. Р. Суна, Гирвась-порогъ въ Олонецкой губерніи.

a и d—діоритъ, b—кварцитъ, c—мѣста соприкосновенія.

частяѣ слюду и хлоритъ, т.-е. явился слюдяно-хлоритовою разностью діорита. Полятно, что такой подвижной вторичный элементъ горной породы, какъ хлоритъ, могъ быть и вынесенъ изъ горной породы и отложился какъ въ контактѣ, образовавъ съ кварцитомъ кварцево-хлоритовый сланецъ, такъ былъ доставленъ растворомъ и въ нижележащія породы, провикъ до границы соприкосновенія кварцитовъ съ нижележащимъ діоритомъ и отложился на границѣ въ трещинѣ въ видѣ тальково-хлоритоваго сланца. Если отбросить здѣсь вторичные подвижные минералы, т.-е. хлоритъ, желѣзный блескъ и красную окись желѣза, то возстановленная такимъ способомъ горная порода представляютъ слѣдующее: огненно-жидкій палеозойскій роговообманковый андезитъ, соприкасаясь съ пескомъ или песчанникомъ, обнаружилъ на него вліяніе своей высокой температуры тѣмъ, что частью сплавился съ кварцемъ осадочной горной породы, отчасти же кварцевыя зерна являются механически включенными въ изверженную породу. Кроме того, вліяніе высокой температуры обусловило появленіе пористаго и пузыристаго строенія, причеиъ часть поръ выполнена вторичными минералами. То же самое можно сказать и о самомъ діоритѣ, который, являясь близъ мѣста соприкосновенія мидалевиднымъ, подъ вліяніемъ быстро охлаждающей поверхности песка или песчанника, а равно и подъ вліяніемъ паровъ воды, выдѣляющихся изъ изверженной породы, первоначально такъ же былъ пористъ и пещеристъ, но съ теченіемъ времени пустоты были заняты вторичными подвижными элементами—какъ результатъ гидатоморфизма. При процессахъ видоизмѣненія первоначальныхъ петрографическихъ элементовъ діорита, какъ можно показать и химическимъ уравненіемъ, необходимо выдѣленіе значительнаго количества кремнезема. Это вещество, выносимое водою изъ измѣняющихся діоритовъ, цементировало собою нижележащіе пески или песчанники, превративъ ихъ съ теченіемъ времени въ плотные кварциты. Вся мощность измѣненныхъ контактъ-метаморфизмомъ горныхъ породъ опредѣляется здѣсь всего въ 0,75 метра, тогда какъ въ тѣхъ же мѣстахъ, въ мѣстахъ контактъ-метаморфизма съ известняковыми породами, та же толща измѣняется только 0,1 метра, что, вѣроятно, обусловлено болѣе легкимъ сплавленіемъ известковыхъ породъ съ породою изверженною и послѣдующимъ уничтоженіемъ контактной толщи.

Въ томъ же Олонеккомъ краѣ можно наблюдать и контактъ-метаморфизмъ палеозойскихъ диабазовъ. Здѣсь самъ діабазъ къ мѣсту соприкосновенія или принимаетъ афанитовое строеніе, или переходитъ въ порфиритъ. Сосѣдній кварцитъ иногда является пористымъ и поры его отчасти заняты эпидотомъ. Наблюдая такой діабазъ, можно замѣтить, что и въ немъ самомъ, насчетъ его плагиоклаза, наблюдаются новообразования эпидота, а потому этотъ послѣдній минераль не только отложился въ самой горной породѣ, но и былъ вынесенъ растворами въ породу сосѣднюю, гдѣ и занялъ поры въ мѣстѣ ея соприкосновенія съ діабазомъ.

Въ строгомъ смыслѣ слова, въ природѣ встрѣчаютъ крайне мало горныхъ породъ, сохранившихъ свой первоначальный характеръ, т.-е. не метаморфизированныхъ. Довольно часто даже обыкновенный рѣчной песокъ настоящаго времени уже представляетъ до вѣкоторой степени породу метаморфическую, являясь связаннымъ цементомъ—окисью желѣза. Слѣдовательно, такое явленіе гидатоморфизма должно быть принято, какъ общераспространенное. Въ отдѣльныхъ случаяхъ, на примѣрѣ образования известняка и переходѣ его въ доломитъ и кристаллически-зернистую разность, уже было указано значеніе гидатоморфизма. Но эти случаи наиболѣе простые. Въ сосѣдствѣ съ измѣняющимися изверженными горными породами, какъ матеріаломъ, наиболѣе богатымъ разнообразными химическими веществами, гидатоморфизмъ долженъ обнаружить наиболѣе сильное видоизмѣненіе горныхъ породъ. Подвижные вторичные минералы, выносясь водою въ породы сосѣднія, могутъ болѣе или менѣе сильно измѣнять ихъ въ породы метаморфическія. Хлоритовыя или тальковыя со-

ставныя части, проникая въ песчаники, известняки или глинистые сланцы, могутъ метаморфизировать ихъ и готовить породы совершенно новыя. Такъ изъ сланцеватыхъ кварцевыхъ песчаниковъ, при отложеніи въ нихъ хлорита или талька могутъ образоваться хлоритовые и тальковые сланцы. Изъ тонкослоистаго известняка или доломита, чрезъ прибавленіе талька, можетъ образоваться известковый или доломитовый тальковый сланецъ. Изъ толстослоистаго доломита, чрезъ отложеніе въ немъ, безъ всякой видимой правильности, листочковъ талька и хлорита—горшечный камень. Изъ глинистаго сланца такимъ путемъ образуются глинистые хлоритовые и тальковые сланцы и т. д. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ микроскопическій анализъ даетъ возможность до известной степени слѣдить за такими позднѣйшими отложеніями горной породы. Если приготовить микроскопическій препаратъ изъ тонкослоистаго известняка, взятаго близъ мѣста его соприкосновенія съ богатымъ эпидотомъ діоритомъ Олонецкой губерніи, то можно замѣтить слѣдующее: какъ-разъ на поверхности тонкихъ прослоевъ глины въ известнякѣ будутъ наблюдаться отложенія эпидота въ большихъ скопленіяхъ и въ видѣ призмъ, параллельныхъ прослоямъ глины, тогда какъ отдѣльныя зерна его, только въ небольшомъ количествѣ, встрѣчаются между зернами кальцита, образующими известнякъ. Общее впечатлѣніе, производимое такимъ препаратомъ, заставляетъ сравнить его съ сложнымъ фильтромъ, причемъ на поверхности отдѣльныхъ фильтровъ, его составляющихъ, и отложился вторичный минераль, метаморфизирующій горную породу. Новообразование могло произойти изъ растворовъ только тамъ, гдѣ эти послѣдніе могли проникать въ горную породу, гдѣ наиболѣе долгое время они задерживались, а въ этомъ послѣднемъ случаѣ глинистые прослой и служили задержкою для такого движенія растворовъ въ глубину.

Такимъ путемъ идетъ метаморфизація какъ породъ кристаллическихъ, такъ и обломочныхъ, какъ изверженныхъ, такъ и осадочныхъ. Растворы, притекающіе въ эти породы, или приносятъ изъ другихъ породъ метаморфизирующій матеріалъ, или заимствуютъ его изъ самой горной породы. Вотъ почему и въ ряду метаморфическихъ горныхъ породъ находятъ такое значительное разнообразіе. Сюда относятъ и такія сравнительно простыя горныя породы, какъ, напр., хлоритовые, тальковые, роговобманковые и авгитовые сланцы, такъ и болѣе сложныя породы—слюдяные и глинистые сланцы (съ его разностями), филлиты, итаколумитъ, амфиболитъ и т. п. Большинство перечисленныхъ горныхъ породъ представляетъ болѣе или менѣе тѣсную связь съ какими-либо изъ малоизмѣненныхъ породъ настоящаго времени; онѣ то примыкаютъ къ настоящимъ осадочнымъ, какъ разнообразныя разности глинистыхъ сланцевъ, то къ изверженнымъ, т.-е. образовавшимся тѣмъ путемъ, какъ происходятъ лавы или ихъ рыхлые продукты; такъ, амфиболитъ тѣсно связанъ съ діоритами и ихъ туфами, шальштейнъ—съ діабазовыми туфами и т. д.

Въ связи съ метаморфизмомъ необходимо поставить и свопленіе въ природѣ многихъ (железныхъ, мѣдныхъ и т. д.) рудъ. Уже давно сложилось мнѣніе, что известныя руды встрѣчаются въ известныхъ горныхъ породахъ, и даже эти отношенія имѣли вполне опредѣленное выраженіе:

извѣстныя руды любятъ извѣстныя горныя породы. Такое отношеніе, по крайней мѣрѣ, для нѣкоторыхъ случаевъ въ настоящее время находятъ себѣ въ гидатоморфизмѣ реальное объясненіе.

При разсмотрѣніи процессовъ видоизмѣненія горныхъ породъ были указаны случаи образованія, какъ побочныхъ продуктовъ, нѣкоторыхъ желѣзныхъ минераловъ. Въ этомъ отношеніи въ особенности интересно видоизмѣненіе оливина въ серпентинъ, дающее, какъ вторичный продуктъ, магнитный желѣзнякъ. По химической формулѣ этого перехода точно также легко усмотрѣть, что оливинъ содержитъ болѣе закиси желѣза, чѣмъ серпентинъ, а потому при превращеніи одного минерала въ другой выдѣленіе магнитнаго желѣзняка вполне естественно. То же самое наблюдается и при видоизмѣненіи роговой обманки въ біотитъ, гдѣ также въ довольно большомъ избыткѣ выдѣляется магнитный желѣзнякъ. Такъ какъ мѣста находенія магнитнаго желѣзняка связаны съ развитіемъ породъ метаморфическихъ, а въ нѣкоторыхъ мѣстахъ его находеніе прямо связано съ извѣстною горною породою, напр., съ діоритомъ, то вполне легко объяснить способъ происхожденія этихъ рудъ, сопоставляя ихъ съ гидатоморфическими процессами.

Значительное количество массивныхъ горныхъ породъ содержитъ въ примѣси магнитный желѣзнякъ, а потому, если данная горная порода будетъ подвергаться, подъ вліяніемъ гидатоморфизма, видоизмѣненію, то и побочный минералъ, точно также подъ вліяніемъ процессовъ окисленія, можетъ дать рядъ минераловъ окиси желѣза (бурые желѣзняки, желѣзный блескъ, красный желѣзнякъ). Въ распредѣленіи этихъ минераловъ въ природѣ, въ особенности желѣзныхъ блесковъ и красныхъ желѣзняковъ, точно такъ же оказывается, что наибольшія ихъ скопленія встрѣчаются въ породахъ метаморфическихъ. Въ такихъ рудныхъ минералахъ, какъ желѣзный блескъ и красный желѣзнякъ должно признать вторичные подвижные минералы, т.-е. могущіе не только отлагаться въ той самой породѣ, которой они обязаны своимъ происхожденіемъ, но и быть вынесенными и отложенными въ полостяхъ и трещинахъ, а равно и въ сосѣднихъ горныхъ породахъ. Олонецкій край представляетъ многочисленныя случаи зависимости происхожденія вышеуказанныхъ рудъ отъ процессовъ видоизмѣненія діоритовъ; руды встрѣчаются въ этой мѣстности не только въ самихъ діоритахъ, но и въ видѣ минераловъ, выполняющихъ ихъ трещины и пустоты, а равно и представляющихъ скопленія въ мѣстахъ соприкосновенія съ другими горными породами. То же самое надо сказать о мѣдныхъ рудахъ и объ ихъ довольно тѣсномъ соотношеніи съ древними плагиоклазовыми горными породами, причемъ продукты ихъ окисленія и болѣе сложныя соли проникаютъ и въ сосѣднія горныя породы, обогащая рудою и эти послѣднія. Хромистый желѣзнякъ встрѣчается въ серпентинѣ, и такъ какъ эта послѣдняя порода большинствомъ ученыхъ признается за породу метаморфическую, образовавшуюся чрезъ видоизмѣненіе породъ, содержащихъ оливинъ, то очевидно, что и въ хромистомъ желѣзнякѣ должно видѣть минералъ, обязанный своимъ происхожденіемъ метаморфическимъ процессамъ.

Нахожденіе самороднаго желѣза въ базальтахъ и анамезитахъ, золота въ андезитахъ и весьма вѣроятное нахожденіе другихъ самородныхъ металловъ въ сложныхъ горныхъ породахъ даетъ ключъ къ разясненію причинности тѣсной связи рудныхъ мѣсторожденій съ измѣненными древними сложными горными породами. Наболѣе богатые, доставляющіе наибольшее количество металла, горные округи, суть въ то же время и области развитія древнихъ метаморфическихъ горныхъ породъ, а потому гидатоморфизмъ имѣетъ громадное значеніе и въ выясненіи причинности рудоносности данной мѣстности. Хотя очень крупныя мѣсторожденія такихъ рудъ какъ магнитный (гора Благодать, Высокая) или хромистый желѣзняки едва ли могутъ быть объяснены только метаморфическими процессами. Для объясненія ихъ происхожденія необходимо допустить, что раньше остыванія горной породы, сопровождающей руду, изъ нея, путемъ дифференціаціи, выдѣлилось скопленіе, какъ наболѣе тяжелыхъ, рудныхъ минераловъ и уже затѣмъ произошло остываніе изверженной горной породы.

Еще сравнительно недавно, при разборѣ значенія гидатоморфизма и допущенія его, какъ одного изъ главнѣйшихъ дѣятелей, видоизмѣняющихъ горныя породы, на гидрохимическія реакціи смотрѣли, какъ на приносъ извнѣ необходимыхъ для процессовъ видоизмѣненія растворовъ. Для нѣкоторыхъ случаевъ приходится допустить это довольно неопредѣленное „извнѣ“ и теперь, но для другихъ уже можно съ достаточною положительностью указать тѣ породы, откуда заимствуется матеріалъ для метаморфизма. Было указано, что Леопольдъ фонъ-Бухъ первый обратилъ вниманіе на зависимость доломитизаціи известняка древнею изверженною горною породою въ долинѣ Фасса, въ Тиролѣ, хотя и неправильно старался объяснить это измѣненіе парами магнезіи. Въ настоящее время надо допустить, что это „извнѣ“ для известняковъ долины Фасса—есть древняя изверженная горная порода, которая подъ вліяніемъ видоизмѣненій, вызванныхъ гидрохимическими процессами, дала въ избыткѣ соли магніа, при помощи которыхъ и произошла доломитизація известняка. Для олонецкихъ доломитовъ можно принять доказаннымъ, что ихъ образованіе изъ известняковъ прямо обязано процессамъ видоизмѣненія діоритовъ и тѣмъ растворамъ, которые, получаясь при этомъ, проникали въ сосѣдній известнякъ. Вблизи діоритовъ доломитъ этой мѣстности представляетъ не только нормальный составъ, но является съ избыткомъ магнезіи, тогда какъ, по мѣрѣ удаленія отъ діорита, количество магнезіи уменьшается. Изъ вышесказаннаго не слѣдуетъ однако дѣлать выводъ, что всѣ доломиты и доломитизированные известняки образовались при посредствѣ матеріала изверженной горной породы,—могутъ быть и другіе случаи, о которыхъ было уже говорено въ своемъ мѣстѣ (стр. 352). Тѣмъ не менѣе богатство изверженныхъ горныхъ породъ разнообразными химическими веществами неволью даетъ поводъ предполагать, что въ этихъ послѣднихъ содержится и наибольшій матеріалъ для видоизмѣненій, при помощи котораго будетъ измѣняться не только сама изверженная порода, но и ей сосѣднія.

Гидатоморфизмъ имѣетъ еще одну интересную сторону. Видоизмѣненія, происходящія въ горной породѣ и вызванныя гидрохимическими процессами, обусловлены или приносомъ или выносомъ изъ породы извѣстнаго количества матеріала. И тотъ и другой случай приводятъ къ заключенію, что совершенно параллельно этому явленію должно наблюдаться или увеличеніе, или уменьшеніе объема измѣняющейся горной породы. Наиболѣе простой случай перехода известняка въ гипсъ подѣ вліяніемъ окисленія сѣрводорода въ сѣрную кислоту, или ангидрита въ гипсъ отъ присоединенія воды, представляетъ одинъ изъ нагляднѣйшихъ примѣровъ того значительнаго увеличенія объема, которое можетъ наблюдаться въ горной породѣ подѣ вліяніемъ гидрохимическихъ процессовъ. Эти процессы идутъ весьма медленно и постепенно видоизмѣняютъ горную породу, а потому, если представить себѣ, что такая измѣняющаяся горная порода лежитъ на глубинѣ, подѣ другими горными породами, то измѣненія ея объема на дневной поверхности могутъ выражаться медленными вѣковыми колебаніями: въ зависимости отъ уменьшенія объема—опусканіемъ, въ зависимости отъ увеличенія объема—поднятіемъ. Нѣкоторые ученые именно въ этихъ процессахъ видятъ объясненіе тѣхъ колебаній, которыя называются вѣковыми и которыя захватываютъ мѣстности, не обнаруживающія проявленій сильной вулканической дѣятельности.

Выше было сказано, что, принимая въ принципѣ вліяніе гидрохимическихъ процессовъ, надо придти къ заключенію, что древнія горныя породы должны представлять наибольшія измѣненія. Теперь же можно прибавить, что эти измѣненія будутъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ больше и разнообразнѣе былъ матеріалъ для метаморфизаціи.

Изъ всего вышесказаннаго о составѣ, происхожденіи и метаморфизмѣ горныхъ породъ представляется возможность сдѣлать слѣдующій выводъ: каждая горная порода зарождается однимъ изъ разсмотрѣнныхъ выше способовъ; подѣ вліяніемъ метаморфическихъ процессовъ въ ней происходятъ измѣненія, которыя можно назвать ея жизнью, и, наконецъ, подѣ вліяніемъ процессовъ вывѣтриванія, связь между отдѣльными составными частями породы нарушается, и она распадается въ песокъ и щебень, которые, дѣлаясь достояніемъ атмосферы и текущей воды, могутъ уноситься и смѣшиваться съ другими подобными же продуктами. Такой процессъ уничтоженія данной горной породы надо назвать ея смертью.

III.

СТРАТИГРАФІЯ.

Изученіе современныхъ геологическихъ явленій и матеріала, образующаго земную поверхность, еще не даетъ возможности приступить къ разбору и классификаціи геологическихъ памятниковъ. Для этого необходимо предварительно познакомиться съ тѣми приемами, которые употребляются для подобнаго разбора, а равно и съ тѣми принципами, на которыхъ они основаны. Такъ какъ поверхность земли слагается изъ опредѣленнаго минералогическаго матеріала или изъ горныхъ породъ, то вполне возможно, на основаніи знакомства съ двумя предшествующими отдѣлами, усвоить себѣ принципы и вытекающіе изъ нихъ приемы съ петрографической точки зрѣнія. Въ осадочныхъ горныхъ породахъ встрѣчаются въ ископаемомъ состояніи нѣкогда жившіе организмы; знакомство же съ участіемъ организмовъ, какъ геологическихъ дѣятелей, а равно и извѣстная законность въ ихъ распредѣленіи какъ на поверхности суши, такъ и въ моряхъ и океанахъ,—все это приводитъ къ возможности разсматривать тѣ же приемы, а равно и управляющіе ими принципы, еще и съ палеонтологической точки зрѣнія. Разборъ геологическихъ памятниковъ и тѣхъ принциповъ, которые даютъ возможность производить таковой разборъ, возможенъ какъ съ той, такъ и съ другой стороны, а потому довольно естественно будетъ дѣленіе разсматриваемой главы на петрографическую и палеонтологическую стратиграфію.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ СТРАТИГРАФІЯ.

Слой и наслоеніе.

Слой, или пласть.—Осадокъ, выносимый съ суши въ море, отлагается на днѣ этого послѣдняго и, конечно, будетъ первоначально выполнять всѣ неровности дна воднаго бассейна, а уже затѣмъ отлагаться въ

видѣ массы, ограниченной сверху и снизу двумя болѣе или менѣе параллельными другъ другу поверхностями; такой массѣ осадка дають наименованіе слоя, или пласта. Давно уже ученыхъ занималъ вопросъ объ опредѣленіи того предѣльнаго угла склона, на которомъ могутъ отлагаться осадки, представляющіе форму слоя. Изъ опытовъ Розета такой предѣльный уголъ опредѣляется не менѣе 30° , но опыты Бишофа дали величину для такого угла въ 45° . Бишофъ бралъ стеклянный ящикъ съ двумя днами, изъ которыхъ одно было подвижное, т.-е. являлось прикрѣпленнымъ только одною своею стороною при помощи шарнира къ стѣнкѣ ящика и могло быть поставленнымъ относительно нижняго дна подъ какимъ-либо угломъ; сосудъ наполнялся водою, содержащею въ механически-взвѣшенномъ состояніи глину. Когда глина осѣла, то измѣрялся объемъ осадка, полученнаго какъ на наклонномъ днѣ, такъ и на днѣ горизонтальномъ, а отсюда выводилось извѣстное соотношеніе. Такіе опыты дали для угла въ 15° количество осадка равное 70% сравнительно съ горизонтальнымъ, а для наибольшаго угла, при которомъ только возможно отложеніе осадка, т.-е. угла въ 45° —всего 1% .

Изъ самаго способа образованія слоя можно вывести его опредѣленіе, какъ массы осадочной горной породы, ограниченной параллельными поверхностями. Направленіе и расположеніе такихъ поверхностей выражается или наиболѣе легкимъ расколомъ, или различною крупностью величины зерна осадка, или, наконецъ, различіемъ окраски. Поверхность слоя или бываетъ совершенно ровною, или носить на себѣ различныя слѣды, напримѣръ: волнъ, дождя, животныхъ или нѣкогда бывшихъ трещинъ.

Во время образованія осадка, когда онъ еще находился въ мягкомъ состояніи, волны того бассейна, гдѣ происходило отложеніе, могли оставить слѣды своего движенія, которое наблюдается и понынѣ, въ особенности на песчаныхъ отмеляхъ. Надо замѣтить, что такіе слѣды волнъ занимаютъ иногда довольно широкую прибрежную полосу воднаго бассейна и наблюдаются, какъ въ Онежскомъ озерѣ, до глубины 8 футовъ, хотя здѣсь растояніе между отпечатками волнъ значительно шире, чѣмъ у самаго берега. Такіе слѣды волнъ на поверхности слоя извѣстны изъ весьма древнихъ образованій, что указываетъ на полную возможность ихъ продолжительнаго сохраненія. Точно такъ же мягкой осадокъ способенъ запечатлѣть и слѣды дождя; каждая капля этого послѣдняго, ударяясь съ силою въ мягкой осадокъ, производитъ углубленіе, и при этомъ, если дождь былъ косой, то и углубленія являються косыми къ поверхности слоя. Одинъ изъ случаевъ такого сохраненія уже былъ представленъ на фиг. 32 (стр. 64) изъ древнихъ каменноугольныхъ образованій.

Передвиженіе животныхъ по мягкой поверхности осадка также можетъ оставить по себѣ болѣе или менѣе отчетливыя слѣды, что, конечно, зависитъ отъ пластичности самаго осадка. Движеніе четвероногихъ, какъ изображено на фиг. 240, часто представляетъ прекрасное сохраненіе отпечатковъ слѣдовъ ихъ конечностей. На поверхности многихъ слоевъ находятъ отпечатки движеній разнообразныхъ животныхъ. Еще недавно

принимали одинъ изъ весьма древнихъ песчаниковъ за избылующій остатками фукосовъ (фуконидный песчаникъ). Къ такому заключенію пришли изъ наблюдений надъ поверхностью слоевъ, являющихся покрытыми разнообразными фигурами, напоминающими отпечатки водорослей. Экспериментальныя наблюденія Натгорста обнаружили вполне ясно, что эти слѣды не есть отпечатки фукосовъ, а слѣды движенія морскихъ червей.

Освобожденный отъ воды береговой осадокъ можетъ подъ вліяніемъ быстро высохання давать трещины, которыя со временемъ могутъ быть



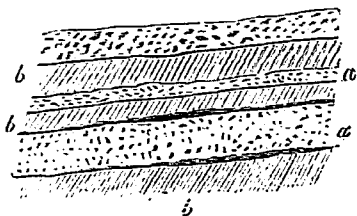
Фиг. 240. Слѣды хиротеріума и трещины на поверхности слоя песчаника изъ триасовыхъ образованій.

снова выполнены осадкомъ. Такое выполненіе трещинъ извѣстно изъ весьма древнихъ образованій (фиг. 240) и даетъ возможность въ настоящее время судить о томъ, что данный осадокъ подвергался быстрому высоханию.

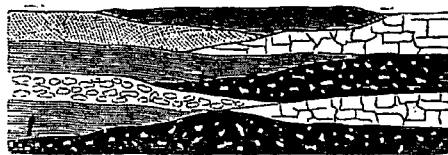
Признакъ слоя или пласта выражается не только параллельностью поверхностей, но часто проявляется и параллельнымъ строеніемъ самой массы его составляющей. Это послѣднее качество обнаруживается также различіемъ и измѣненіемъ цвѣта или величины зерна, обиліемъ нѣкоторыхъ его частей ископаемыми остатками, или же легкимъ расколомъ, т.-е. сланцеватостью. Значительно рѣже въ слоевъ наблюдается отступленіе отъ вышеуказаннаго расположенія массы, его образующей. Эти отклоненія наблюдаются въ томъ случаѣ, когда въ расположеніи массы замѣтна слоистость, пересекающая подъ нѣкоторымъ угломъ поверхность, ограничивающую слой (фиг. 241, b), а не идущая ей параллельно. Такой случай называется ложною, или сложною, или діагональною слое-

ватостью, и особенно часто наблюдается въ прибрежныхъ песчаникахъ. Въ русскихъ девонскихъ песчаникахъ и олонечкихъ кварцитахъ эта ложная слоеватость представляетъ часто въ высшей степени сложные рисунки, тогда какъ характеръ слоя и параллельность его поверхностей выражается вполне отчетливо.

Прямая и кратчайшая линия, соединяющая верхнюю и нижнюю поверхность одного и того же слоя, опредѣляетъ его толщину, которую принято называть мощностью слоя. Величина этой линіи выражается какъ нѣсколькими миллиметрами, такъ и нѣсколькими метрами; даже въ одномъ и томъ же слоѣ она бываетъ различна. Въ томъ случаѣ, когда въ какомъ-либо одномъ мѣстѣ мощность пласта значительно увеличена, тогда какъ въ прилегающихъ мѣстахъ онъ утоняется, такой пластъ называютъ чечевицеобразнымъ. Если мощность пласта сводится къ нулю,



Фиг. 241. Примѣръ ложной или сложной слоеватости.



Фиг. 242. Примѣръ выклиниванія слоевъ.

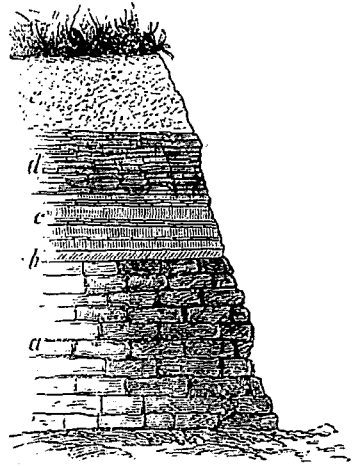
то говорятъ, что слоѣ выклинивается (фиг. 242). Слои, содержащіе полезныя ископаемыя, называютъ флѣцами, напримѣръ, флѣць каменной соли и т. д. Когда мощность слоя колеблется весьма значительно, то его называютъ залежью. Эти термины, впрочемъ, въ значительной степени широко понимаются, и мѣсторожденіе той же каменной соли называютъ залежью.

Пересѣченіе слоя съ поверхностью земли называютъ выходомъ или обнаженіемъ, а въ томъ случаѣ, когда слои выведены изъ горизонтальнаго положенія, то головою слоя. Точно такъ же и относительно поверхностей слоя приняты извѣстные термины; такъ верхнюю поверхность его, соприкасающуюся съ болѣе новыми отложеніями, называютъ кровлею слоя, а нижнюю—подошвою. Если слоѣ принимаетъ весьма незначительную мощность, то его называютъ прослоемъ, или пропластомъ.

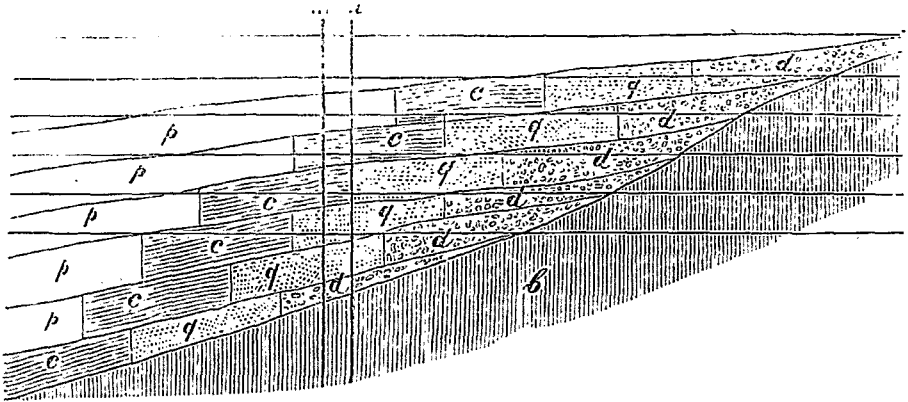
Наслоеніе.—Слои обыкновенно встрѣчаются совместно другъ съ другомъ и, если они налегаютъ одинъ на другой, сохраняя полный параллелизмъ своихъ поверхностей, то такую группу слоевъ называютъ наслоеніемъ, системою, рядомъ, или свитою слоевъ. Извѣстное наслоеніе представляетъ вполне связанное отложеніе осадка, происшедшаго на днѣ воднаго бассейна. Точно такъ же и о группѣ слоевъ, какъ и объ отдѣльномъ слоѣ, въ томъ случаѣ, если она покрываетъ другую группу слоевъ, или другой слоѣ, говорятъ, что она составляетъ висячій блокъ этихъ послѣднихъ, а если она является подъ ними, то составляетъ

ихъ лежачій' бока. Въ группѣ слоевъ то наблюдается довольно рѣзкое различіе между отдѣльными слоями, что обыкновенно обусловлено рѣзкимъ различіемъ петрографическаго характера горныхъ породъ, то, напротивъ, крайне постепенные переходы, вызванные постепеннымъ его измѣненіемъ. Могутъ быть случаи, когда группа слоевъ обнаруживаетъ чередующееся наслоеніе. Такое наслоеніе бываетъ въ томъ случаѣ, когда среди однихъ слоевъ данной группы появляются другіе и такое чередование повторяется нѣсколько разъ.

Въ группѣ слоевъ, имѣющихъ горизонтальное, вполнѣ ненарушенное положеніе, по самому способу происхожденія породъ осадочныхъ, должно отмѣчать слои вышележащіе—какъ новѣйшіе, нижележащіе—какъ древнѣйшіе. Противъ этого положенія сдѣлано было слѣдующее возраженіе. Представимъ, что въ водномъ бассейнѣ (фиг. 244) происходитъ отложеніе осадка, который, какъ извѣстно изъ измѣренія глубины дна морей и океановъ, долженъ располагаться соотвѣтственно величинѣ или крупности зерна; поэтому болѣе крупный осадокъ *d*, напр., песокъ, отложится у самаго берега, осадокъ мельче зерномъ, напр., глинистые пески (*q*), отложится дальше и т. д.; наконецъ, гдѣ-нибудь въ открытой



Фиг. 243. Горизонтальное наслоеніе.



Фиг. 244. Схематическое изображеніе отложенія осадка, происходящаго одновременно съ опусканіемъ дна воднаго бассейна. Горизонтальныя линіи — послѣдовательныя измѣненія уровня воды бассейна, *b* — берегъ, *d*, *q*, *c*, *p* — осадки различнаго петрографическаго характера.

части бассейна будетъ отлагаться тонкій известковый илъ *p*. Допустимъ, что параллельно съ отложеніемъ осадка происходитъ и постепенное опусканіе дна воднаго бассейна, что на рисункѣ выразится перенесеніемъ линіи уровня воды выше на вторую снизу горизонтальную линію, а осадки распределятся въ томъ же порядкѣ. При допущеніи значитель-

наго промежутка времени такого одновременнаго отложенія осадковъ и постепеннаго опусканія должно получить цѣлую серію отложеній, причемъ одновременная группа осадковъ является какъ бы надвинутою на предыдущую. Если затѣмъ принять, что границы осадковъ d и d , q и q , и т. д. сольются между собою, то получается рядъ слоевъ (въ нашемъ примѣрѣ четыре), наклонно пластующихся другъ на другѣ и притомъ такъ, что слои, состоящіе изъ крупнозернистаго матеріала, будутъ лежать внизу, а все выше и выше будутъ находиться слои болѣе мелкозернистые. Въ такомъ случаѣ осадки одновременные могутъ быть приняты какъ разновременные, слой q явится болѣе новымъ, чѣмъ d , c —чѣмъ q и т. д., тогда какъ на самомъ дѣлѣ здѣсь они составляютъ только части осадка, отложеннаго въ одно и то же время. Подобное соображеніе представляетъ одинъ существенный недостатокъ въ томъ отношеніи, что составляетъ предполагать, что границы между частями одного и того же осадка будутъ рѣзкими, т.-е. d будетъ рѣзко отдѣленъ отъ q , q —отъ c , c —отъ p , тогда какъ въ дѣйствительности этого не должно быть. При отложеніи осадковъ на днѣ воднаго бассейна, какъ то показали и прямыя наблюденія, крупнозернистый осадокъ постепенно переходитъ въ осадокъ менѣе крупный и т. д., т.-е. тѣхъ рѣзкихъ границъ между слоями, которыя, для наглядности, представлены на чертежѣ, въ природѣ не наблюдается, а потому и невозможно предположеніе о сліянніи границъ отдѣльныхъ частей одного и того же осадка. Слѣдовательно, такое разсужденіе нисколько не подрываетъ общепринятаго мнѣнія о послѣдовательномъ образованіи послѣдовательно налегающихъ другъ на друга двухъ или нѣсколькихъ пластовъ.

Предшествующее разсужденіе представляетъ другую интересную сторону, дающую возможность судить о томъ, при какихъ условіяхъ колебанія дна воднаго бассейна произошла извѣстная группа осадковъ. Допуская, какъ сдѣлано выше, послѣдовательное отложеніе осадковъ различной крупности зерна, при постепенномъ опусканіи дна воднаго бассейна, необходимо прийти къ заключенію, что, по мѣрѣ погруженія, тѣ части моря, которыя прежде были мелководными, дѣлались глубоководными, а соотвѣтственно этому долженъ былъ отлагаться уже не мелководный, а глубоководный осадокъ. Если вся толща такого осадка будетъ выведена современемъ на дневную поверхность, то извѣстный характеръ расположенія слоевъ дастъ возможность судить о происхожденіи осадковъ при постепенномъ опусканіи. Конечно, встрѣтить въ природѣ такой геологическій разрѣзъ, который бы представилъ всю толщу осадка даннаго бассейна, обнаженнаго на значительномъ протяженіи, едва-ли возможно. Геологъ, встрѣчая гдѣ-нибудь между линіями m и n извѣстное расположеніе слоевъ, можетъ только по одному петрографическому характеру сдѣлать заключеніе о томъ, образовалась ли данная группа при опусканіи или при поднятіи, а равно и при спокойномъ выполненіи бассейна осадками. Между линіями m и n въ вертикальномъ направленіи наблюдается совершенно то же расположеніе слоевъ, т.-е. та же послѣдовательность, какую представляетъ одновременный осадокъ въ своемъ

распространеніи по дну моря моря, т.-е., на d налегаетъ q , на q — c , на c — p , или, иначе говоря, допуская, во время образованія осадка въ водномъ бассейнѣ, медленное опусканіе, въ группѣ слоевъ должно встрѣтить постепенный переходъ снизу вверхъ отъ осадковъ крупнозернистыхъ къ мелкозернистымъ. Примѣняя то же разсужденіе, но уже при поднятіи одновременномъ съ отложеніемъ осадка, или же при постепенномъ выполненіи воднаго бассейна въ покойномъ состояніи, надо будетъ прийти къ заключенію, что въ этомъ случаѣ должна наблюдаться послѣдовательность, при которой изслѣдователь, въ отдѣльныхъ вертикальныхъ разрѣзахъ геологическихъ образованій, будетъ переходить снизу вверхъ отъ осадковъ мелкозернистыхъ къ осадкамъ крупнозернистымъ, т.-е., расположеніе ихъ будетъ обратное первому предположенію.

Вышесказанное приводитъ къ заключенію, что по петрографическому характеру послѣдовательно налегающихъ другъ на друга слоевъ открывается возможность судить и о тѣхъ колебаніяхъ, при которыхъ происходило образованіе осадковъ. Примѣненіе этого разсужденія къ нѣкоторымъ геологическимъ образованіямъ даетъ уже теперь возможность дѣлать заключенія о явленіяхъ поднятія и опусканія, бывшихъ въ весьма древнія геологическія времена. Такъ, полная группа русскихъ пермскихъ образованій первоначально отлагалась при медленномъ опусканіи, которое смѣнилось поднятіемъ или покоемъ. Каменноугольныя образованія московскаго бассейна, во все время ихъ отложенія, сопровождалась медленнымъ опусканіемъ; группа русскихъ девонскихъ отложеній въ ихъ сѣверо-западномъ крылѣ образовалась, повидимому, при тѣхъ же явленіяхъ колебанія, какъ и пермскія, и т. д. Точно такъ же изъ ряда наблюдений надъ измѣненіемъ петрографическаго характера осадковъ въ горизонтальномъ направленіи легко усмотрѣть замѣну однихъ осадочныхъ породъ другими. Въ тѣхъ же русскихъ пермскихъ осадкахъ по мѣрѣ приближенія къ Уралу постепенно известковыя отложенія переходятъ въ песчаныя; то же самое можно сказать и о русскихъ девонскихъ образованіяхъ, гдѣ такой переходъ ихъ въ песчаныя отложенія наблюдается къ сѣверу и т. д.

Большинство осадочныхъ образованій произошло на днѣ воднаго бассейна въ горизонтальномъ или въ слабо наклонномъ положеніи. Впрочемъ, извѣстны многочисленные случаи, когда встрѣчаютъ группу слоевъ, выведенную изъ горизонтальнаго положенія и поставленную подъ болѣе или менѣе крутымъ угломъ относительно горизонта. Такое нарушеніе горизонтальнаго положенія слоевъ можетъ быть обусловлено наклоннымъ положеніемъ слоевъ, ихъ изогнутостью или складчатостью и сдвигами, и сбросами. Двѣ послѣднія формы нарушенія горизонтальнаго расположенія слоевъ также даютъ возможность приписывать ихъ происхожденіе или горизонтальнымъ, или вертикальнымъ движеніямъ, происходящимъ въ горныхъ породахъ. Всякое же вообще уклоненіе отъ горизонтальнаго расположенія слоевъ носить названіе дислокаціи.

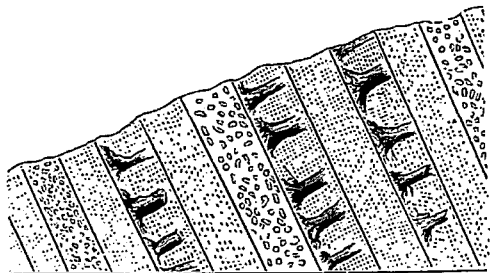
НАКЛОНЪ СЛОЕВЪ.

Выведеніе слоя или группы слоевъ изъ первоначальнаго горизонтальнаго положенія и постановку его подъ извѣстнымъ угломъ относительно горизонта называютъ наклономъ слоя или слоевъ. Наклонъ можетъ быть чрезвычайно разнообразенъ; то слои едва приподняты (фиг. 245), то уголъ наклона крутой (фиг. 246), то слои поставлены отвѣсно (фиг. 247 и фиг. 248),—въ этомъ случаѣ о нихъ говорятъ, что слои поставлены на головы—то, наконецъ, опрокинуты. Что наклонные слои первоначально были горизонтальными, въ пользу этого говорятъ довольно много-

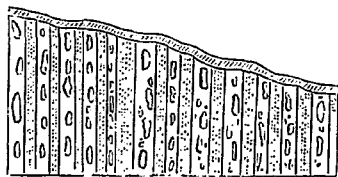


Фиг. 245. Наклонное положеніе слоевъ девонской системы въ Англии.

численные факты. Соссюръ наблюдалъ въ альпійскихъ конгломератахъ расположеніе въ нихъ въ извѣстномъ порядкѣ болѣе или менѣе крупныхъ обломкахъ горныхъ породъ. Самый способъ происхожденія уже обуславливаетъ расположеніе обломковъ конгломерата такимъ образомъ, чтобы длиннѣйшая ось обломка совпадала съ горизонтальною поверхностью. Въ такихъ же, выведенныхъ позднѣе изъ горизонтальнаго положенія, слояхъ находятъ длиннѣйшую ось этихъ обломковъ въ положеніи па-



Фиг. 246. Наклонное положеніе слоевъ.



Фиг. 247. Слои конгломерата, поставленные на головы.

раллельномъ поверхности слоя, но въ наклонномъ относительно горизонта. Еще лучшія доказательства представляютъ пни деревьевъ, являющіеся поставленными наклонно относительно горизонта и перпендикулярно къ поверхности слоя (фиг. 246). Конечно, деревья произрастали въ вертикальномъ положеніи, но послѣ своего погребенія въ осадкѣ были, вмѣстѣ съ этимъ послѣднимъ, выведены изъ горизонтальнаго положенія; ту же мысль подтверждаютъ и нѣкоторые организмы, прикрѣпляющіеся неподвижно и въ вертикальномъ положеніи къ подводнымъ предметамъ.

Наконецъ, такимъ же доказательствомъ можетъ служить и общее представленіе объ образованіи осадочныхъ горныхъ породъ, допускающее только горизонтальное или слабо наклонное ихъ положеніе. Въ томъ случаѣ, когда движеніе, обуславливающее вертикальное положеніе слоевъ, продолжается въ томъ же направленіи, то слои могутъ принять опрокинутое положеніе, т.-е. ихъ нижняя сторона сдѣлается верхнею. Въ томъ случаѣ, когда среди твердыхъ породъ еще сохранились породы мягкія, напр., глины, при подобнаго рода движеніи верхнія ихъ части



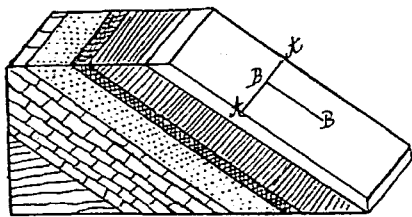
Фиг. 248. Вертикальные слои известняковъ на р. Ассѣ (Кавказъ).

могутъ соскальзывать и давить на нижнія—чѣмъ вызывается крайне сложная складчатость въ слоѣ глины, тогда какъ верхняя и нижняя его поверхность остаются параллельными другъ другу.

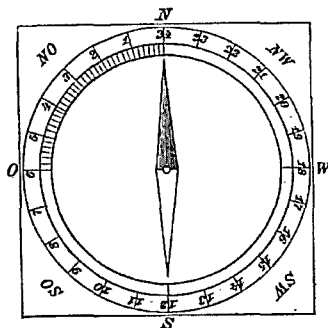
Относительно горизонтальныхъ слоевъ не требуется какихъ-либо особыхъ условныхъ терминовъ, опредѣляющихъ ихъ положеніе относительно земной поверхности; такіе слои совершенно равномерно распространяются подъ этою послѣднею. Другое представляютъ слои наклонные, вертикальные и опрокинутые, такъ какъ они пересѣкаютъ поверхность земли въ различныхъ направленіяхъ. Для полученія надлежащаго представленія о положеніи такихъ слоевъ необходимо опредѣлять ихъ отношеніе какъ къ странамъ свѣта, такъ и къ плоскости горизонта. Отношеніе слоя къ странамъ свѣта называютъ простираніемъ, а отношеніе къ горизонту—падениемъ. Ливію, опредѣляющую простираніе,

называютъ линією простиранія, а линію, опредѣляющую паденіе— линією паденія (фиг. 249). Изъ характеристики слоя или группы слоевъ можно прийти къ заключенію, что эти двѣ линіи должны быть взаимно перпендикулярны. Кроме того, опредѣленіе линіи паденія еще не даетъ полнаго представленія о положеніи группы слоевъ, потому что уголъ наклона можетъ быть крайне разнообразенъ; необходимо еще опредѣлить уголъ паденія, т.-е. тотъ уголъ, который образуетъ данный слой или группа слоевъ съ горизонтальною плоскостью.

Опредѣленіе положенія слоя при помощи линій простиранія и паденія, а равно и угла паденія представляетъ въ высшей степени большую важность въ геологіи, какъ со стороны теоретической, такъ и практической. Такое опредѣленіе производится при помощи горнаго компаса. Устройство этого инструмента представляетъ нѣкоторое отличіе отъ обыкновеннаго компаса. Магнитная стрѣлка помѣщена на цифер-



Фиг. 249. Наклонные слои. АА—линія простиранія, ВВ—линія паденія.



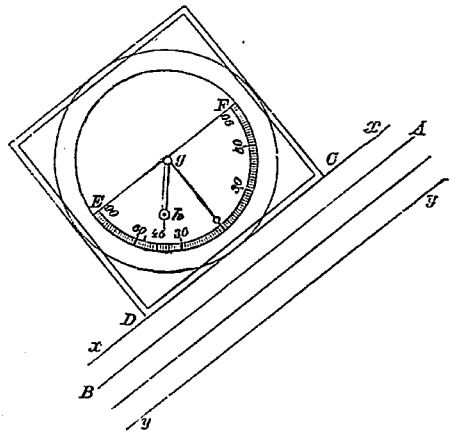
Фиг. 250. Горный компасъ.

блатъ, который, въ свою очередь, помѣщенъ на квадратной металлической пластинкѣ такъ, чтобы его СЮ-ая и ВЗ-ая линіи были перпендикулярны къ сторонамъ квадрата. Кроме того, существенное отличіе его заключается въ томъ, что востокъ обозначенъ тамъ, гдѣ западъ, и обратно (фиг. 250); это послѣднее приспособленіе, какъ увидимъ далѣе, представляетъ практическое удобство. Циферблатъ подраздѣленъ или на градусы, какъ во французскихъ горныхъ компасахъ, или на часы—какъ въ нѣмецкихъ. Во всякомъ случаѣ нуль дѣленія совпадаетъ съ сѣверомъ. Въ нѣмецкихъ компасахъ, при дѣленіи круга циферблата на часы, на сѣверной точкѣ стоитъ нуль и 24 и уже отъ нуля цифры постепенно увеличиваются въ лѣвую сторону. На французскихъ горныхъ компасахъ на томъ же мѣстѣ стоитъ нуль и 360°. Употребленіе горнаго компаса при опредѣленіи какъ линіи простиранія, такъ и линіи паденія, производится слѣдующимъ способомъ. На поверхности выхода слоя визируется линія его простиранія или паденія, и наблюдатель съ компасомъ помѣщается надъ этою линією. Наблюдатель приводитъ циферблатъ, вращая его въ горизонтальной плоскости, въ такое положеніе, чтобы СЮ-ая линія совпала съ положеніемъ магнитной стрѣлки. Затѣмъ вращаютъ компасъ въ той же горизонтальной плоскости въ правую или въ лѣвую сторону,

смотря по тому, въ какую сторону ближе, до полного совпаденія СЮ-ой линіи циферблата съ линією простиранія или паденія, а получающееся при этомъ положеніе магнитной стрѣлки, указывающей сторону свѣта и известное число градусовъ или часовъ, прямо отсчитывается на циферблатѣ по сѣверному концу магнитной стрѣлки.

Въ силу того, что линія простиранія перпендикулярна линіи паденія, достаточно опредѣлить точное направленіе только одной линіи паденія, чтобы по этому опредѣленію вычислить направленіе линіи простиранія, замѣтивъ предварительно по компасу только ту сторону, въ которую падаютъ слои, потому что паденіе отъ линіи простиранія можетъ быть или въ ту, или въ другую сторону. На практикѣ часто значительно легче визировать линію паденія, потому что выходы или головы пластовъ подъ вліяніемъ разрушенія могутъ представлять неровную линію, лишаящую возможности вполнѣ точно опредѣлить простираніе горной породы. Нахожденіе подъ рукою воды въ мѣстѣ выхода горной породы даетъ возможность, поливая ея поверхность пласта и наблюдая направленіе теченія воды по его поверхности, опредѣлить линію паденія довольно точно.

Опредѣленіе направленія линіи простиранія и паденія еще не даетъ возможности составить себѣ вполнѣ ясное представленіе о положеніи слоя; необходимо еще опредѣлить уголъ паденія. Горный компасъ, отличающійся еще однимъ приспособленіемъ отъ обыкновеннаго, снабженъ для этой цѣли отвѣсомъ. Отвѣсъ прикрѣпляется однимъ концомъ неподвижно въ центрѣ циферблата, на нѣмецкихъ горныхъ компасахъ на той же сторонѣ, гдѣ и магнитная стрѣлка, въ нѣкоторыхъ французскихъ — на другой сторонѣ. На циферблатѣ, у нижняго конца отвѣса, находятся дѣленія на градусы, захватывающія собою половину круга, причемъ дѣленія нанесены такимъ образомъ, что нуль дѣленія приходится въ положеніи перпендикулярномъ къ нижележащей сторонѣ (DC см. фиг. 251) металлической пластинки компаса. По мѣрѣ поворота компаса въ вертикальной плоскости около центра прикрѣпленія отвѣса и обращенія внизъ вышеуказанной стороны металлической пластинки, отклоненіе отвѣса и движеніе его нижняго конца по дѣленію на градусы даетъ возможность отсчитать уголъ наклона. Опредѣленіе при помощи отвѣса основано на томъ, что углы, имѣющіе стороны взаимно перпендикулярныя, равны между собою. На верхнюю поверхность пласта xx помѣщаются горный компасъ стороной DC и притомъ такъ, чтобы наблюдалось полное соприкосновеніе; отклоненіе отвѣса прямо укажетъ уголъ паденія. Отвѣсъ является тою линією, которая перпендикулярна къ линіи горизонта, а линія, со-



Фиг. 251. Опредѣленіе угла паденія при помощи горнаго компаса.

единяющая точку прикрѣпленія отвѣса съ 0° , будетъ перпендикулярна къ поверхности слоя. Конечно, въ томъ случаѣ, когда нѣтъ доступа къ верхней поверхности слоя, а обнажена или доступна только нижняя (напр., *уу*), можно также опредѣлить уголъ паденія, но въ такомъ случаѣ необходимо приставлять компасъ верхнимъ краемъ металлической пластинки къ нижней поверхности слоя *уу*, — отклоненіе отвѣса и въ этомъ случаѣ укажетъ искомый уголъ.

При опредѣленіи положенія слоя или группы слоевъ вполне необходимы наблюденія надъ ихъ выходами на дневную поверхность, по крайней мѣрѣ, въ двухъ различныхъ плоскостяхъ, иначе весьма легко впасть въ ошибку. Наблюдатель, осматривая выходъ горныхъ породъ, напр., со стороны только берега воднаго бассейна (фиг. 252), можетъ прийти къ выводу, что слои лежатъ горизонтально, тогда какъ разрѣзъ тѣмъ же самымъ слоевъ, проведенный въ плоскости, перпендикулярной къ берегу, укажетъ, что слои имѣютъ паденіе въ сторону отъ воднаго



Фиг. 252. Обнаженія слоевъ въ двухъ различныхъ плоскостяхъ.

бассейна. Правда, не всегда представляется возможность видѣть выходы горныхъ породъ въ двухъ различныхъ направленіяхъ, что въ особенности примѣнимо къ тѣмъ геологическимъ разрѣзамъ, которые приходится наблюдать по теченію русскихъ рѣкъ, которыя и доставляютъ наибольшій матеріалъ по геологіи нашей родины. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ можно, при помощи нѣкоторыхъ косвенныхъ соображеній, сдѣлать заключеніе о томъ положеніи, которое представляютъ слои въ своемъ паденіи. Наблюдатель слѣдя за выходами горныхъ породъ по теченію рѣки и видя полную горизонтальность слоевъ, при неимѣннн боковыхъ разрѣзовъ въ оврагахъ, впадающихъ въ данную рѣку, долженъ обратить вниманіе на присутствіе или отсутствіе въ берегахъ ключей или источниковъ, выбѣгающихъ изъ разсматриваемой группы слоевъ. Представимъ такой случай, что на правомъ берегу рѣки, на извѣстномъ горизонтѣ, изъ одного слоя выбѣгаетъ рядъ ключей, тогда какъ на лѣвомъ берегу ихъ не наблюдается. Движеніе воды въ ключахъ подчинено наклону слоя, а потому можно сдѣлать выводъ, что вся группа слоевъ имѣетъ паденіе отъ праваго берега рѣки въ сторону лѣваго, а сама рѣка протекаетъ по направленію простиранія горныхъ породъ. Въ случаѣ обнаженія ключей

только на лѣвомъ берегу—наблюдатель сдѣлаетъ обратный выводъ. Наконецъ, въ томъ случаѣ, когда ключи будутъ обнажаться и въ правомъ, и въ лѣвомъ берегахъ, надо сдѣлать выводъ, что слои имѣютъ паденіе, какъ на правомъ, такъ и на лѣвомъ берегу, въ сторону рѣки.

Опредѣленіе положенія слоевъ представляетъ, какъ сказано выше, большую важность какъ съ теоретической, такъ и съ практической стороны. Съ теоретической стороны оно важно потому, что при его помощи только и возможно опредѣлить относительную древность двухъ или нѣсколькихъ группъ геологическихъ образованій, въ особенности въ томъ случаѣ, когда эти группы раздѣлены между собою наносными образованіями, т.-е. когда не представляется никакой возможности непосредственно наблюдать ихъ налеганіе другъ на друга. Определеніе какъ направленія паденія, такъ и угла паденія отдѣльныхъ выходовъ, даетъ полную возможность сдѣлать заключеніе объ относительной древности слоевъ, т.-е. рѣшить вопросъ о томъ, какая группа древнѣе, какая—моложе.

Съ практической стороны опредѣленіе положенія группы слоевъ представляетъ значительную важность въ томъ случаѣ, когда въ формѣ слоя, среди другихъ образованій, встрѣчается полезное ископаемое. Раньше его разработки необходимо получить самыя подробныя данныя о величинѣ или размѣрахъ залежи этого ископаемаго, т.-е. опредѣлить, какъ говорятъ въ этомъ случаѣ „рудное поле“. Такое опредѣленіе вполнѣ возможно только послѣ опредѣленія характера залеганія слоя, т.-е. если онъ находится въ наклонномъ положеніи, то опредѣляютъ его простираніе, паденіе и мощность. Извѣстное полезное ископаемое возможно разрабатывать только до опредѣленной глубины отъ земной поверхности, а потому эта наибольшая глубина и есть нижняя граница или предѣлъ разработки. Изъ полученныхъ данныхъ легко вычислить объемъ полезнаго ископаемаго, могущаго подлежать выработкѣ, а если извѣстенъ его удѣльный вѣсъ, то можно вычислить и его количество. Съ другой стороны, опредѣленіе угла паденія слоевъ даетъ возможность съ значительною достовѣрностью опредѣлить пункты данной мѣстности, въ которыхъ представляется возможность встрѣтить на извѣстныхъ глубинахъ полезное ископаемое. Если гдѣ-нибудь въ оврагѣ обнажены слои или идетъ разработка каменнаго угля, то, опредѣляя въ этомъ мѣстѣ сторону и уголъ паденія, получаютъ опредѣленное представленіе о характерѣ распространенія слоя подъ дневною поверхностью, что даетъ возможность составить расчетъ, на какой глубинѣ въ извѣстномъ разстояніи отъ вышеупомянутаго выхода можно встрѣтить этотъ же слой каменнаго угля, т.-е. заранѣе опредѣлить тѣ затраты, которыя необходимо сопряжены съ извѣстнымъ углубленіемъ въ землю. Уголъ паденія слоя каменнаго угля извѣстенъ, извѣстно и разстояніе отъ мѣста выхода его на дневную поверхность до того пункта, на которомъ предполагаются работы, а потому, принимая поверхность ровною, будемъ имѣть прямоугольный треугольникъ, въ которомъ извѣстенъ одинъ изъ катетовъ и острый уголъ, а потому легко вычислить величину другого катета, кото-

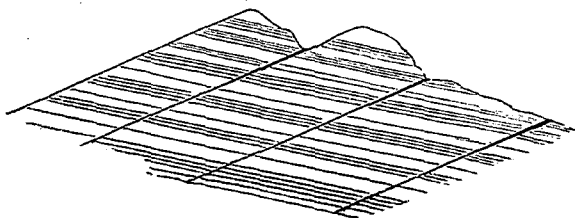
рый и будет искомая глубина. Въ случаѣ неровности земной поверхности, слѣдуетъ опредѣлить абсолютную высоту исходныхъ точекъ и нѣсколько болѣе сложную тригонометрическою задачею рѣшить тотъ же вопросъ.

При опредѣленіи простирания и паденія слоевъ слѣдуетъ быть крайне осторожнымъ, а въ особенности въ древнихъ геологическихъ образованияхъ, потому что въ этихъ послѣднихъ иногда бываетъ чрезвычайно легко смѣшать съ слоистостью горныхъ породъ ихъ сланцеватость (фиг. 253). Въ особенности легко впасть въ такую ошибку при опредѣленіи взаимныхъ отношеній породъ метаморфическихъ, которыя весьма часто представляютъ системы параллельныхъ трещинъ, разбивающихъ горную породу на от-



Фиг. 253. Сланцеватость, идущая подъ угломъ къ слоямъ горной породы въ мѣстахъ—а, а въ мѣстахъ b—ей параллельно.

дѣльные плиты, какъ бы слои, причемъ настоящая слоеватость въ значительной мѣрѣ маскирована метаморфическими процессами. Въ выходахъ олонецкихъ кварцитовъ можно часто наблюдать толстослоистую плитообразную отдѣльность, на которую распадается вся горная порода; плиты имѣютъ вполне опредѣленный уголъ паденія и по первому впечатлѣнію ихъ крайне легко смѣшать съ истинными слоями. Только при внимательномъ разсматриваніи выходовъ бываетъ возможно отличить въ такихъ породахъ, при помощи измѣненія въ величинѣ зерна или окраски, истинную слоеватость отъ отдѣльности (фиг. 254). Понятно, что подоб-



Фиг. 254. Плитообразная отдѣльность, идущая подъ угломъ къ слоеватости олонецкаго кварцита.

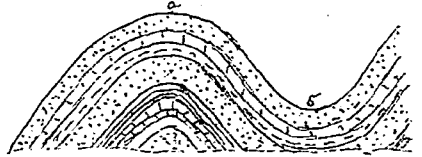
наго рода смѣшеніе, какъ въ теоретическомъ, такъ и въ практическомъ отношеніи, можетъ повести къ крупнымъ ошибкамъ при опредѣленіи относительнаго возраста двухъ или нѣсколькихъ группъ горныхъ породъ.

Опредѣленіе линіи простирания различныхъ геологическихъ образований показываетъ, что простирание можетъ быть то прямолинейнымъ, когда линія простирания является прямою линіею, то криволинейнымъ, или огибающимъ, когда та же линія изгибается. Равнинныя мѣстности по преимуществу представляютъ прямолинейное простирание, тогда какъ

горныхъ страны по преимуществу—криволинейное. Точно такъ же и опредѣленіе угла паденія обнаруживаетъ, что этотъ уголъ можетъ колебаться въ предѣлахъ отъ нѣсколькихъ минутъ до 90° , т.-е. до постановки слоевъ на головы и, наконецъ, даже можетъ представиться случай полного опрокинута слоевъ. Наибольшій наклонъ слоевъ также по преимуществу наблюдается въ странахъ гористыхъ, тогда какъ горизонтальное положеніе и слабое паденіе по преимуществу принадлежатъ мѣстностямъ равниннымъ, хотя и въ томъ, и въ другомъ случаѣ, конечно, возможны исключенія.

Складки или изгибы.

Выводъ слоевъ изъ первоначальнаго положенія путемъ горизонтальнаго движенія вызываетъ образованіе изгиба слоевъ или ихъ складчатости, причемъ слои являются изогнутыми, т.-е. образуютъ одиночную складку или цѣлый рядъ ихъ. Принято въ характерѣ изогнутія слоевъ дѣлать различіе въ зависимости отъ того, въ которую сторону, т.-е. къ дневной поверхности или обратно, внутрь земли, обращена вершина изгиба. Въ первомъ случаѣ, когда вершина изгиба направляется къ дневной поверхности, или образуетъ выпуклую складку, ее называютъ сѣдломъ, сѣдловиднымъ изгибомъ, антиклинальною складкою или антиклиналью (фиг. 255а); во второмъ случаѣ, т.-е. тогда, когда вершина складки обращена внутрь земли, или складка вогнута—мульдою, желобовиднымъ изгибомъ, синклинальною складкою или синклиналью (б). Въ каждой складкѣ надо различать бока, или крылья, и мѣсто



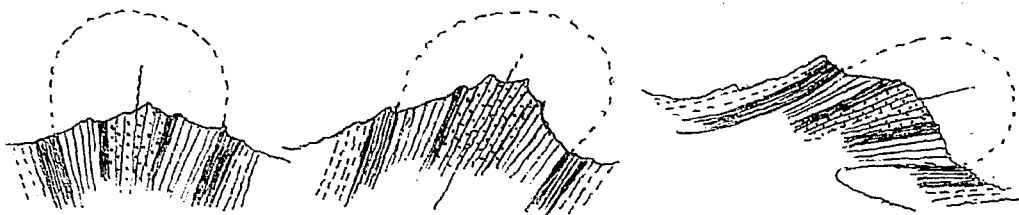
Фиг. 255. а—антиклинальная, б—синклинальная складка.



Фиг. 256. Складка открытая. Фиг. 257. Складка разломанная.

ихъ соединенія—вершина (въ антиклинальной) и дно (въ синклинальной) складки. Въ томъ случаѣ, когда сѣдла или мульды сильно сближены, то подобное положеніе складокъ называютъ изоклинальнымъ, а когда складки отодвинуты—гетероклинальнымъ. По вершинѣ антиклинальныхъ и синклинальныхъ складокъ возможно провести линіи, которыя получаютъ соотвѣтственное обозначеніе антиклинальной и синклинальной линій. Такъ какъ направленіе этихъ линій есть въ то же время и направленіе линіи простиранія слоевъ и такъ какъ это послѣднее могло

быть прямо- и криволинейнымъ, то и вышеуказанныя антиклинальныя и синклиналиныя линіи могутъ быть или прямыми, или кривыми—огнбающими. Въ антиклинальной складкѣ направленіе паденія слоевъ, или расположеніе крыльевъ складки, идетъ отъ антиклинальной линіи въ обѣ стороны, въ синклиналиной складкѣ—направленіе паденія слоевъ идетъ



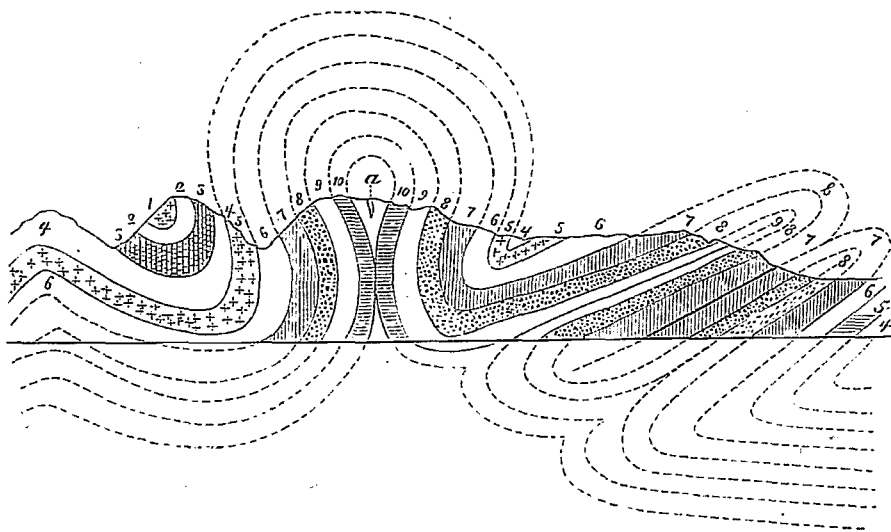
Фиг. 258. Стоячая складка.

Фиг. 259. Косая складка.

Фиг. 260. Лежачая складка.

въ синклиналиной линіи. Осью складки называютъ линію, проведенную по биссектрисѣ угла, образованнаго двумя противоположными крыльями складки.

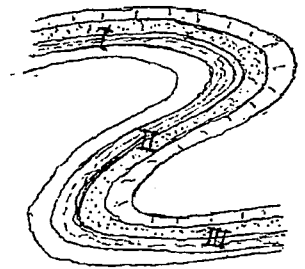
Степень изогнутости слоевъ можетъ быть чрезвычайно разнообразна; то слои являются изогнутыми въ форму только одиночной складки, то такихъ складокъ насчитываютъ нѣсколько и притомъ въ этихъ послѣд-



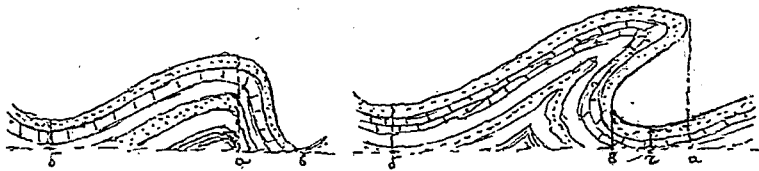
Фиг. 261. Схематическій профиль складчатости горныхъ породъ: а—вѣрообразная складка, б—опрокинутая складка.

нихъ, въ свою очередь, можно отличить рядъ болѣе мелкихъ. Кромѣ того, складка является то пологою, то крутою, то наклонною, то даже лежачею. Наконецъ, въ своемъ основаніи складка можетъ явиться какъ бы перехваченною, т.-е. сдавленною, и въ силу этого въ этомъ пунктѣ слои явятся расходящимися вѣрообразно. На основаніи вышесказаннаго, въ самомъ характерѣ складокъ возможно различать нѣсколько категорій. Если

оба крыла складки поднимаются къ дневной поверхности вполнѣ симметрично и ось ея вертикальна, то такую складку называют прямою и стоячею (фиг. 258); въ томъ случаѣ, когда складка не симметрична и крылья ея неодинаковы—косою (фиг. 259); если складка представляет дальнѣйшее измѣненіе второго случая, т.е. когда наклонъ складки достигаетъ значительной степени, то ее называют опрокинутою, а если этотъ наклонъ приближается къ горизонтальной плоскости, то складка получаетъ названіе лежачей (фиг. 260). Тѣмъ складкамъ, которыя перетянуты въ своемъ основаніи и слои ихъ образуютъ открытый кверху уголъ, даютъ названіе вѣерообразныхъ складокъ (фиг. 261a). Каждая полная несимметрическая складка заключаетъ антиклинальную складку, положенную на синклинальную, вслѣдствіе этого крылья ихъ имѣютъ различный характеръ, а потому необходимо различать верхнее крыло (фиг. 262, I) антиклинальной складки, среднее (II) и нижнее крыло (III) синклинальной складки. Небольшимъ антиклинальнымъ и синклинальнымъ складкамъ, повторяющимся

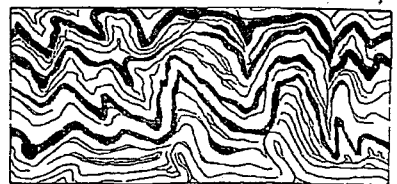


Фиг. 262. I—верхнее крыло антиклинальной складки; II—среднее и III—нижнее крыло синклинальной складки.



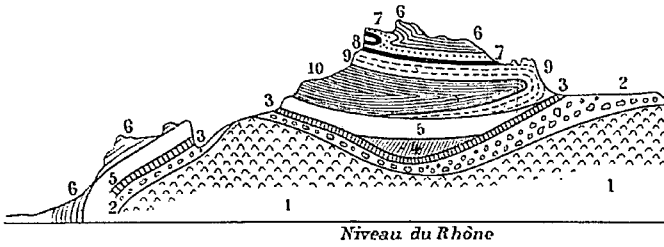
Фиг. 263. Схема опредѣленія размѣра складокъ: а—высота складки, ширина складки для лѣваго рисунка—бв, для праваго—аб.

довольно часто на небольшихъ протяженіяхъ (фиг. 264), даютъ названіе волнистыхъ, неправильныхъ и зигзагообразныхъ изгибовъ; иногда въ самыхъ складкахъ наблюдается болѣе мелкая складчатость. Точно такъ же и въ синклинальных складкахъ есть возможность различать то же разнообразіе, что и въ антиклинальныхъ. Для полученія болѣе полного представленія о складкахъ необходимо условиться относительно опредѣленія ихъ размѣровъ. Подъ высотой антиклинальной складки понимаютъ разстояніе отъ ея вершины до основанія; длиною называютъ линію, идущую по вершинѣ складки. Ширину складки называютъ горизонтальное разстояніе между двумя наиболѣе опущенными частями ея; если складка опрокинута, то общая ширина ея измѣряется горизонтальной линією, идущую отъ наиболѣе низкой точки складки до вертикальной линіи, опущенной изъ вершины опрокинутой складки (фиг. 263).



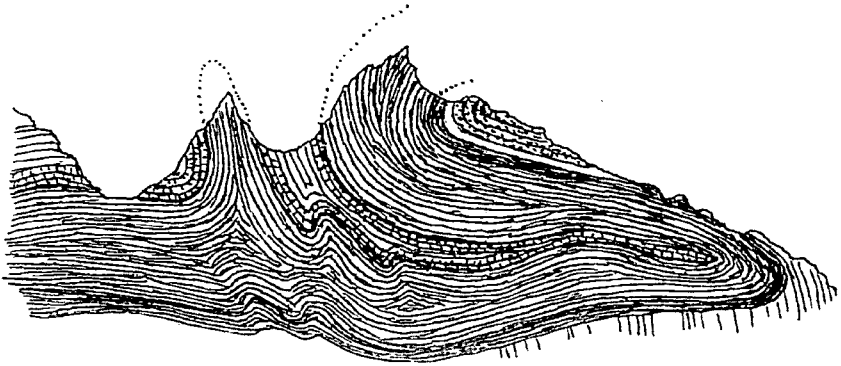
Фиг. 264. Неправильные изгибы въ гнейсѣ.

Подъ вліяніемъ давленія, вызывающаго складчатость горныхъ породъ, эти послѣднія въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, въ особенности на верши-



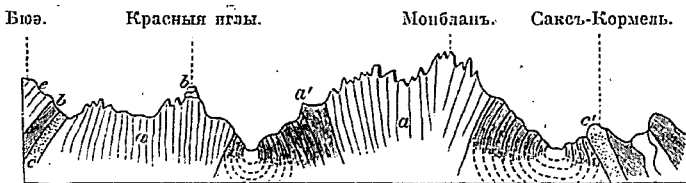
Фиг. 265. Лежачая складка Дантъ-де-Моркль въ Швейцаріи (Реневье). 1—кристаллическіе сланцы, 2—каменноугольные сланцы и конгломераты, 3—доломитъ, 4 и 5—юрскія образования, 6, 7 и 8—мѣловыя образования, 9—нуммулитовыя образования, и 10—флишь.

нахъ антиклинальныхъ складокъ, весьма часто образуютъ переломъ, котормъ обусловлено образование долинъ разрыва или долинъ обнаженій. Горныя страны, какъ увидимъ далѣе, представляя наибольшую сте-



Фиг. 266. Часть складки въ гларнскихъ Альпахъ (Геймъ).

пень изогнутія горныхъ породъ, въ то же время подвергаются болѣе сильному вліянію атмосферныхъ дѣятелей и размыванію, такъ что крылья антиклинальныхъ и синклинальныхъ складокъ являются лишенными связи.



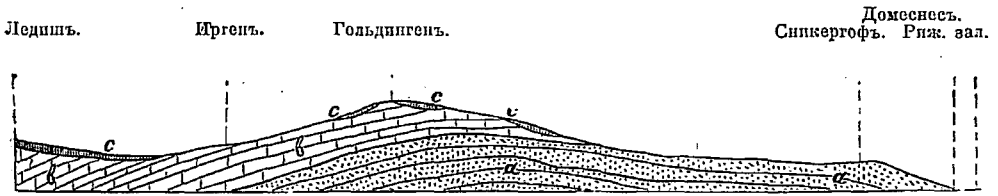
Фиг. 267. Вѣрообразная складка Монблана.

a—протогинь, a'—кристаллическіе сланцы, b—антрацитовый сланецъ, c—кварцевый конгломератъ, c'—полевошпатовый сланецъ, e—черный известнякъ и сланецъ и г—гипсъ.

Для полученія болѣе полнаго представленія объ изгибѣ складокъ, часто весьма сложномъ, необходимо мысленно возстановить эту связь, что возможно только, допуская, что хребты такихъ складокъ проходятъ на извѣстной высотѣ надъ горою, т.-е. въ воздухѣ, а потому такія анти-

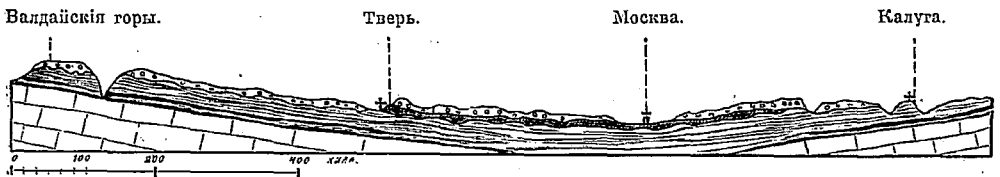
клинальные складки получили наименование воздушных складокъ. На приложенномъ рисункѣ (фиг. 261) изогнутыя пунктирныя линіи представляютъ воздушную складку.

При криволинейномъ или огибающемъ простираниіи происходитъ своеобразная форма напластованія, которой, смотря по тому, имѣетъ ли она антиклинальное или синклинальное расположеніе слоевъ, даютъ наименованіе купола и бассейна, или котловины. Наименованіе купола или, чаще, куполовиднаго изогнутія даютъ въ томъ случаѣ, когда слои представляютъ антиклинальное расположеніе, т.-е. падаютъ симметрично отъ одной точки, находящейся на вершинѣ (фиг. 268).



Фиг. 268. Куполовидное изогнутіе девонскихъ осадковъ въ Прибалтійскомъ краѣ (Гревингкѣ).

Расположеніе слоевъ въ формѣ бассейна или котловины получается при синклинальномъ ихъ положеніи, т.-е., когда слои падаютъ со всѣхъ сторонъ къ одной точкѣ. Понятно, что и въ самомъ характерѣ какъ куполовъ, такъ и бассейновъ можетъ представиться большое разнообразіе какъ въ зависимости отъ симметричности паденія пластовъ, такъ и отъ того, представляетъ ли вершина купола или нижняя часть бассейна одну точку, или она представляетъ линію; въ этомъ послѣднемъ случаѣ котловинѣ часто придаютъ прилагательное ладьевидной и антиклиналь-



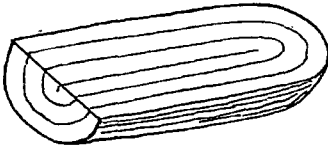
Фиг. 269. Центральная часть московскаго каменноугольнаго бассейна.

ному расположенію—обратно-ладьевиднаго. Такое расположеніе слоевъ можетъ переходить въ расположеніе желобовидное и сѣдловидное, которыя получаютъ названіе желобовъ, долинъ поднятія, у нѣмцевъ—мульдъ и сѣдловинъ. Какъ примѣръ котловиднаго расположенія слоевъ въ Россіи, можно привести московскій каменноугольный бассейнъ (фиг. 269) или, какъ примѣръ меньшихъ размѣровъ, Грушевскую котловину въ Землѣ Войска Донскаго. Примѣръ куполовиднаго изогнутія слоевъ можно указать въ томъ же донецкомъ кряжѣ, близъ Луганскаго завода.

Теоретически каждая складка должна оканчиваться по простиранию куполовиднымъ изогнутіемъ и, слѣдуя ея оси, на концахъ должно суще-

ствовать отгибаніе простиранія до угла 180° (фиг. 270 и 271). При этомъ у антиклиналей будетъ съ трехъ сторонъ наблюдаться паденіе отъ оси складки, у синклиналей, наоборотъ, по направленію къ ней. Это залеганіе, нерѣдко встрѣчающееся въ Западныхъ Альпахъ и Швейцарской Юрѣ, носить названіе периклиналинаго конца складки.

Переслаиваніе твердыхъ и мягкихъ породъ, различно относящихся къ давленію, ведетъ иногда къ образованію особаго рода складокъ. Это такъ называемыя антиклинали съ продавленнымъ ядромъ (Plisdiapirs, Antiklinalen mit durchgespiestem Kern). Сущность явленія заклю-



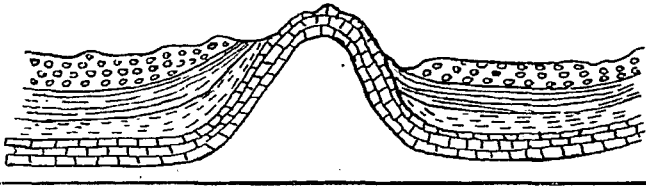
Фиг. 270.



Фиг. 271.

Схема переклиналинаго конца складки.

чается въ томъ (фиг. 272), что подлежащія твердыя породы прорываютъ при сжатіи мягкую оболочку и выступаютъ на поверхность земли крупными утѣсами среди болѣе юныхъ породъ. Характернымъ признакомъ этого явленія служитъ крутое паденіе центральной части (ядра) антиклинали и равномерно убывающее въ болѣе высокихъ слояхъ боковъ



Фиг. 272. Складка съ продавленнымъ ядромъ.

складки. Явленіе это извѣстно среди третичныхъ отложеній Румыніи, въ Тунисѣ и другихъ мѣстахъ. Объяснявшіеся же прежде подобнымъ способомъ утесы мезозойскихъ образованій среди третичныхъ породъ въ сѣверныхъ Карпатахъ и Альпахъ многіе изслѣдователи въ настоящее время склонны считать за остатки большихъ перекрытій (см. далѣе), предполагая, что они не продолжаютъ въ глубь, а лежатъ на болѣе молодыхъ слояхъ.

ТРЕЩИНЫ, СДВИГИ, СБРОСЫ, СКЛАДКИ-СДВИГИ И СКЛАДКИ-СБРОСЫ.

Большинство горныхъ породъ въ природѣ разбито разнообразными трещинами; иногда эти послѣднія едва замѣтны, иногда онѣ образуютъ широкія расщелины. Происхожденіе ихъ весьма различно, что и даетъ поводъ отличать въ нихъ нѣсколько категорій:

Добрэ характеризуєть трещины слѣдующимъ способомъ: Лептоклазы представляютъ тонкія трещины, разсѣкающія слой или массу породы въ одномъ или двумъ направлєніяхъ. Эти трещины обязаны своимъ происхожденіемъ или внутреннимъ причинамъ (охлажденію—базальтическая отдѣльность, высыханію—отдѣльность въ глинахъ) и отличаются правильностью—такія трещины Добрэ называетъ синклазами, или могутъ быть причины вѣшнія, напр., давленіе, причѣмъ поверхность стѣнокъ трещины часто представляетъ плоскости скольженія, это—пезоклазы Добрэ. Діаклазы—трещины, разсѣкающія одинъ или нѣсколько слоевъ по неизмѣннымъ направлєніямъ на большіе полѣдры; тянутся онѣ часто на сотни метровъ, обрываясь ровными плоскостями. Діаклазы отстоятъ другъ отъ друга далѣе, чѣмъ лептоклазы (отъ 1 до 15 метровъ) и обыкновенно группируются въ системы, иногда взаимно перпендикулярныя. Такія трещины свойственны изогнутымъ пластамъ, въ особенности известнякамъ и представляютъ результатъ изгиба, всегда сопровождающійся растяженіемъ или давленіемъ. Другіе изслѣдователи для группировки трещинъ предлагаютъ другія основанія. Для примѣра приведены ниже классификаціи:

К л а с с и ф и к а ц і я т р е щ и н ѣ Г р о д д е к а .	
I. Трещины сокращенія (Contractionsspalten. Fentes de contraction).	a. Трещины охлаждения (Abkühlungsspalten. Fentes de refroidissement).
	b. Трещины высыхания (Austrocknungsspalten. Fentes de dessiccation).
II. Трещины подвижнаго нарушенія (дислокаціи) (Dislocationsspalten. Fentes de dislocation).	a. Трещины обваловъ и поднятій (Einsturz- und Aufbruchspalten. Fentes d'affrisement et de soulevement).
	b. Трещины складокъ (Faltungsspalten. Fentes de plissement).
	c. Трещины давленія (Pressungsspalten. Fentes de pression).

К л а с с и ф и к а ц і я т р е щ и н ѣ Л а с о		
I. Эпидокимическія.	A. Трещины расширенія.	
	B. Трещины сокращенія.	a. Трещины охлаждения.
		b. Трещины высыхания.

К л а с с и ф и к а ц і я т р е щ и н н ь Л а с о .

II. Экоктетическія.	1. Трещины обваловъ.		
	2. Трещины поднятій.		
	3. Трещины изгибовъ.	A. Трещины складокъ.	a. Трещины пзлома.
			b. Трещины толчка.
			c. Трещины наслоенія.
B. Трещины скручиванія.			
4. Трещины давленія.			

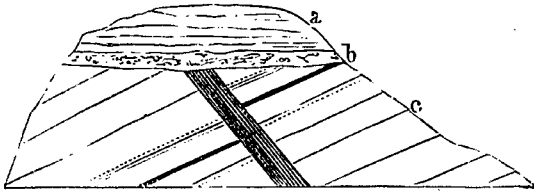
Нерѣдко наблюдалось, что горизонтально лежащіе пласты въ нѣкоторыхъ своихъ частяхъ опускались безъ разрыва; въ такомъ случаѣ происходитъ перегибъ (флексора, или моноклиналная складка фиг. 273 справа). Изогнутая часть пластовъ, называемая соединительнымъ крыломъ, можетъ представлять различную степень крутизвы.

По направленію трещинъ можетъ произойти перемѣщеніе въ горныхъ породахъ, относительно котораго слѣдуетъ дѣлать различіе въ зависимости отъ характера самаго перемѣщенія. Если такое перемѣщеніе произошло въ горизонтальномъ направленіи, то его называютъ сдвигомъ, если же оно вертикальное или наклонное, то—сбросомъ; тѣ трещины, по которымъ произошло перемѣщеніе, называются трещинами сдвиговъ и сбросовъ. Изъ ряда наблюденій надъ сбросами можно прийти къ заключенію, что наичаще наблюдаются перемѣщенія по трещинамъ внизъ, а не вверхъ; послѣдніе случаи весьма рѣдки. Линіи сдвиговъ и сбросовъ, въ большинствѣ случаевъ, прямы, онѣ имѣютъ болѣе или менѣе колеблющуюся длину и опредѣленное направленіе; рѣже онѣ бываютъ ломанными или даже кривыми. Иногда стѣнки сдвига и сброса нѣсколько отодвинуты другъ отъ друга—въ такомъ случаѣ получается открытая трещина, въ отличіе отъ закрытой, когда противоположныя стѣнки плотно прилегаютъ другъ къ другу. Наблюдались случаи, когда послѣ образованія сдвиговъ и сбросовъ и замыканія трещинъ гдѣ-нибудь въ бывшей трещинѣ сохранялась полость (фиг. 277). Въ случаѣ открытыхъ трещинъ эти послѣднія часто бываютъ наполнены обломками породъ, оторванныхъ отъ стѣнокъ сдвига или сброса (брекчій трещинъ) при его образованіи, или обломками вышележащихъ слоевъ, или отложеніями гидрохимическими, или, наконецъ, изверженными горными породами. Высоту измѣненія уровня называютъ высотой сброса и она

колеблется въ предѣлахъ отъ нѣсколькихъ миллиметровъ до тысячъ метровъ. Во всякомъ случаѣ, перемѣщеніе въ сбросѣ значительныхъ массъ горныхъ породъ должно произвести и извѣстное механическое дѣйствіе, выражающееся тѣмъ, что стѣнки трещинъ, по которымъ произошло перемѣщеніе, иногда являются гладкими, изборозженными и даже отполированными. По направленію бороздъ можно судить о направленіи передвиженія вдоль трещины.

Такъ какъ сбросъ обыкновенно образуется не сразу, а начинается изогнутіемъ слоевъ (флексорой), то и послѣ образованія сбросовой трещины на краяхъ ея часто можно наблюдать болѣе крутое паденіе слоевъ, направленное въ опущенномъ крылѣ отъ трещины сброса, а въ болѣе высокомъ—наоборотъ къ ней.

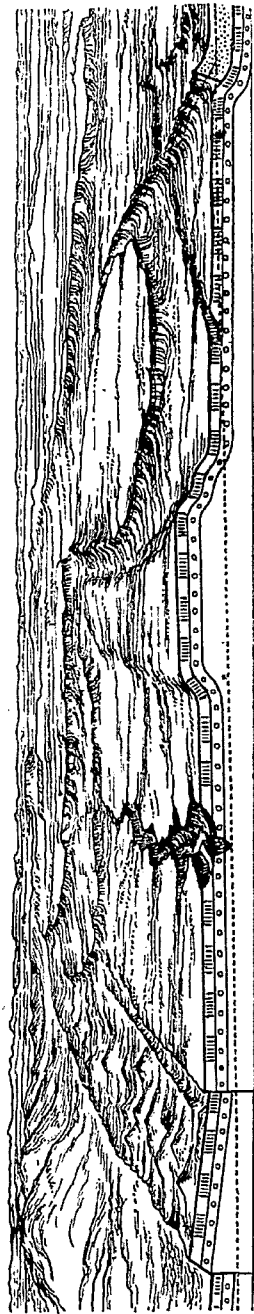
Сбросы встрѣчаются въ природѣ значительно чаще сдвиговъ и въ нихъ, по отношенію



Фиг. 274. Сбросъ въ холмѣ Уоррингтонъ у Дургма, а—цехштейнъ, б—красный мертвый лежень и с—каменноугольныя образованія.

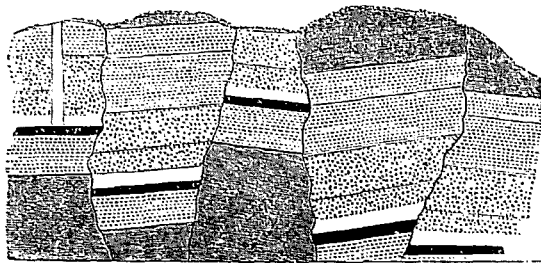
къ расположенію слоевъ, могутъ представиться нѣсколько случаевъ: они наблюдаются безразлично какъ въ слояхъ горизонтальныхъ, такъ и наклонныхъ, могутъ произойти параллельно (продольные сбросы), наискось (діагональные) и перпендикулярно слоямъ (трансверсальные). Относительно расположенія частей слоевъ въ сбросѣ точно такъ же дѣлается различіе. Нормальнымъ сбросомъ (фиг. 276) называютъ такой, который идетъ нѣсколько наискось и при томъ одна часть слоевъ опустилась по трещинѣ относительно другой; аномальнымъ (перебросъ)—когда одна часть слоевъ нависаетъ надъ другою (фиг. 278) и, наконецъ, вертикальнымъ сбросомъ называютъ такой, въ которомъ перемѣщеніе произошло по вертикальной трещинѣ, перпендикулярно разбѣгающей слою.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ и самъ человѣкъ можетъ способствовать



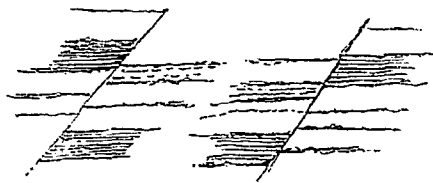
Фиг. 273. Разрѣзъ черезъ плоскогорье Колорадо (С.-Америка). Горизонтальные пласты со сбросами (слѣва) и перегибами (справа).

образованію сброса. Такой случай наблюдается близъ Ньюкасла въ разработкахъ каменнаго угля. Въ этой мѣстности подъ вышележащимъ глинистымъ сланцемъ (фиг. 279) найденъ былъ слой каменнаго угля, ко-

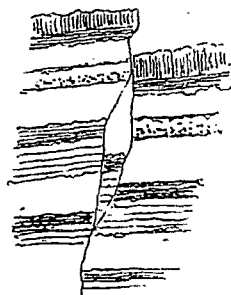


Фиг. 275. Сбросъ въ каменноугольныхъ слояхъ Оклендскаго округа.

торый и стали разрабатывать; при его выработкѣ, большею частью, остается въ видѣ столбовъ часть каменнаго угля, для поддержанія выше-

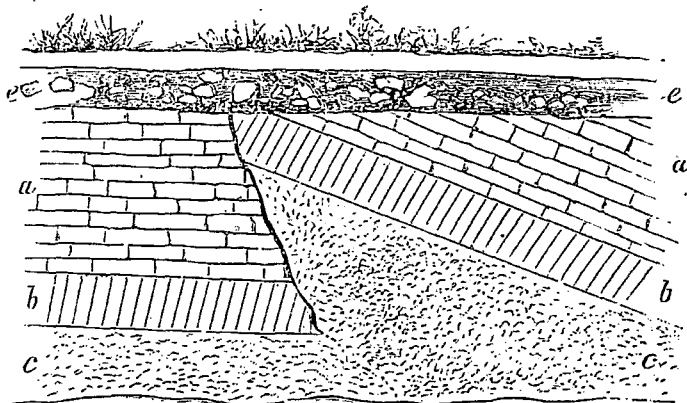


Фиг. 276. Диагональные сбросы. Правый рисунокъ— нормальный сбросъ, лѣвый—анормальный.



Фиг. 277. Сбросъ съ образованіемъ полости.

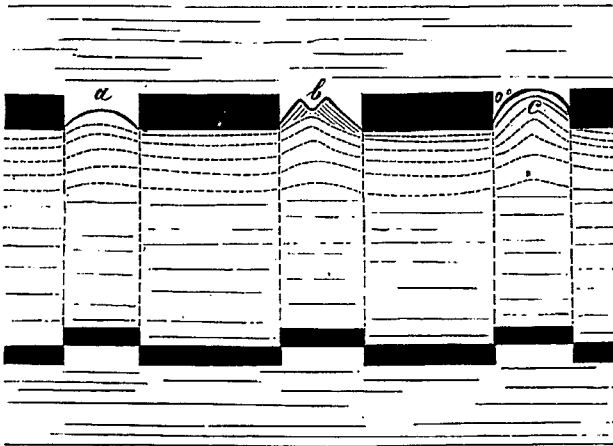
лежащихъ слоевъ, а потому понятно, что давленіе этихъ послѣднихъ должно было передаваться нижележащимъ слоямъ сланцеватой глины и



Фиг. 278. Анормальный сбросъ (пересбросъ).

глинистаго сланца. По прошествіи нѣкотораго времени обнаружилось, что освобожденныя отъ выработки мѣста (а, b и с) стали постепенно вы-

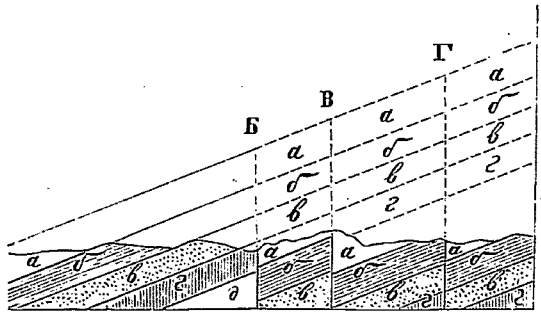
полняться нижележащими осадками, причемъ это выполнение мало-помалу заняло большую часть выработанныхъ мѣстъ. Причина такого выполнения заключается въ томъ, что давленіе вышележащихъ слоевъ передается черезъ сохранившіеся отъ выработки столбы-каменнаго угля нижележащимъ слоямъ, а такъ какъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ уголь выработанъ, сопротивленія этому давленію не встрѣчается, то выдавливаніе ниже-



Фиг. 279. Искусственные сбросы въ каменноугольной копи близъ Ньюкасла.

жащаго осадка и направлено въ эту сторону. Что давленіе распространялось достаточно глубоко, можно судить по тому, что въ нижележащемъ слое каменнаго угля произошли сбросы совершенно соотвѣтственно вышележащимъ мѣстамъ выработки, а между прочимъ, этотъ слой лежитъ на 16,5 метровъ ниже верхняго. Въ той же разработкѣ можно было прослѣдить, что это давленіе распространялось въ глубину, по крайней мѣрѣ, до 46 метровъ.

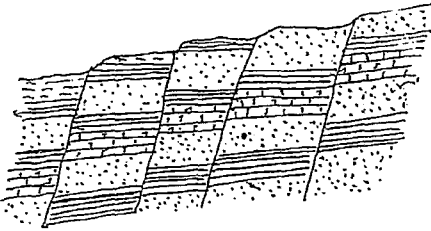
Изогнутіе горныхъ породъ можетъ идти только до известнаго предѣла, за которымъ уже предѣлъ упругости теряется, происходитъ разрывъ, т.-е. образованіе трещины и по этой послѣдней



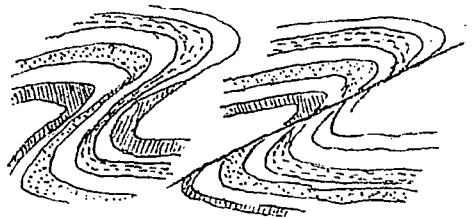
Фиг. 280. Кажущаяся послѣдовательность слоевъ, обусловленная сбросами.

точно такъ же можетъ произойти перемѣщеніе, т.-е. сдвигъ или сбросъ. Такому случаю даютъ названіе складки-сдвига или складки-сброса, отличая этимъ сдвиги и сбросы въ складчатыхъ мѣстностяхъ отъ сдвиговъ и сбросовъ тамъ, гдѣ складчатости не наблюдается. При тщательномъ изученіи складчатыхъ горныхъ породъ можно замѣтить, что различные слои или даже различныя части одного и того же слоя подвергаются относительному перемѣщенію, вслѣдствіе чего въ известныхъ частяхъ складки появляется

мѣстное утолщеніе или утоненіе нѣкоторыхъ слоевъ. Перемѣщеніе частицъ во внутреннихъ слояхъ складки выражается утоненіемъ крыльевъ складки и утолщеніемъ ея середины. Если взять наклонную складку и прослѣдить за ея измѣненіемъ въ силу продолжающагося бокового давленія, то оказывается, что антиклинальная часть складки и верхнее крыло будутъ постепенно подниматься вверхъ, тогда какъ синклиналичная часть и нижнее крыло будутъ опускаться внизъ; вслѣдствіе такого дви-

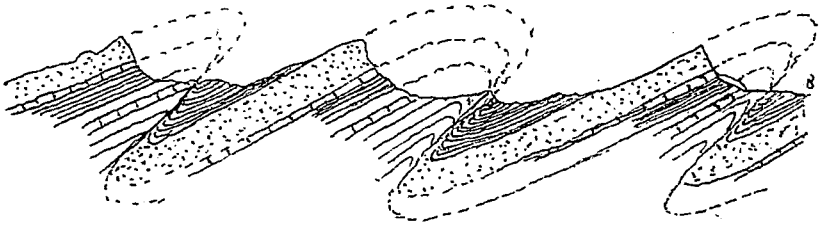


Фиг. 281. Ступенчатые сбросы.



Фиг. 282. Лѣвый рисунокъ представляетъ складку, правый складку-сдвигъ или складку-сбросъ.

женія среднее крыло будетъ сжато между двумя массами, двигающимися въ противоположныя стороны, а потому по необходимости должно вытягиваться; въ результатъ получается постепенное утоненіе и даже полный разрывъ слоевъ, а по образовавшейся трещинѣ и перемѣщеніе, т.-е. образование складки-сброса (фиг. 282). Подобныя складки-сбросы легко смѣшивать съ простыми сбросами, а потому необходимо принять въ расчетъ нѣкоторый рядъ признаковъ различія. Складки-сбросы встрѣчаются въ областяхъ, гдѣ развита значительная складчатость и всегда происходятъ по направленію складокъ, между тѣмъ, какъ простые сбросы не имѣютъ



Фиг. 283. Повторенный рядъ складокъ-сбросовъ.

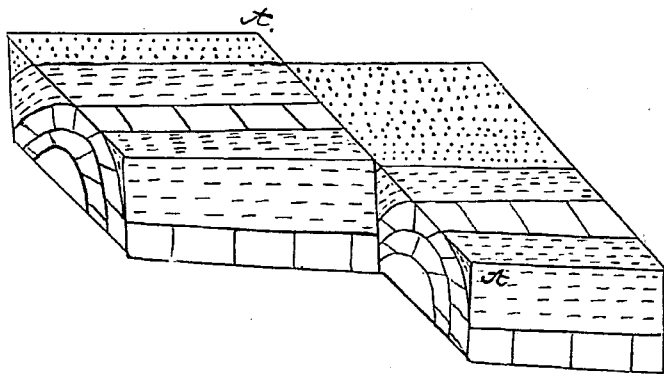
никакого отношенія къ складчатости. Складки-сбросы вообще встрѣчаются чаще настоящихъ сбросовъ и достигаютъ болѣе значительныхъ размѣровъ. Точно такъ же въ складкахъ-сбросахъ слои одной или даже двухъ сторонъ изогнуты около разрыва и кромѣ того линія разрыва наклонена въ ту же сторону и притомъ подъ большимъ угломъ, какъ и слои, расположенные по обѣ стороны сдвига, что, конечно, является необходимою.

Кромѣ того въ складчатыхъ горахъ извѣстны еще поперечные сдвиги, которые стоятъ болѣе или менѣе вертикально и направлены въ крестъ простиранія (фиг. 284). Они обусловлены неравномѣрнымъ пере-

движеніемъ въ области одной и той же складки (листовидные сдвиги, Blattverschiebungen).

Рядъ сбросовъ въ группѣ слоевъ данной мѣстности можетъ иногда представить такое ихъ положеніе, что они будутъ казаться послѣдовательно наслоенными. Представимъ въ группѣ слоевъ (фиг. 280) *a*, *b*, *c*, *d* по трещинамъ Б, В и Г перемѣщеніе слоевъ, а затѣмъ размываніе верхнихъ выходовъ горныхъ породъ; наблюдатель, изслѣдуя выходы породъ и опредѣляя углы ихъ паденія, можемъ прийти къ выводу, что имъ наблюдается послѣдовательно пластуемая группа слоевъ. Правильное рѣшеніе о характерѣ такого расположенія слоевъ можетъ быть сдѣлано только внимательнымъ сравненіемъ петрографическихъ особенностей, а равно и окаменѣлостей каждаго слоя, и только такимъ путемъ представится возможность обнаружить здѣсь присутствіе ряда сбросовъ.

При изученіи комбинаціи сбросовъ и складокъ выяснилось, что часто, напр., сбросы бываютъ не простые, а повторяющіеся, и иногда получается



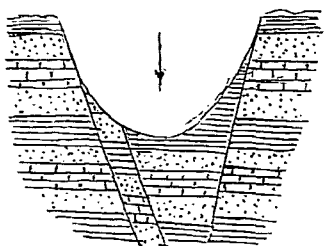
Фиг. 284. Модель поперечнаго сдвига (AA) въ горизонтальной проекціи и въ разрѣзѣ.

сложный сбросъ, который можетъ состоять изъ серіи малыхъ сбросовъ, то иногда параллельныхъ другъ другу, то иногда, что наблюдается рѣже, даже противоположныхъ. Обыкновенно въ подобныхъ сложныхъ сбросахъ, одинъ сбросъ, главный, играетъ болѣе значительную роль, чѣмъ другіе — второстепенные, или боковые.

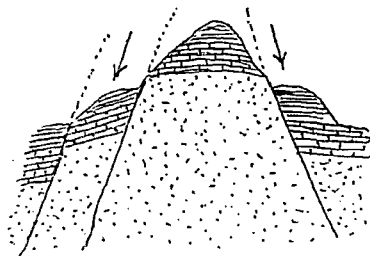
Въ большинствѣ случаевъ сбросы не являются изолированными, но, напротивъ, соединены въ группы или системы, занимающія болѣе или менѣе значительныя пространства, называемыя полемъ сдвиговъ и сбросовъ. Часть слоевъ, заключенная между двумя сосѣдними сбросами, получаетъ названіе массива, причемъ, конечно, массивы относительно сосѣднихъ частей могутъ быть приподняты или опущены. Когда опущенный массивъ имѣетъ очертаніе круга или болѣе или менѣе неправильнаго многоугольника, то такому явленію даютъ названіе круговаго опусканія или сбросовой котловины (Kesselbruch). Типомъ такой котловины является почти круглая впадина въ юрскихъ отложеніяхъ Вюртемберга (Nordlinger Ries), заполненная третичными осадками и имѣющая 20—25 км. въ діаметрѣ. Если же это явленіе охватываетъ очень зна-

чительное пространство, то получается бассейнъ опусканія. Толща породъ по окраинамъ бассейна опусканія, за трещинами сбросовъ, можетъ иногда сохранять ненарушенное положеніе, такъ что только лежащій среди нихъ массивъ опустился; такому опустившемуся участку даютъ названіе сбросовой впадины (у нѣмецкихъ горнорабочихъ — Graben, фиг. 285). Иногда же можно наблюдать, что сохранилась въ нарушенномъ состояніи и безъ перемѣщенія часть, ограниченная трещинами сброса, тогда какъ къ ней прилегаютъ края двухъ бассейновъ опусканія; такому сохранившемуся отъ опусканія участку даютъ наименованіе сбросоваго выступа (Horst, фиг. 286). Массивы иногда могутъ быть ограничены изгибами, вмѣсто сбросовъ, и тогда подобный массивъ напоминаетъ нѣсколько складку.

Системы сдвиговъ и сбросовъ на поверхности земли могутъ представлять два главныхъ типа: первый — сбросы и сдвиги линейные, болѣе или менѣе значительной величины, параллельные, или слегка рас-



Фиг. 285. Сбросовая впадина.



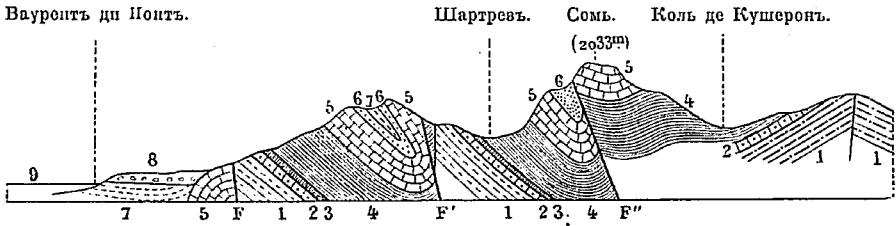
Фиг. 286. Сбросовый выступъ.

ходящіяся и часто переходящія въ складки; подобныя системы сдвиговъ и сбросовъ ограничиваютъ плоскія возвышенности ярусами на различныхъ высотахъ. Второй типъ представляютъ сѣтчатые сдвиги и сбросы, пересѣкающіяся подъ различными углами. Обыкновенно въ сѣтчатой системѣ сдвиговъ и сбросовъ можно различить периферическіе, идущіе какъ бы концентрически, и радіальные, пересѣкающіе первые по радіусамъ.

Надо вообще замѣтить, что въ мѣстностяхъ, изобилующихъ складками, сдвигами и сбросами въ горныхъ породахъ, при опредѣленіи положенія пластовъ, необходимо принимать во вниманіе эти явленія, иначе въ высшей степени легко впасть въ ошибку. Въ особенности это необходимо при вычисленіи количества полезнаго ископаемаго, залегающаго слоями, — сдвигъ или сбросъ можетъ часть слоя перемѣстить или въ горизонтальномъ, или въ вертикальномъ направленіи настолько значительно, что всѣ расчеты могутъ оказаться несостоятельными.

Сдвиги и сбросы наблюдаются какъ среди гористыхъ мѣстностей, гдѣ не наблюдается сильнаго изогнутія горныхъ породъ, такъ составляютъ необходимую принадлежность тѣхъ горныхъ кряжей, въ которыхъ наблюдаются болѣе или менѣе сильные изгибы слоевъ. Въ такихъ мѣстностяхъ сбросы достигаютъ иногда громаднхъ размѣровъ. Для примѣра

(фиг. 287) приводимъ разрѣзъ черезъ массивъ Грандъ-Шартрезъ, въ которомъ наблюдаются три сброса. Въ первомъ изъ нихъ (F) перемѣщеніе настолько значительно, что мѣловыя образования оказались на одномъ уровнѣ съ юрскими; не менѣе значительное перемѣщеніе произошло и въ слѣдующемъ сбросѣ (F'').

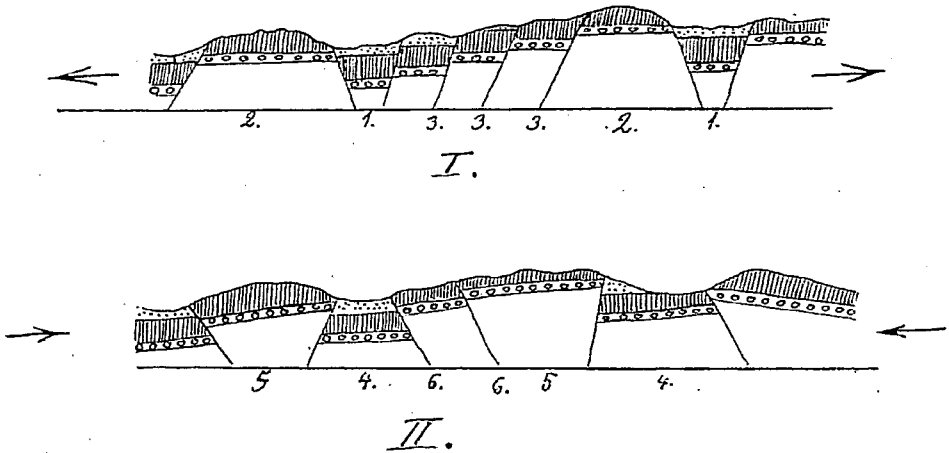


Фиг. 287. Разрѣзъ черезъ массивъ Грандъ-Шартрезъ (по Лори).

1, 2 и 3—юрскія образования, 4, 5 и 6—мѣловыя, 7—моллассы, 8 и 9—аллювіальныя образования. F , F' , F'' —складки-сбросы.

Всѣ сбросы можно классифицировать въ двѣ большихъ группы, изъ которыхъ одна одинаково встрѣчается какъ въ горизонтальныхъ, такъ и въ складчатыхъ слояхъ и въ послѣднемъ случаѣ простираніе и паденіе сбросовъ не зависятъ отъ складчатости послѣднихъ. Здѣсь можно отличить въ свою очередь три рода сбросовъ.

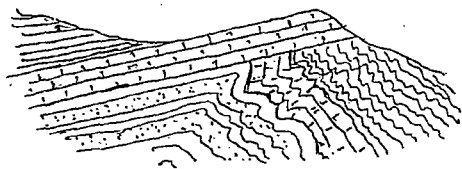
Къ первому относятся главнымъ образомъ нормальные сбросы, т.-е. такіе, у которыхъ плоскость сброса падаетъ по направленію къ опущенному крылу; комплексъ такихъ сбросовъ обуславливается или повтореніемъ слоевъ (фиг. 280), или ступенчатостью (фиг. 281) или систему сбросовыхъ впадинъ и выступовъ (фиг. 288). Въ силу



Фиг. 288. I—сбросы какъ слѣдствіе растяженія. II—сбросы какъ слѣдствіе сжатія. 1—сходящіяся сбросовыя впадины, 2—расходящіяся сбросовыя выступы, 3—ступенчатые сбросы, 4—расходящіяся сбросовыя впадины, 5—сходящіяся сбросовыя выступы, 6—повторенные перебросы.

опредѣленія въ послѣднемъ случаѣ сбросовыя впадины будутъ сужаться книзу, а сбросовыя выступы расходятся въ томъ же направленіи. Это явленіе известно подъ именемъ сходящихся клинообразныхъ сбросовыхъ впадинъ и расходящихся клинообразныхъ сбросовыхъ выступовъ. Изъ рисунка видно, что такое строеніе является слѣдствіемъ опусканія подъ вліяніемъ увеличенія пространства (растяженія). Обратное,

вторая подгруппа генетически обусловлена уменьшением поверхности (сжатіе) и охарактеризована нормальными сбросами. Ясно, что здѣсь наоборотъ получаются расходящіяся кънизу сбросовыя впадины и сходящіяся сбросовыя выступы. Повтореніе сбросовъ одного направленія, аналогичное ступенчатости, обуславливаетъ здѣсь чешуеобразное нагроможденіе слоевъ; слои подвинуты другъ на друга подобно черепицамъ крыши. Сбросы третьяго рода, расположенные пучками (вѣерообразно), обязаны своимъ происхожденіемъ скручиванію.



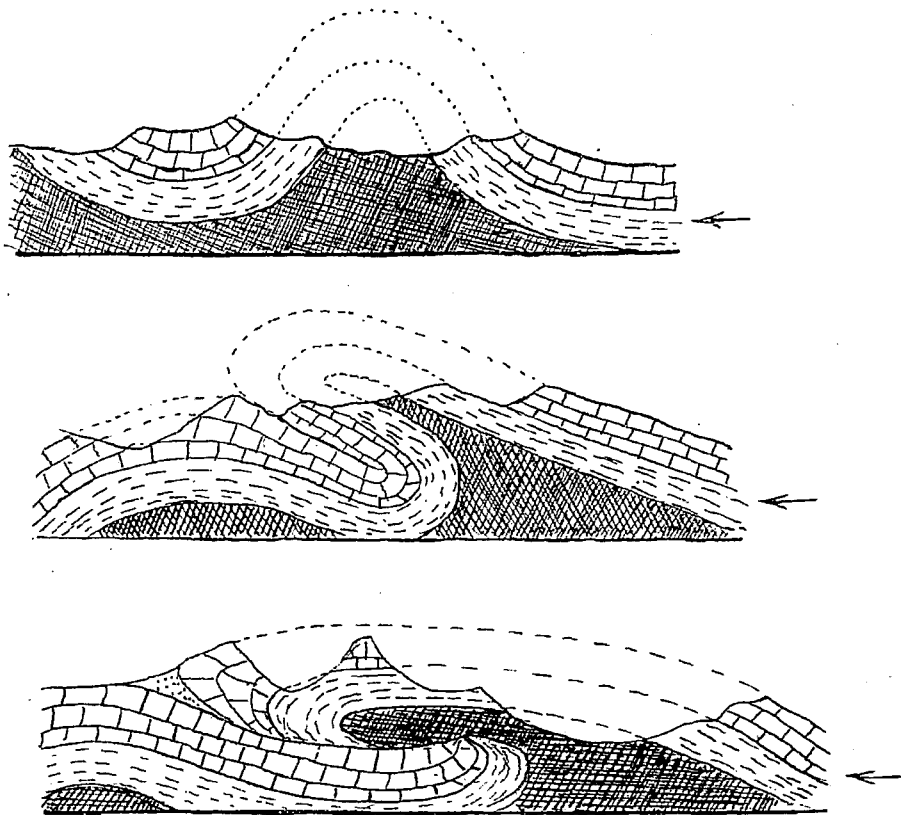
Фиг. 289. Сбросъ.

Вторая группа сбросовъ встрѣчается только въ складчатыхъ слояхъ и легко распадается на двѣ подгруппы. Первая подгруппа характеризуется: простираніемъ сброса, параллельнымъ простиранію складокъ, и паденіемъ, параллельнымъ осевой плоскости складокъ. Здѣсь въ свою очередь можно отличить сбросы двухъ родовъ: въ однихъ — по трещинѣ сброса соприкасаются головы слоевъ, въ другихъ — по трещинѣ сброса соприкасаются съ одной стороны головы нѣсколькихъ слоевъ, съ другой — по-

верхность одного слоя (фиг. 289). Вторая подгруппа представляетъ простираніе сбросовъ, перпендикулярное простиранію складокъ, а паденіе сбросовъ близко къ вертикальному.

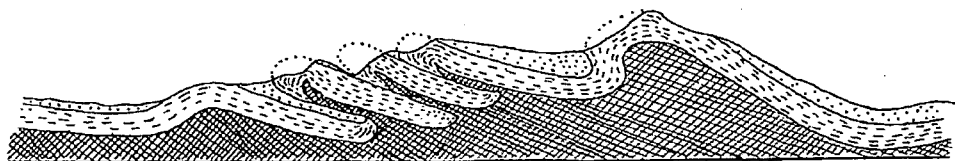
Перекрытие или шарриажъ (*charriage, chevauchement, Ueberfaltung, Ueberschiebung*) представляетъ собою сравнительно плоское залеганіе древнихъ слоевъ надъ болѣе новыми, развившееся изъ лежачей складки или переброса подъ вліяніемъ сильнаго бокового давленія. Если на свиту слоевъ, обозначенныхъ снизу вверхъ цифрами 1, 2, 3, будетъ произведено боковое давленіе, то, при существованіи нѣкоторой пластичности, эти слои образуютъ одну или нѣсколько складокъ (фиг. 290). При усиленіи давленія такая складка опрокинется въ сторону отъ давленія и перейдетъ въ лежачее положеніе; если давленіе еще возрастетъ, то верхнее и среднее крыло будутъ передвигаться по нижнему и покроютъ его на болѣе или менѣе значительномъ разстояніи. Послѣдовательность залеганія слоевъ въ такомъ случаѣ будетъ снизу вверхъ: 1, 2, 3; 3, 2, 1; 1, 2, 3. Въ болѣе хрупкихъ породахъ, не поддающихся изгибу, въ самомъ началѣ произойдетъ разрывъ (анормальный сбросъ) и, безъ посредства лежачей складки, сразу образуется перекрытіе; въ такомъ случаѣ, конечно, будетъ отсутствовать среднее крыло и толща повторяется только два раза въ нормальномъ порядкѣ (1, 2, 3; 1, 2, 3). Чисто теоретически, значить, можно различать сбросообразныя и складкообразныя перекрытія; на практикѣ, однако, встрѣчаются всѣ возможные переходы. Въ пластичныхъ слояхъ тоже легко образуется разрывъ при болѣе сильномъ изгибѣ (складки-сбросы); тогда среднее крыло сохранено только мѣстами. Въ другомъ, обычномъ случаѣ, среднее крыло является утонченнымъ, раздавленнымъ передвигающейся по немъ толщей (*traineau écraseur*). Такъ, напримѣръ, въ извѣстномъ гларнскомъ перекрытіи въ Альпахъ, верхнеюрскій известнякъ, достигающій нормально 500 м. мощности, утонченъ въ среднемъ крылѣ до мелкаго прослоя въ нѣсколько сантиметровъ толщиной. Понятно, что и въ этомъ случаѣ генетическая картина не всегда можетъ быть выяснена.

Если перекрытия повторяются несколько разъ, то они краями налегают другъ на друга, какъ черепицы крыши, или какъ чешуя; это явление, развитое въ сильной степени вдоль сѣвернаго края юрскихъ



Фиг. 290. Три схематическихъ разрѣза черезъ цѣпь Монъ-Террибль въ швейцарской Юрѣ для объясненія перехода складки въ перекрытіе или шарриажъ (Штейнманъ).

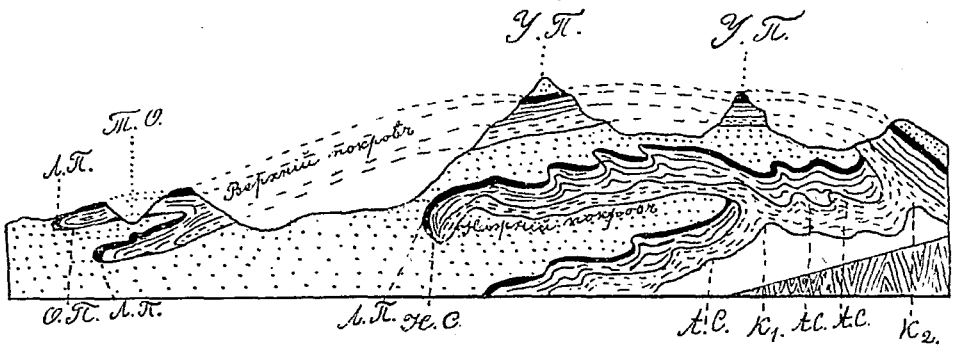
горъ Швейцаріи, носитъ названіе чешуйчатой структуры (Schuppen-structur, structure imbriquée). Оно принципиально представляетъ усиленное развитіе повторныхъ складокъ-сбросовъ (фиг. 283 и фиг. 291).



Фиг. 291. Схема чешуйчатой структуры юрскихъ горъ въ Швейцаріи.

Перекрытія иногда развиты на громадномъ протяженіи и покрываютъ десятки и даже сотни квадратныхъ километровъ. Такія огромныя дислокаціи называютъ покровами перекрытія, или тектоническими покровами (Ueberschiebungsdecken, nappes de charriage) (фиг. 292).

Для отдѣльных элементовъ покрововъ перекрытія существуетъ особая терминологія; не входя въ очень сложныя подробности, приведемъ лишь главныя изъ нихъ. Мѣсто, изъ котораго исходитъ перекрытіе, т.-е. та область, гдѣ первоначально образовалась складка, называется корнемъ; отсюда въ глубь слои лежатъ нормально, такъ какъ они находятся болѣе или менѣе на мѣстѣ образованія (автохтонное или коренное залеганіе). Подвигаясь впередъ по направленію движенія, такого залеганія болѣе найти нельзя,—здѣсь перекрывающая толща плыветъ на болѣе новыхъ слояхъ. Если она отчасти размыта и новые осадки выходятъ на поверхность (напр.: въ рѣчныхъ долинахъ), то получается явленіе, называемое тектоническимъ окномъ. Примѣромъ можетъ служить гларнское перекрытіе, гдѣ подъ пермскимъ песчаникомъ мѣстами выступаетъ автохтонный эоценовый флишь. Если большая часть покрова размыта и отъ него остались лишь небольшіе утѣсы „плывущіе“ на болѣе новыхъ осадкахъ, то такіе слѣды принято называть утѣсами или лоскутьями перекрытія (*Ueberschiebungs-Klippen*, *lambeaux de recouvrement*). Такіе лоскутья представляютъ напримѣръ крутые утѣсы Митеновъ (*Mythen*) на берегу Фирвальдштет-



Фиг. 292. Два покрова перекрытія; нижній еще въ связи съ корнями, верхній размытъ; АС—автохтонныя складки; К₁К₂—корни перекрытія; ЛП—лобъ перекрытія; НС—ныряющая складка; УП—лоскутья перекрытія; ОП—отщепленный покровъ; ТО—тектоническое окно (Люжонъ).

скаго озера; они состоятъ изъ изолированной массы мезозойскихъ образований, лежащей на эоцѣнѣ и свидѣтельствуютъ о грандіозномъ перекрытіи; корни котораго лежатъ 40 или 50 км. южнѣе.

Если нижніе слои (ядро) первоначальной антиклинали состоятъ изъ мягкихъ породъ, то они при передвиженіи нерѣдко отстаютъ отъ всячей толщи и послѣдняя движется впередъ независимо отъ ядра; тогда перекрывающая толща состоитъ только изъ верхнихъ слоевъ, а принадлежащія къ ней лежащія пласты надо искать назадъ; такой покровъ носитъ названіе срѣзаннаго (*Abscheerungsdecke*). Внѣшній край покрова, предѣльная точка, до которой онъ былъ выдвинутъ впередъ, называется лбомъ перекрытія; здѣсь наблюдается перегибъ (шарниръ), соответствующій гребню лежащей складки, изъ которой развилось перекрытіе. Нерѣдко здѣсь наблюдается кольцеобразное расчлененіе, на комплексъ отдѣльныхъ лежащихъ складокъ, вершины которыхъ часто перегнуты обратно и вдавлены въ подлежащія слои; такія складки называются ныряющими (*Tauchfalten*).

Покровы перекрытія обнаружены въ очень многихъ складчатыхъ областяхъ. Громадную роль они играютъ въ строеніи Альпійской цѣпи, гдѣ комплексъ слоевъ въ нѣсколько 100 м. толщины передвинутъ съ юга на сѣверъ на 80 и даже на 100 км. Такъ Фрейбургскіе Альпы, между Женевскимъ и Тунскимъ озерами, состоящія изъ мезозойскихъ образований, лежатъ на эоценовыхъ слояхъ; корни ихъ надо искать въ

Ронской долины. Большіе покровы перекрытія обнаружены въ Карпатахъ, Аппенинахъ, Сициліи, Шотландіи и въ Аппалахскихъ горахъ Сѣв. Америки. Гигантскихъ размѣровъ перекрытія достигаютъ въ Сѣв. Швеціи (зап. Лапландія). По Тёрнебому, Гольмквисту и Гамбергу тамъ комплексъ докембрійскихъ породъ въ 1500 м. мощности и 1400 км. длины на протяженіи 140 км. надвинуть съ запада на востокъ на силурійскія отложения.

ПРИЧИНЫ НАКЛОНА СЛОЕВЪ, ОБРАЗОВАНІЯ СКЛАДОКЪ, СДВИГОВЪ И СБРОСОВЪ.

Причины вышеописанныхъ нарушеній горизонтальнаго положенія слоевъ, выражающихся наклоннымъ ихъ положеніемъ, складчатостью и перемѣщеніемъ по трещинамъ, уже давно отыскивали въ разнообразныхъ геологическихъ явленіяхъ, къ которымъ относятъ: мѣстныя вулканическія поднятія; рѣдкіе случаи нарушеній при мѣстныхъ изверженіяхъ; уменьшеніе объема нижележащихъ породъ; увеличеніе ихъ объема и боковое давленіе, происходящее какъ въ силу скольженія въ бассейнѣ крыльевъ синклинальныхъ складокъ и вызваннаго этимъ давленія на нижележащія части того же слоя, такъ и въ силу поднятія сосѣднихъ областей и, въ особенности, въ силу сжатія охлаждающейся земной поверхности или горообразовательныхъ процессовъ.

Объяснить наклонное положеніе слоевъ, наблюдаемое въ отдѣльныхъ случаяхъ, въ областяхъ, гдѣ эти слои большею частью являются горизонтальными, сравнительно легко болѣе простыми причинами, т.-е. измѣненіемъ объема нижележащихъ горныхъ породъ. Въ зависимости отъ увеличенія объема, должно наблюдать какъ бы вздутіе въ пунктахъ, лежащихъ надъ такими увеличивающимися въ объемѣ массами, ведущее за собою антиклинальную постановку слоевъ. Въ томъ случаѣ, когда подъ вліяніемъ циркулирующей воды горныя породы будутъ терять нѣкоторыя свои составныя части, или когда нижележащія горныя породы будутъ совершенно растворяться въ водѣ, какъ каменная соль или гипсъ, вышележащія породы, не находя себѣ опоры, будутъ опускаться въ тѣхъ мѣстахъ, подъ которыми произошло уменьшеніе объема. Точно такъ же, если уменьшеніе объема произошло въ силу высыхания породъ или ихъ обугливанія, тоже произойдетъ опусканіе. Подъ вліяніемъ мѣстнаго уменьшенія объема вышележащія породы могутъ образовать синклинальное паденіе пластовъ. Какъ примѣръ антиклинальнаго строенія слоевъ, вызваннаго увеличеніемъ объема, можно привести одинъ изъ проваловъ острова Эзеля (см. стр. 63). Здѣсь известнякъ обнаруживаетъ паденіе своихъ слоевъ во всѣ стороны отъ провала, т.-е. представляетъ настоящую куполовидную складку безъ вершины. Принимая во вниманіе, что слои известняковъ покоятся на глинѣ, которая въ этой мѣстности служитъ ложемъ многочисленныхъ подземныхъ рѣкъ, весьма вѣроятнымъ будетъ предположеніе, что просачивающаяся черезъ известнякъ вода встрѣчала глину,

на поверхности которой и задерживалась. Глина, являясь породю водоупорною, въ то же время сама поглощаетъ воду въ большомъ количествѣ и въ силу этого должна увеличивать свой объемъ; это увеличеніе объема отразилось на породахъ вышележащихъ—ихъ поднятіемъ. Влажная глина, при дальнѣйшемъ дѣйствіи на нее воды, была унесена, и надъ пустою произошла провалъ, стѣнки котораго и до настоящаго времени сохранили антиклинальное расположеніе.

Подобнымъ же путемъ возможно отчасти объяснить складчатость, а мѣстами даже и сбросы, въ кембрійскихъ и силурійскихъ породахъ окрестностей Петербурга. Силурійскія образованія здѣсь покоятся на толстыхъ слояхъ кембрійской синей глины, которая въ то же время служить водоупорнымъ пластомъ. Вода, двигающаяся въ видѣ отдѣльныхъ подземныхъ ручьевъ по поверхности глины, должна производить размываніе ея, а потому и вышележащія породы должны мѣстами представить измѣненіе своего горизонтальнаго расположенія. Такъ какъ подобное измѣненіе вызывается, по всей вѣроятности, мѣстнымъ увеличеніемъ глиною своего объема и мелкими провалами, то вышележащія породы должны испытывать болѣе или менѣе рѣзкое поднятіе или опусканіе, результатомъ которыхъ должно быть нарушеніе связи въ плотной породѣ. Силурійскіе известняки въ окрестностяхъ Петербурга, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ въ нихъ наблюдается наиболѣе сильная изогнутость, представляютъ многочисленные трещины, т.-е. являются сплошь разбитыми на мелкіе куски. Кромѣ того, рядъ нарушеній горизонтальнаго напластованія пріуроченъ здѣсь къ рѣчнымъ долинамъ, въ сторону которыхъ, конечно, и стекаютъ подземныя воды, тогда какъ въ нѣкоторомъ разстояніи отъ рѣкъ слои лежатъ съ слабымъ наклономъ на югъ. Все это даетъ болѣе простое объясненіе происхожденія складокъ силурійскихъ и кембрійскихъ образованій окрестностей Петербурга, чѣмъ предположеніе Мурчисона, объяснявшаго ихъ причинами вулканическими.

Такъ же просто объясняется складчатость пермскихъ образованій Казанской и Нижегородской губерній. Известняки пермской системы во многихъ мѣстахъ при участіи сѣрнистыхъ ключей переходятъ въ гипсъ. Результатомъ перехода является сильное увеличеніе объема, а вслѣдствіе этого — складчатость известняковъ. Здѣсь также складчатость гораздо легче объясняется метаморфическимъ процессомъ, чѣмъ поднятіемъ Урала, какъ это нѣкогда предполагалъ Лудвигъ.

Примѣры метаморфизаціи горныхъ породъ уже въ достаточной мѣрѣ должны убѣдить въ возможности измѣненія объема горныхъ породъ, слѣдствіемъ котораго можетъ явиться болѣе или менѣе сильное изогнутіе вышележащихъ или тѣхъ же самыхъ горныхъ породъ, не требующее для своего объясненія какихъ-либо болѣе общихъ причинъ.

Для нѣкоторыхъ случаевъ вывода слоевъ изъ горизонтальнаго положенія необходимо бываетъ допустить вліяніе выступанія на дневную поверхность изверженныхъ горныхъ породъ, подъ вліяніемъ давленія которыхъ прилегающіе слои приняла наклонное положеніе (фиг. 293).

Точно также въ отдѣльныхъ случаяхъ можно объяснять происхо-

жденіе складчатости путемъ оползней и вызваннаго сползающими мас-сами давленія. Если представить котлообразное изогнутіе горныхъ породъ (фиг. 294) и допустить, что подъ вышележащимъ слоемъ циркулируютъ въ котловинѣ подземныя воды, смачивающія поверхность водоупорнаго слоя и вызывающія такимъ путемъ скольженіе крыльевъ складки въ котловину, то давленіе этихъ скользящихъ массъ, конечно, можетъ въ извѣстныхъ случаяхъ вызвать образованіе складокъ.

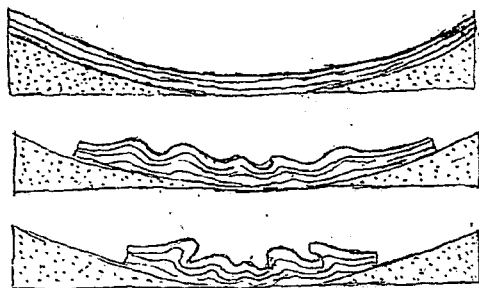
Если возможно вышеуказанными процессами объяснить измѣненіе горизонтальнаго положенія слоевъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ, то только въ



Фиг. 293. Выводъ слоевъ изъ горизонтальнаго положенія выступаніемъ изверженныхъ породъ, а—діоритъ, b—глинистый сланецъ.

примѣненіи въ отдѣльнымъ мѣстностямъ. Объяснить этимъ путемъ изогнутость слоевъ, сбросы, сдвиги и перебросы, наблюдаемые на значительныхъ пространствахъ, а въ особенности въ горныхъ кряжахъ, едва ли возможно. Для подобнаго рода нарушенія необходимо допустить болѣе общія причины, а потому отыскивать ихъ должно или въ боковомъ давленіи, вызванномъ поднятіемъ сосѣднихъ областей, или въ сжатіи земной коры, подъ вліяніемъ охлажденія.

Складки горныхъ породъ уже давно вызвали предположеніе, что главная причина ихъ происхожденія боковое давленіе. Опытъ Голя являлся какъ бы исходнымъ пунктомъ такого объясненія.



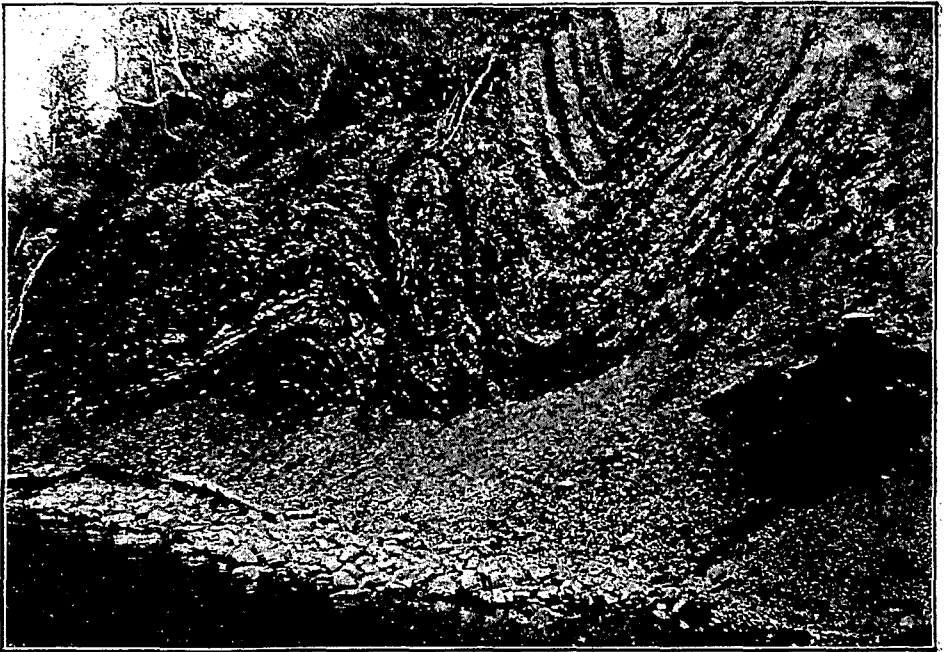
Фиг. 294. Схематическое объясненіе происхожденія складчатости путемъ боковыхъ оползней и давленія.

Голь бралъ ящикъ съ стеклянными стѣнками, изъ которыхъ одна была подвижная, и помѣщалъ въ него аккуратно, по ящику вырѣзанные, куски различнаго цвѣта матеріи. При нормальномъ положеніи кусковъ, они изображали горизонтальные пласты. Подвергая ихъ одностороннему давленію, при помощи подвижной стѣнки ящика, Голь получилъ цѣлый рядъ складокъ, расположеніе которыхъ было параллельно подвижной стѣнкѣ или перпендикулярно давленію. Этотъ же опытъ можно сдѣлать и съ другимъ матеріаломъ. Можно взять различно окрашенный воскъ и приготовить изъ него группу горизонтальныхъ слоевъ. Подвергая такое искусственное напластованіе боковому давленію, напр., при помощи гидравлическаго прессы, весьма легко получить рядъ складокъ, а при дальнѣйшемъ давленіи, когда уже на вершинахъ складокъ образовались трещины, получаютъ по направленію этихъ послѣднихъ и складки-сбросы.

Усовершенствованный приборъ для воспроизведенія картины альпійской складчатости построилъ Паульке. Аппаратъ представляетъ прямоугольный ящикъ 2 м. въ длину и 1 м. въ ширину, построенный изъ желѣза и выдерживающій большое давленіе

до 200 клтр. Дво ящика раздѣлено на нѣсколько площадей, которыя независимо другъ отъ друга можно опускать и поднимать, чтобы вызвать вертикальное движеніе толщи. На дво ящика укладываютъ тонкіе пласты мягкихъ глинъ и твердаго гипса, характерныя особенности которыхъ (упругость, противодѣйствіе разрыву и т. д.) точно вычислены. Боковое давленіе достигается механическимъ передвиженіемъ стѣнки ящика. Такимъ путемъ можно воспроизвести самыя разнообразныя условія дислокаціи и, дѣйствительно, получаются результаты, вполне соответствующіе наблюдаемымъ въ природѣ фактамъ.

25. Легкость полученія складчатости искусственнымъ путемъ на материалѣ сравнительно мягкомъ все-таки оставляетъ открытымъ вопросъ о томъ, какъ породы твердыя и плотныя, изъ которыхъ построены горныя кряжи могли образовать складки, не подвергаясь раздробленію? Непосред-



Фиг. 295. Складчатость въ каменноугольныхъ глинахъ и песчаникахъ р. Б. Изылы. Алтайскій округъ.

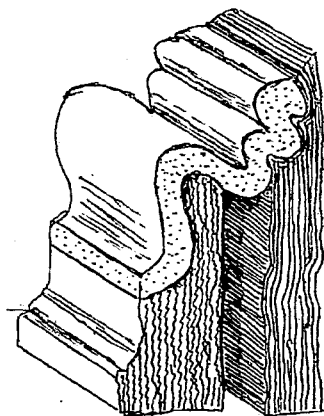
ственные наблюденія доказываютъ, что породы, представляющія изгибы и складки, были въ твердомъ и плотномъ состояніи, а не отвердѣли послѣ давленія, а потому необходимо признать извѣстную пластичность ихъ, въ предѣлахъ которой онѣ обнаруживаютъ извѣстную гибкость. Плита твердаго кварцеваго песчаника изъ каменноугольныхъ образованій донецкаго бассейна, находясь продолжительное время на двухъ подставкахъ, только въ силу собственной тяжести, изогнулась въ срединѣ въ синклинальную складку. Гранитныя столбы, помѣщенные въ горизонтальномъ положеніи и прикрѣпленные только однимъ концомъ, по прошествіи довольно значительнаго промежутка времени, изогнулись подъ вліяніемъ собственной тяжести. И въ томъ, и въ другомъ случаѣ трещинъ не образовалось. Оба

примѣра представляютъ самое незначительное движеніе, хотя Рейсъ описываетъ изъ Норвегіи жилу гранита, прорѣзывающую толщи гнейса, въ которой (фиг. 297) наблюдается любопытная волнообразная изогнутость, происшедшая, по мнѣнію вышеупомянутаго ученаго, уже послѣ образованія жилы. Что же касается до движеній значительныхъ, то объяснить ихъ вышеописанною гибкостью нельзя, необходимо допустить въ этомъ случаѣ, что породы перейдутъ предѣлъ пластичности, за которымъ уже идетъ расколъ.

Нѣкоторые ученые, какъ, напр., Геймъ, полагаютъ, что горныя породы, подъ вліяніемъ сильнаго давленія, обладаютъ особаго рода молекулярною пластичностью. По его мнѣнію, на глубинахъ породы испытываютъ большое давленіе, дѣйствіе котораго распространяется по всѣмъ направленіямъ, такъ что давленіе горы, подобно гидравлическому давле-



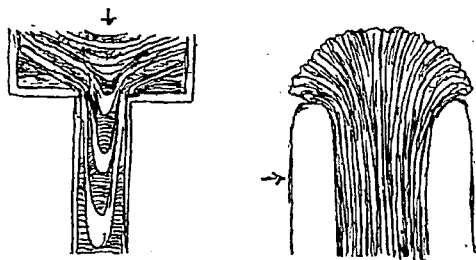
Фиг. 296. Сланецъ съ двумя складками-сбросами (Геймъ).



Фиг. 297. Гранитовая жила (пунктиръ), представляющая позднѣйшее изогнутіе (Рейсъ).

нію, дѣйствуетъ всесторонне на частицы горной породы, въ силу чего эта послѣдняя находится въ особомъ скрытно-пластическомъ состояніи. При нарушеніи равновѣсія другою силою, напр., горизонтальнымъ толчкомъ, механическое измѣненіе горной породы происходитъ на значительныхъ глубинахъ безъ излома, тогда какъ на глубинахъ небольшихъ хрупкій матеріалъ распадается на куски. Геймъ полагаетъ, что при этомъ измѣненіи безъ излома молекулы твердой породы перемѣщаются совершенно подобно какой-либо пластической массѣ. По его мнѣнію, такую пластичность породы должны обнаруживать на глубинахъ въ 2600 метровъ, что соотвѣтствуетъ давленію въ 703 атмосферы. Пфаффъ пробовалъ экспериментальнымъ путемъ провѣрить предположеніе Гейма и подвергалъ горную породу въ теченіе семи недѣль давленію въ 9970 атмосферъ, что соотвѣтствуетъ глубинѣ въ 36 километровъ, но опытъ не далъ положительныхъ результатовъ. Съ предположеніемъ Гейма до нѣкоторой степени согласуются опыты Добрэ, Треска и Спринга.

Добрэ производилъ опыты съ цѣлю объяснить вѣрообразное строеніе слоевъ, но его опыты имѣютъ и болѣе общее значеніе. Для опыта брался четырехугольный кусокъ почти сухой глины (въ другомъ опытѣ—кусокъ свинца) и помѣщался между двумя желѣзными пластинками (фиг. 298), по величинѣ равными какъ между собою, такъ и съ кускомъ глины. При сдавливаніи пластинокъ съ помощью гидравлическаго прессы, заключенная между ними глина приобрьла, по обыкновенію, сланцеватость, и кромѣ того, часть ея выступила за предѣлы пластинокъ, сохраняя приобрьтенную сланцеватость, которая расположилась вѣрообразно. Треска производилъ опыты надъ



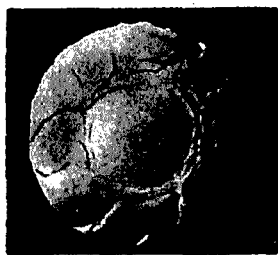
Фиг. 298. Результаты опытовъ Добрэ надъ глиною или свинцомъ подъ большимъ давленіемъ.

и глина уже при давленіи въ 5000 атмосферъ выливались изъ всѣхъ щелей аппарата, подобно жидкимъ тѣламъ. Всѣ эти опыты крайне важны, какъ доказательство явленія въ тѣлахъ однородныхъ пластичности при увеличеніи давленія.

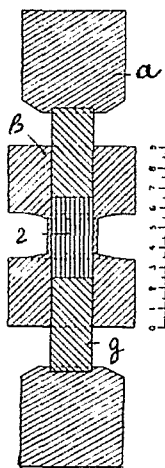
Гюмбель, Стапфъ и Брэггеръ не допускаютъ подобной особенной пластичности горныхъ породъ; по ихъ мнѣнію, во время образованія складокъ породы были раздроблены, но позднѣе, при помощи гидро-химическихъ процессовъ, были связаны въ одно цѣлое. Гюмбель также производилъ опыты. Онъ бралъ цилиндръ ортоклаза и такой же—горнаго хрустала и подвергалъ ихъ давленію; при давленіи 2200 атмосферъ они оба были раздроблены. Подобный же цилиндръ кальцита подъ тѣмъ же давленіемъ превратился въ совершенно непрозрачный, но очень плотный кусокъ; такой же цилиндръ алебаstra, при давленіи 2500 атмосферъ, сдѣлался рыхлѣе и землистѣе, но однако настолько крѣпкимъ, что изъ него можно было приготовить микроскопическій препаратъ. По мнѣнію Гюмбеля, эти опыты достаточно убѣдительно говорятъ противъ пластичности горныхъ породъ. Въ доказательство пластичности горныхъ породъ обыкновенно приводятъ находеніе въ вытянутомъ или сплюснутомъ состояніи различныхъ окаменѣлостей, изогнутость кристалловъ, вдавленія на отдѣльныхъ кускахъ нагельфлю, появленіе сланцеватости подъ угломъ къ слоеватости, сопровожденіе ея трещинами и вообще ихъ появленіе, сдвиги и т. п.

Опыты съ одностороннимъ давленіемъ надъ минералами и горными породами привели къ ихъ раздробленію, а потому было бы интересно произвести опыты подъ болѣе сильнымъ давленіемъ, но при условіи значительной устойчивости и сопротивленіи прибора. Такіе опыты были произведены американскими учеными; первоначально Кикомъ въ 1902 г., а позднѣе Эдемсомъ и Никольсономъ въ 1912 г. при давленіяхъ, достигающихъ до 30.000 атмосферъ.

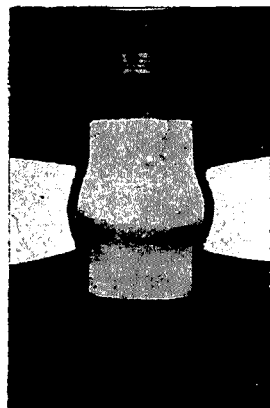
Кикъ бралъ ящикъ изъ какого-либо ковкаго металла (обыкновенно изъ мѣди), въ него помѣщалъ образецъ минерала или горной породы, а свободное между ними пространство заливалось легкоплавкимъ веществомъ, которое затвердѣвало и превращалось въ твердую массу, способную подъ давленіемъ деформироваться. Все это подвергалось давленію сильнаго пресса. Кикъ производилъ опыты какъ надъ отдѣльными минералами, такъ и нѣкоторыми горными породами. Минералы, имѣющіе твердость до 5 (шкала Мосса), обнаруживали ясную пластическую деформацию, тогда какъ у минераловъ твердостью въ 5 и болѣе—ея не наблюдалось. Каррарскій мраморъ далъ катакlastическую структуру; то же наблюдалось въ кристаллически-зернистомъ доломитѣ, мелкозернистомъ известнякѣ, въ известнякѣ богатомъ окаменѣlostями и даже въ гранитѣ. Недостатокъ опытовъ Кика заключается въ томъ, что при его опытахъ не было возможности точно опредѣлять давленіе, а равно и измѣнять температуру. Во всякомъ случаѣ, при своихъ опытахъ Кикъ достигалъ давленія нѣсколько превышающаго 800 атмосферъ, выше котораго, за раздробленіемъ каррарскаго мрамора, онъ обнаружилъ пластичность и далъ скорлуповатую структуру (фиг. 229).



Фиг. 299. Скорлуповатое строеніе каррарскаго мрамора послѣ давленія изъ опытовъ Кика.



Фиг. 300. Приборъ Эдемса и Никольсона для сильныхъ давленій. а—твердая сталь, в—никкелевая сталь, г—горная порода, д—поршень изъ хромо-вольфрамовой стали.



Фиг. 301. Появленіе валобразной выпуклости во время опыта съ каррарскимъ мраморомъ (Эдемсъ и Никольсонъ).

Нѣсколько совершеннѣе были произведены опыты Эдемсомъ и Никольсономъ. Для этихъ цѣлей вышеупомянутые изслѣдователи брали брусокъ кованнаго желѣза, а для сильныхъ давленій брусокъ никкелевой стали (въ 9 с. м. длины и въ 6,5 с. м. ширины и толщины). Въ этомъ брускѣ, въ среднѣ его и по всей длинѣ просверливали правильное цилиндрическое отверстіе. По діаметру этого отверстія приготавливали цилиндръ испытуемой горной породы, который и вводился въ средину отверстія бруска, такимъ способомъ, что брусокъ предварительно нагрѣвался—для расширенія металла—и тогда въ отверстіе бруска свободно проходилъ цилиндръ горной породы. Послѣ этого помѣщенія, брусокъ подвергался снаружи и въ своей срединѣ стачиванію, при чемъ это послѣднее доводило стѣнки оставшейся металлической трубки вокругъ испытуемой породы до различныхъ величинъ, въ зависимости оттого подъ меньшимъ или большимъ давленіемъ будетъ производиться опытъ (фиг. 300). Давленіе на породу производилось поршнями, приготовленными изъ хромо-вольфрамовой стали, при чемъ это давленіе постепенно усиливалось не только до раздробленія породы, но велось и далѣе, пока не замѣчалось появленіе и постепенное увеличеніе валобразной выпуклости въ трубкѣ бруска, а слѣдовательно и въ испытуемой горной породѣ (фиг. 301). Иногда при этихъ

опытахъ трубка лопалась, но чаще въ моменты, близкіе къ разрыву, опыты оставались. Затѣмъ, трубку и брусокъ распилывали и такимъ путемъ освобождали деформированную горную породу. Изъ самаго процесса опыта можно видѣть, что каждый изъ нихъ долженъ былъ сопровождаться изготовленіемъ новаго прибора для дальнѣйшихъ опытовъ, а этимъ, конечно, опредѣлялась значительная стоимость самихъ опытовъ.

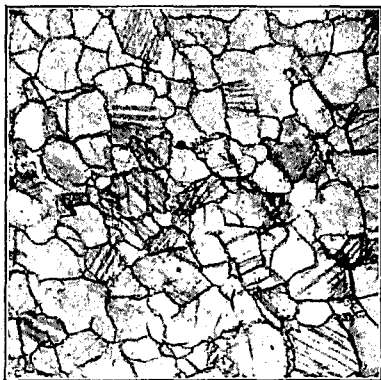
Для достиженія при опытахъ съ нѣкоторыми изверженными горными породами болѣе высокой температуры весь приборъ помѣщался въ стальную печь, устроенную такъ, чтобы пламя не касалось той части, гдѣ помѣщалась порода. Температура около пробы опредѣлялась термозащитнымъ и въ нѣкоторыхъ случаяхъ доводилась до 1000° Ц.

При опытахъ съ твердыми породами, какъ діабазъ и гранитъ, особенно съ повышеніемъ температуры (отъ 350° — 1000° Ц) горная порода сливалась съ внутренней стѣнкой стальной трубки и разнять ихъ не представлялось возможнымъ. Кромѣ того, при вскрытіи трубки деформированная часть легко отпадала отъ недеформированной и притомъ сохраняла сверху и снизу давленія на подобіе позвонка рыбы. Давы избѣжать сплавленія и распадаенія деформированной породы, опыты были видоизмѣнены такимъ способомъ: брался не одинъ цилиндръ изъ испытуемой породы, а три точно пригнанныхъ цилиндрическихъ диска; верхній и нижній изготовлялись изъ каррарскаго мрамора, а средній изъ испытуемой породы. Подвергая сильному давленію до образованія значительной валообразной выпуклости стальной трубки, можно было, послѣ опыта и вскрытія трубки, наблюдать, что вогнутыя поверхности на діабазѣ или гранитѣ были сильно очерчены и если бы давленіе было еще увеличено, то мраморные конусы проникли бы черезъ центръ дисковъ діабазы или гранита и тамъ совершенно слились. Такимъ путемъ изъ горныхъ породъ получался цилиндръ съ валообразной выпуклостью посредней (діабазъ или гранитъ), совершенно сплошной и состоящей какъ бы изъ трехъ слоевъ.

Давленіе, которому подвергались горныя породы, было очень различно. Каррарскій мраморъ испытывался при обыкновенной температурѣ подъ давленіемъ отъ 15500—21000 атмосферъ, при чемъ опыты варіировались отъ 10 минутъ до 64 дней. Во всѣхъ случаяхъ мраморъ давалъ валообразную выпуклость и не обнаружилъ ни малѣйшихъ слѣдовъ раздробленія. Поэтому авторы считаютъ этотъ мраморъ, «примѣромъ совершенной пластической текучести». Съ діабазомъ было произведено 35 опытовъ, при чемъ употреблялось три диска и давленіе отъ 21000—29800 атмосферъ. Уже при обыкновенной температурѣ и при давленіи въ 21000 атмосферъ діабазъ далъ вполне хорошо выраженную валообразную выпуклость и увеличилъ діаметръ диска на 14% безъ слѣдовъ какихъ бы то ни было трещинъ. При увеличеніи давленія при опытахъ съ діабазомъ или гранитомъ валообразная выпуклость получалась еще рельефнѣе и при этомъ діаметръ диска этихъ породъ возросъ отъ 30% — 55% . Интересенъ былъ одинъ опытъ, при которомъ одинъ изъ поршней, производящихъ давленіе, далъ трещины и въ эти трещины во время опыта втекъ мраморъ, —демонстрируя этимъ какъ бы втѣки воска или какого-либо другаго весьма пластическаго вещества.

Вышеописанные опыты американскихъ ученыхъ представляютъ большой интересъ для науки. Эти опыты отчасти подтверждаютъ предположеніе Гейма о пластичности горныхъ породъ подъ давленіемъ, но противорѣчатъ другому предположенію этого ученаго тѣмъ, что несмотря на значительную величину давленія, не получалось въ породахъ тѣхъ минералогическихъ измѣненій, о которыхъ онъ говорилъ. Особенный интересъ этихъ опытовъ заключается въ томъ, что послѣ раздробленія горныхъ породъ, подъ вліяніемъ усиливающегося давленія, въ составныхъ частяхъ породы снова наблюдалось появленіе связи и порода дѣлалась плотною и обнаруживала къ новому искусственному ея раздробленію не

только прежнее сопротивление, но нерѣдко и превосходило его. Этому послѣднему обстоятельству, напримѣръ въ каррарскомъ мраморѣ, способствовала медленная деформация, а также нѣкоторое повышеніе температуры. Изученіе микроскопическихъ препаратовъ, сдѣланныхъ изъ горныхъ породъ до и послѣ опыта (фиг. 302 и фиг. 303), показало, что, послѣ деформации, какъ простыя, такъ и сложныя горныя породы обнаружили катакластическую структуру, которая то являлась листоватою, то параллельно-линейною (гнейсовидною), то очковою, то даже въ видѣ



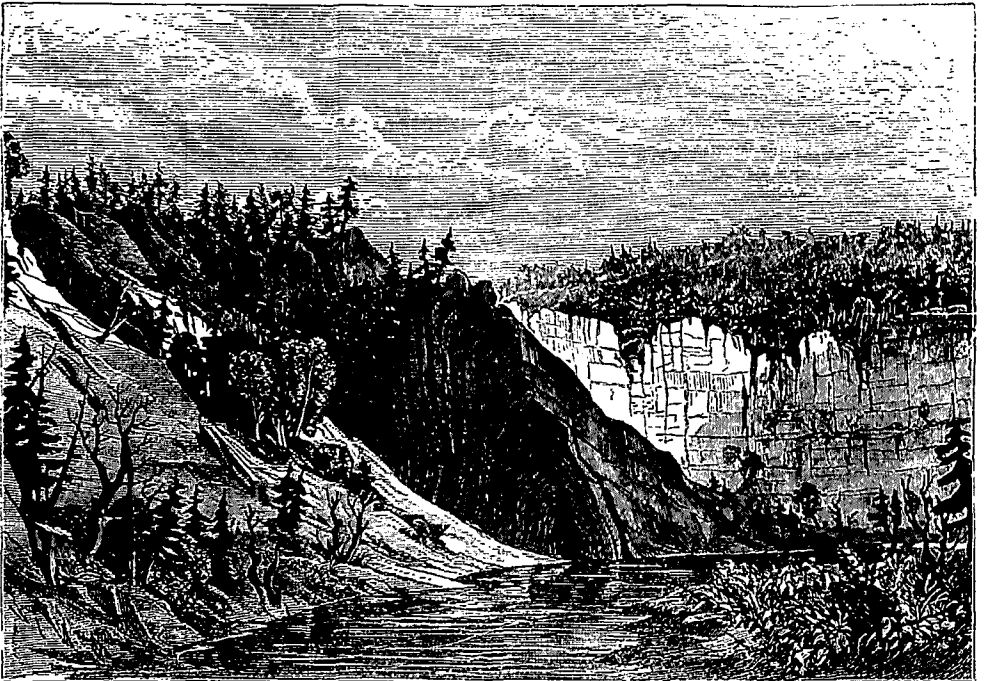
Фиг. 302. Микроскопическіе препараты изъ каррарскаго мрамора: вверху—до опыта, внизу—послѣ опыта (Эдемсъ и Никольсонъ).

Фиг. 303. Микроскопическіе препараты изъ диабазы: вверху—до опыта, внизу—послѣ опыта (по опредѣленію Эдемса структура очковаго гнейса).

микроскопической брекчии (кристаллически-зернистый доломитъ). Эти структуры, по мнѣнію авторовъ опытовъ, весьма напоминаютъ тѣ структуры, которыя наблюдаются у кристаллическихъ сланцевъ. Точно также доказано авторами, что новыя листоватыя и другія структуры, по расположенію своихъ составныхъ частей, являются въ положеніи перпендикулярномъ главному давленію, т.-е. эти опыты подтвердили до извѣстной степени старинныя опыты (стр. 283) Сорби, Тивдаля и Добрэ надъ происхожденіемъ отдѣльности въ пластическихъ горныхъ породахъ. Во всякомъ случаѣ, въ деформированныхъ горныхъ породахъ и подъ микро-

скопомъ до сихъ поръ не обнаружено появленіе какихъ бы то ни было новыхъ минераловъ.

Нахожденіе изгибовъ слоевъ и образованіе подчасъ крайне сложной складчатости заставляетъ признать существованіе факта, а равно и отыскивать основную причину его происхожденія. Если поднятія и опусканія, т.-е. вліяніе силъ, дѣйствующихъ или сверху, или снизу, даютъ возможность объяснять происхожденіе котловинъ или куполовидныхъ складокъ и сбросовъ, то ими никоимъ образомъ нѣтъ возможности объяснить сильное изогнутіе горныхъ цѣпей, въ которыхъ, какъ, напр., въ Альпахъ, въ поперечномъ ихъ разрѣзѣ, насчитываютъ до 30 и болѣе отдѣльныхъ



Фиг. 304. Изгибы горнаго известняка при впаденіи р. Койвы въ р. Чусовую (Мурчисонъ).

складокъ. Для объясненія происхожденія такого многочисленнаго количества складокъ необходимо допустить нѣкогда дѣйствовавшее боковое давленіе. Къ этой же мысли весьма легко придти и другимъ путемъ. Если представить, что слои, образующіе складки, расправлены и лежатъ горизонтально, то они должны занять значительно больше мѣста, чѣмъ въ состояніи своего изгиба, или, говоря словами Гейма, „получается избытокъ земной коры“. Подобное состояніе можетъ произойти только тогда, когда земная кора или увеличивается, или уменьшается въ своемъ горизонтальномъ протяженіи. Это можно даже представить и путемъ экспериментальнымъ. Если взять гипсовый шаръ, обтянутый бумагою и смачивать эту послѣднюю, то при увеличеніи объема бумага образуетъ складки. Для противоположнаго случая можно привести опытъ Шанкуртуа, который бралъ каучуковый шаръ, раздувалъ его и погружалъ въ расплавленный

воскъ, который и покрывалъ его поверхность. Не давъ воску совершенно остыть, Шанкуртуа выпускалъ изъ шара часть воздуха, т.-е. уменьшалъ его поверхность, причемъ слой воска образовалъ рядъ складокъ.

Такъ какъ для предположенія объ увеличеніи поверхности земли нѣтъ рѣшительно никакихъ данныхъ, то остается только одно объясненіе—это уменьшеніе поверхности земли. Здѣсь снова приходится встрѣтиться съ столь плодотворною въ геологіи гипотезою Канта-Лапласа, учащею, что земля представляетъ собою охлаждающееся, а слѣдовательно, и сокращающееся въ объемѣ тѣло. Результатомъ такого сокращенія и должна



Фиг. 305. Складка-сбросъ въ девонскомъ известнякѣ Петербургской губерніи, обусловленная одностороннимъ давленіемъ нѣкогда бывшаго ледника. Съ показаніемъ раздробленія известняка.

явиться складчатость горныхъ породъ. Чтобы представить величину такого сжатія, можно привести вычисленія Гейма, который для Юрской цѣпи горъ даетъ 5,000 метровъ, для Альпъ,—120,000 метровъ. Подобный расчетъ указываетъ, что какая-либо сѣверная точка Альпъ лежитъ отъ южной на 120 километровъ ближе, нежели въ томъ случаѣ, когда не существовало бы Альпъ. Общепринятая теперь гипотеза шаррижа дѣлаетъ необходимымъ допустить для Альповъ еще болѣе значительное сжатіе. По Шмидту, занимаемая теперь Альпами поверхность, представляетъ въ среднемъ $\frac{1}{4}$ первоначальной, т.-е. полоса въ 600 км. ширины сжата горообразовательными процессами до 150 км. Поэтому сжатіе земли въ $\frac{1}{400}$ или $\frac{1}{300}$ совершенно достаточно для объясненія происхожденія горъ на поверхности земли.

Эта гипотеза предполагает, въ своемъ дальнѣйшемъ развитіи, необходимость образованія складокъ на всей земной поверхности, а не въ отдѣльныхъ мѣстахъ ея, какъ то наблюдаемъ въ дѣйствительности. Отсутствіе изгибовъ на всей земной поверхности и сосредоточеніе ихъ только въ нѣкоторыхъ мѣстахъ приводитъ къ заключенію, что въ этихъ нѣкоторыхъ пунктахъ и складчатость должна быть сильнѣе, ибо промежуточные между ними мѣста сохранили свое горизонтальное положеніе. Какъ бы въ пользу этого приводятъ опытъ Добре, который, какъ и въ опытѣ Шанкуртуа, бралъ каучуковый шаръ, покрывалъ его желатиномъ, выпускалъ воздухъ и, уменьшая объемъ ядра, получалъ на поверхности желатина—складки. Въ томъ случаѣ, когда часть поверхности каучуковаго шара была заклеена картономъ, т.-е. лишена была возможности сокращаться или расширяться, въ мѣстахъ неподклеенныхъ, изгибы слоя желатина получались значительно сложнѣе, чѣмъ въ первомъ случаѣ. Точно такъ же есть и прямые геологическіе факты, доказывающіе, что нѣкоторыя части земной поверхности съ глубокой древности сохраняли горизонтальное положеніе, т.-е. не принимали никакого участія въ общемъ сжатіи, а если и принимали, то не образуя собою складокъ. Точно также для другихъ мѣстъ земной поверхности есть доказательства, что они съ глубокой древности выведены изъ горизонтальнаго положенія и представляютъ складки.

Причина происхожденія сбросовъ, сдвиговъ, складокъ-сбросовъ, складокъ-сдвиговъ и перебросовъ находится въ зависимости какъ отъ опусканій или поднятій, такъ и отъ складчатости горныхъ породъ. Если принимаютъ для объясненія послѣдней боковое давленіе, вызванное обращеніемъ земной поверхности, то и для происхожденія складокъ-сдвиговъ и сбросовъ необходимо принять то же боковое давленіе. Если предѣлъ упругости горныхъ породъ превзойденъ силою бокового давленія, то должны образоваться трещины, по направленію которыхъ можетъ произойти сдвигъ или сбросъ. Такія трещины, по всей вѣроятности, способствуютъ не одиночному сдвигу или сбросу, происшедшему въ силу одного бокового удара, но въ теченіе значительныхъ промежутковъ времени даютъ возможность перемѣщаться горнымъ породамъ. Подобная мысль невольно является въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится имѣть дѣло съ грандіозными сбросами, высота которыхъ измѣряется тысячами метровъ.

Необходимость признать извѣстную долю пластичности въ твердыхъ горныхъ породахъ заставляеть въ настоящее время нѣкоторыхъ ученыхъ, какъ Геймъ, Бальцеръ, Леманнъ и друг., видѣть въ боковомъ давленіи, вызываемомъ постепеннымъ сокращеніемъ поверхности земли, важнаго фактора, способнаго сильно видоизмѣнять, метаморфизировать горныя породы. Въ этомъ процессѣ видятъ механическій метаморфизмъ или динамометаморфизмъ. Необычайное всестороннее давленіе, говорятъ Геймъ, обуславливаетъ подвижность частицъ совершенно подобно тому, какъ она обуславливается сплавленіемъ тѣлъ при высокой температурѣ или раствореніемъ ихъ въ жидкостяхъ: разъ такая подвижность частицъ

достигнута, нѣтъ ничего невозможнаго и въ томъ, чтобы вступили въ свои права силы кристаллизующія и химическія, которыми будетъ обусловлена другая группировка атомовъ и частицъ, и сообщится имъ новое возможное равновѣсіе. Вышеприведенные опыты Кика, Эдемса и Никольсона, какъ показано, не подтверждаютъ послѣдняго заключенія Гейма. Бальцеръ объясняетъ механическимъ метаморфизмомъ превращеніе известняковъ аарскаго массива въ мраморъ и видитъ въ давленіи главную, но далеко не единственную, причину его; онъ допускаетъ еще и участіе воды, содержащей углекислоту, теплоту земной коры и т. п. Крайнимъ сторонникомъ механическаго метаморфизма является Леманъ, который въ гранулитовой области Саксоніи видитъ образцовый примѣръ подобнаго метаморфизма. Здѣсь выступаніе гранулитовыхъ массъ обусловило необыкновенно сильное давленіе на глинистые сланцы, вызвало въ нихъ разнообразныя нарушенія горизонтальнаго положенія слоевъ и молекулярное перемѣщеніе, подъ вліяніемъ котораго произошла метаморфизація глинистыхъ сланцевъ въ кристаллическіе.

Горообразовательные процессы заставляютъ, во всякомъ случаѣ, допустить возможность вліянія сильнаго бокового давленія на горныя породы. Изученіе этого явленія какъ въ искусственныхъ опытахъ, такъ и въ природѣ, приводятъ къ необходимости признать въ подтвержденіе динамометаморфизма довольно односторонніе факты. Такъ имъ можно объяснить появленіе въ горныхъ породахъ: катакlastической структуры, выраженной листоватымъ, параллельно-линейнымъ и брекчиевиднымъ строеніемъ, — напоминающимъ структуру нѣкоторыхъ метаморфическихъ сланцевъ; образование складокъ и вызванную этимъ образованіемъ нѣкоторую текучесть какъ отдѣльныхъ прослоевъ, такъ и прорывающихъ горныя породы жилъ — ихъ утоненіе или даже и разорванность. Такъ въ среднемъ ребрѣ сильно изогнутыхъ складокъ обыкновенно наблюдается такое утоненіе, и иногда даже и разорванность, тогда какъ въ вершинѣ — утолщеніе: Происхожденіе покрова перекрытія или шаррижа также было вызвано сильнѣйшимъ боковымъ давленіемъ и, какъ результатомъ этого, надо было ожидать въ горныхъ породахъ этого покрова наиболѣе сильнаго вліянія динамометаморфизма. Въ дѣйствительности, эти горныя породы измѣнены настолько незначительно, что причислять ихъ къ породамъ метаморфическимъ нельзя. Нерѣдко среди осадочныхъ горныхъ породъ, принимающихъ участіе въ покровѣ перекрытія, въ мѣстахъ, гдѣ надо было бы ожидать наиболѣе сильнаго давленія, т.-е. въ корню и у плоскости перемѣщенія покрова, иногда находятъ однѣ и тѣ же окаменѣлости, дающія возможность признать ихъ за осадокъ одного и того же геологическаго возраста. Въ опытахъ Эдемса и Никольсона известнякъ, переполненный окаменѣлостями, послѣ опыта, приобрѣлъ, листоватую структуру, но отъ окаменѣлостей не осталось и слѣдовъ. Интересно то, что поверхность тѣхъ горныхъ породъ (даже гранитовъ), по которымъ произошло перемѣщеніе покрова перекрытія, нерѣдко носитъ слѣды сильнаго раздробленія и иногда появляются здѣсь брекчиевидныя скопленія этой породы.

Путемъ динамометаморфізма возможно объяснить нѣкоторыя формы ложныхъ залеганій, т.-е. вдавленіе нѣкоторыхъ породъ въ полости другихъ, какъ напр., известняка въ полости гранита и т. д. Точно также легко объяснить динамометаморфізмомъ сплюснутость и вытянутость нѣкоторыхъ окаменѣlostей, а равно изогнутость и появленіе двойниковыхъ образованій въ кристаллахъ (Рейсъ, Кикъ, Эдемсъ) горныхъ породъ, подвергшихся боковому давленію. Тѣмъ же боковымъ давленіемъ легко объяснить образованіе въ горныхъ породахъ трещинъ, долинъ разрыва, складокъ-сбросовъ, складокъ-сдвиговъ, а равно и обыкновенныхъ сдвиговъ и сбросовъ.

Во всякомъ случаѣ, кромѣ раздробленія, а съ нимъ и измѣненія структуры и новаго уплотненія горныхъ породъ, вопросъ о перекристаллизаціи ихъ, а равно и появленіе новыхъ минераловъ подъ вліяніемъ динамометаморфізма остается въ области предположеній. Какихъ бы то ни было новыхъ минераловъ, обуславливающихъ за горными породами наименование метаморфическихъ, не было получено ни при искусственныхъ опытахъ и не было ихъ наблюдаемо въ горныхъ породахъ, въ мѣстахъ наибольшаго сильнаго бокового давленія и въ природѣ.

Горообразовательные процессы своимъ вліяніемъ на горныя породы могли и не достигать тѣхъ предѣловъ давленія, при которыхъ произошло, какъ въ опытахъ Кика и Эдемса, полное спайваніе отдѣльныхъ частей раздробленной горной породы. Во многихъ горахъ, какъ напр. въ центральной части Кавказскаго хребта, довольно часто наблюдается приурочиваніе оспей къ выходамъ антиклинальныхъ складокъ глинистаго сланца. Это, конечно, доказываетъ что здѣсь складки произошли съ разломомъ, обуславливающимъ и ихъ легкую разрушимость. Разсматривая образцы сильной складчатости горныхъ породъ (коллекція Гейма, алтайскія яшмы и др.) очень часто, даже невооруженнымъ глазомъ, удавалось наблюдать въ мѣстахъ или наибольшей складчатости, или въ мѣстахъ— складокъ-сдвиговъ, нѣкогда бывшія трещины, выполненныя, очевидно позднѣе, минеральными массами (жилками), которыя и связали окончательно породу и придали ей совершенную цѣльность.

Такое положеніе вопроса о метаморфическихъ сланцахъ и другихъ метаморфическихъ породахъ заставляетъ и теперь отыскивать причинность ихъ происхожденія, въ другихъ явленіяхъ природы. Большинство выходовъ метаморфическихъ сланцевъ находятся въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ ядромъ тектоническихъ складокъ, а, слѣдовательно, въ области, гдѣ необходимо допустить наиболѣе сильное вліяніе горообразовательныхъ процессовъ. Такое ихъ положеніе заставляетъ предполагать о существованіи въ горной породѣ катакластической структуры и многочисленныхъ трещинъ, почти всегда расположенныхъ перпендикулярно давленію. Допустимъ теперь, что такая серія горныхъ породъ, путемъ опусканій, была доставлена во вторую метаморфическую зону (см. стр. 455), гдѣ усиленная дѣятельность гидатоморфізма, подъ вліяніемъ давленія, могла вызвать образованіе новыхъ минераловъ какъ на счетъ матеріала самой породы, такъ и принесеннаго сверху. Отложеніе этихъ новообразованій

могло произойти не только по трещинамъ, но и въ самой породѣ и придать ей характеръ породы метаморфической. Какъ бы подтвержденіемъ такого предположенія могутъ служить главные минералы, обыкновенно, характеризующіе метаморфическія породы, которыя, въ значительномъ большинствѣ случаевъ, являются по своему происхожденію минералами, образовавшимися съ уменьшеніемъ своего молекулярнаго объема (по характеристикѣ Беккэ со знакомъ —). Такое объясненіе, во всякомъ случаѣ, не исключаетъ, по нашему мнѣнію, и возможности образованія метаморфическихъ породъ помимо динамометаморфизма (см. стр. 462)¹⁾.

Задача геолога, при разборѣ такихъ памятниковъ жизни земли, будетъ заключаться не только въ томъ, чтобы возстановить первоначальный характеръ метаморфической породы, но и примѣнить къ самому процессу метаморфизаціи рациональное объясненіе.

Если въ опытахъ Эдемса и Никольсона гранитъ подъ сильнымъ давленіемъ принялъ гнейсовую структуру, то едва ли такое объясненіе происхожденія гнейса для всѣхъ случаевъ можно считать универсальнымъ. Такое объясненіе можетъ быть примѣнимо къ нѣкоторымъ гнейсамъ, гранито-гнейсамъ, гнейсо-гранитамъ и гранулитамъ, встрѣчающихся въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ горами, гдѣ можно было ожидать проявленія вліянія сильнаго бокового давленія. Среди архейскихъ гнейсовъ—этого фундамента для всѣхъ другихъ геологическихъ образованій—встрѣчается гранитъ, залегающій весьма правильными слоями или покровами и составъ такого гранита совершенно тождественъ съ составомъ сосѣдняго гнейса. Объяснить происхожденіе такого гнейса изъ гранита путемъ односторонняго давленія представляется невозможнымъ, такъ какъ подобное объясненіе оставляло бы открытымъ вопросъ: отчего не обратились въ гнейсъ слои или покровы въ немъ залегающаго гранита? Здѣсь не поможетъ и гипотеза инъекціи (см. стр. 445), такъ какъ по этой гипотезѣ трещины въ гнейсѣ должны были бы выполняться не гранитовою, а аплитовою массою. Если не признавать за архейскими гнейсами сильно метаморфизованную первоначальную кору охлажденія земли, то, до появленія новаго болѣе рациональнаго объясненія происхожденія этихъ гнейсовъ, ихъ опять надо временно отнести къ петрографическимъ іероглифамъ.

НЕСОГЛАСНОЕ НАПЛАСТОВАНИЕ.

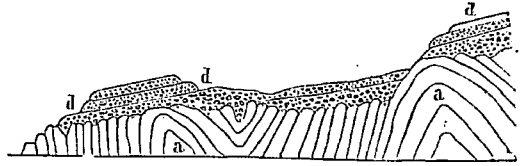
До сихъ поръ разсматривалась только такая группа слоистыхъ горныхъ породъ, въ которой наблюдалось полное согласіе въ расположеніи отдѣльныхъ слоевъ и которое можно назвать согласнымъ напластованіемъ. При наблюденіи надъ взаимнымъ напластованіемъ двухъ или нѣсколькихъ системъ слоевъ весьма часто можно встрѣтить случаи, при

¹⁾ Къ сожалѣнію, надо сообщить, что доступъ къ интересному геологическому разрѣзу, указанному на стр. 461, уничтоженъ искусственными взрывами лѣсопромышленниковъ при очисткѣ рѣки для сплава лѣса; при этомъ сильно пострадалъ и самый разрѣзъ.

которых не наблюдается согласія въ напластованіи и которые поэтому называютъ несогласнымъ напластованіемъ (фиг. 306 и 307). Последний случай выражается тѣмъ, что одна группа слоевъ, или горизонтальныхъ, или падающихъ подъ какимъ-либо угломъ, будетъ покрывать другую группу, имѣющую какой-либо другой уголъ паденія. Въ несо-

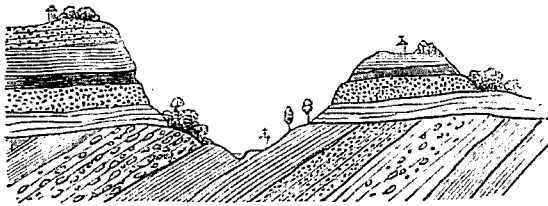


Фиг. 306. Несогласное напластованіе.



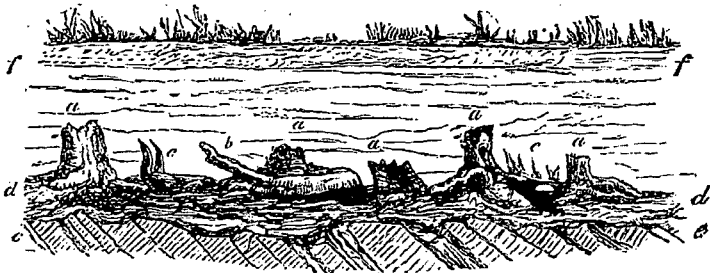
Фиг. 307. Несогласное напластованіе слоевъ d съ слоями a.

гласномъ напластованіи въ свою очередь различаютъ нѣсколько случаевъ: облеканіе — когда на древнѣйшій рядъ слоевъ отложились новѣйшія образованія, облекая, т.-е. падая во всѣ стороны отъ древнѣйшаго ядра; залеганіе бассейномъ — въ томъ случаѣ, когда новая группа слоевъ



Фиг. 308. Переметное напластованіе.

выполняетъ углубленіе въ болѣе древней группѣ; налеганіе покровомъ — когда горизонтальные слои на весьма большомъ протяженіи покрываютъ головы болѣе древнихъ образованій. Въ томъ же случаѣ, когда рядъ слоевъ залегаетъ на нѣсколькихъ системахъ слоевъ такъ, что про

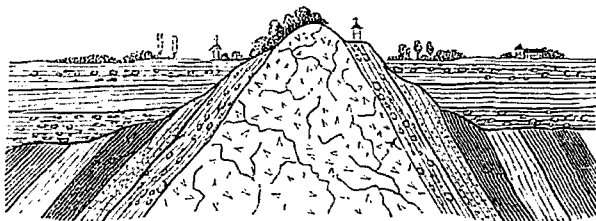


Фиг. 309. Несогласное напластованіе группы слоевъ f и d на слои a.
a—вертикально стоящія деревья, b—лежащіе стволы, d—старый почвенный слой.

никаетъ изъ области распространенія одной группы въ другую, его называютъ переметнымъ напластованіемъ (фиг. 308).

Во всякомъ случаѣ, внутренній смыслъ, представляемый несогласнымъ напластованіемъ совершенно отличенъ отъ того, который представляетъ согласное напластованіе. Это послѣднее указываетъ, что отло-

женіе осадковъ шло совершенно спокойно и часто безъ перерывовъ, тогда какъ несогласное напластованіе необходимо требуетъ допущенія извѣстнаго промежутка времени, такъ что двѣ непосредственно слѣдующія другъ за другомъ группы слоевъ никоимъ образомъ не могутъ представлять несогласнаго напластованія. На фиг. 309 представлено налеганіе горизонтальныхъ слоевъ *f* и *d* на головы слоевъ *c*; послѣдніе слои первоначально отложились горизонтально, но только съ теченіемъ времени были поставлены наклонно, подверглись размыванію и сдѣлались сушею, на которой сталъ расти лѣсъ. Съ теченіемъ времени вся группа слоевъ подверглась опусканію подъ уровень воднаго бассейна, изъ котораго и отложились горизонтальные слои *f*. Фиг. 310 показы-



Фиг. 310. Несогласное напластованіе.

ваетъ, что до отложенія верхней горизонтальной группы осадковъ нижняя группа не только представила изогнутіе своихъ слоевъ, но и подверглась болѣе или менѣе сильному размыванію, уничтожившему значительныя части слоевъ и уже только послѣ того отложилась верхняя группа слоевъ. Слѣдовательно, всякое несогласное напластованіе указываетъ какъ на извѣстный промежутокъ времени, прошедшій между образованіями двухъ несогласно пластующихся группъ, такъ и на то, что эти послѣднія не есть непосредственно слѣдующія другъ за другомъ во времени геологическія отложенія.

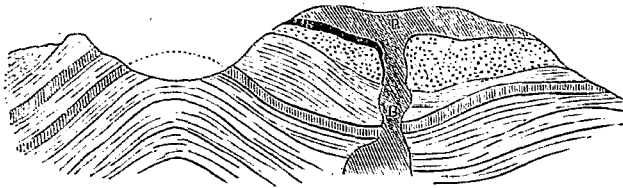
Другія формы горныхъ породъ.

Не всѣ горныя породы являются въ формѣ слоя или пласта; извѣстны многочисленныя горныя породы, которыя представляютъ совершенно другія формы, которымъ въ геологіи даютъ наименованія: потоковъ, покрововъ, куполовъ, штоковъ и жилъ.

Потокъ представляетъ застывшую, каменную массу горной породы, спускающуюся отъ центра изверженія. Такая форма произошла путемъ вулканическимъ изъ расплавленныхъ огненно-жидкихъ массъ. На крутыхъ склонахъ потоки узки и не толсты, на пологихъ широки и часто глубоки, но и въ томъ, и въ другомъ случаѣ толщина потока всегда больше къ нижнему концу его. Въ этой формѣ являются потоки лавы современной геологической эпохи, а также и сохранившіеся отъ размыванія нѣкоторые изъ потоковъ третичныхъ вулкановъ.

Покровъ есть также особая форма изверженныхъ породъ, горизонтально или наклонно покоящихся на другихъ образованіяхъ. Поверхности,

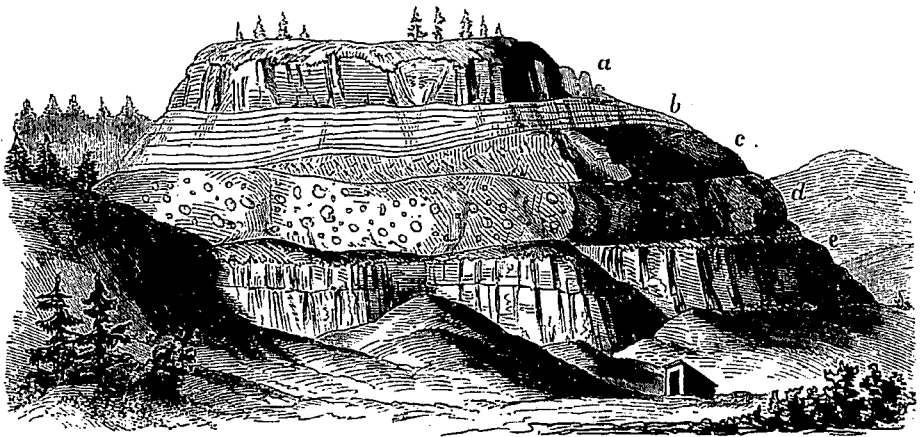
его ограничивающія, хотя часто и идутъ параллельно другъ другу, но, уже въ силу самаго способа происхожденія, въ нижней поверхности покрыва можно довольно часто наблюдать уклоненіе отъ параллельнаго расположенія, потому что она подчиняется прежде бывшему рельефу мѣстности. Въ строгомъ смыслѣ слова покровъ надо отличать отъ потока главнымъ образомъ тѣмъ, что въ послѣднемъ всегда есть возможность отличить длину отъ ширины, что далеко не всегда можно сдѣлать въ покровѣ, т.-е. въ немъ нѣтъ возможности указать то мѣсто изверженія, изъ



Фиг. 311. Покровъ.

котораго вышелъ матеріалъ, его образующій. По всей вѣроятности на покровъ слѣдуетъ смотрѣть, какъ на потокъ, но въ значительной степени подвергшійся размыванію.

Какъ потоки, такъ и покровы могутъ повторяться въ данной мѣстности, т.-е. представить систему потоковъ или покрововъ. Доставка изверженныхъ продуктовъ на дневную поверхность можетъ продолжаться въ данной мѣстности болѣе или менѣе продолжительный промежутокъ времени, а потому, какъ результатъ повторенія, можетъ явиться



Фиг. 312. Разрѣзъ изверженныхъ породъ у Виквитца, въ долину Эгера.

а—оливиновый базальтъ, б—слоистый базальтовый туфъ, с—краснобурый разрушенный базальтъ, d—базальтовый конгломератъ и е—миндалевидный базальтъ (Гауэръ).

система потоковъ или покрововъ, дающая полную возможность геологу разобрать послѣдовательность нѣкогда доставленныхъ вулканами продуктовъ (фиг. 312).

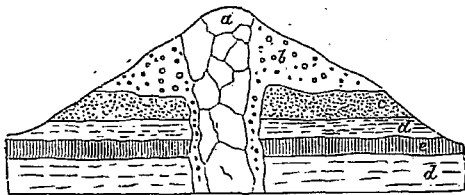
Кулолы или **сопки**, или, какъ нѣкоторые ученые называютъ ихъ, однородные вулканы, представляютъ отдѣльные, изолированные колоколо-

образные или коническіе выходы порфира, трахита, фонолита, базальта и другихъ изверженныхъ породъ. Такіе куполы часто сохраняютъ какъ бы ножку, т.-е. представляютъ въ своемъ основаніи жилу или нѣкогда бывшую трещину, чрезъ которую, до ея выполненія, была доставлена изверженная горная порода на дневную поверхность. Кромѣ того, въ строеніи куполовъ почти всегда наблюдаются или плитообразная, или столб-



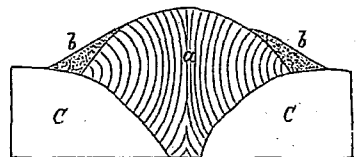
Фиг. 313. Купола фельзитоваго порфира, слагающаго Буготакскія сопки (Алтайскій округъ).

чатая отдѣльности, которыя какъ бы подчиняются нѣкоторой законности въ своемъ расположеніи въ куполѣ. При плитообразной отдѣльности весь куполъ часто является какъ бы составленнымъ изъ ряда скорлупъ; это строеніе, напр., превосходно выражено въ фонолитовыхъ куполахъ Шлос-



Фиг. 314. Базальтовый куполь Цигенбергъ у Гахитсвальда.

а—базальтъ, б—базальтовый конгломератъ, с—песокъ, d—пластическая глина, e—бу-
рый уголь.



Фиг. 315. Базальтовый куполь Штейнбергъ у Ремагена.

а—базальтъ съ столбчатою отдѣльностью, б—базальтовый щебень и с—девонскій глини-
стый сланецъ.

сберга у Гельдбурга и Теплица, а равно и во многихъ другихъ куполахъ сѣв. Богеміи и Оверни. При столбчатой отдѣльности столбы выходятъ въ видѣ пучка изъ центра, или же, изгибаясь, соединяются своими вершинами. Связь куполовъ съ обыкновенными слоистыми вулканами не только выражается географическимъ сосѣдствомъ, но еще и тѣмъ, что часто замѣтна неполная однородность въ ихъ строеніи (фиг. 314) и сопровож-
деніе ихъ отложеніями туфа и другихъ рыхлыхъ продуктовъ изверженія.

Точно также наблюдается связь куполовъ съ потоками и покровами, выражающаяся тѣмъ, что тѣ же горныя породы, которыя слагаютъ куполы по окраинамъ этихъ послѣднихъ, растекаются по поверхности земли въ видѣ потоковъ, хотя иногда и въ другомъ петрографическомъ видѣ—въ видѣ лавы.

Своеобразная форма куполовъ давно уже обращала вниманіе геологовъ и вызывала попытки къ объясненію происхожденія ихъ. Въ началѣ объясняли образованіе куполовъ тѣмъ, что изверженный матеріалъ доставлялся на дневную поверхность не настолько жидкимъ, чтобы растекаться, а въ болѣе густомъ видѣ выдавливался и, остывая, сохранялъ форму купола. Позднѣе, согласно Зеебаху, стали смотрѣть на куполы, какъ на вулканы, называя даже ихъ прямо однородными вулканами, а самый способъ ихъ происхожденія приписывать вулканическимъ процессамъ, нѣсколько отличнымъ отъ тѣхъ, которыми обусловлено образованіе слоистыхъ вулкановъ. Небольшое количество рыхлыхъ продуктовъ, принимающихъ участіе въ строеніи однородныхъ куполовъ, подало поводъ сдѣлать предположеніе, что въ ихъ образованіи пары воды и газы принимали крайне небольшое участіе. Вязкая лава, изливаясь на дневную поверхность, если не была въ достаточной степени подвижна, то образовала куполь, а при достаточной подвижности—растекалась въ покровъ.

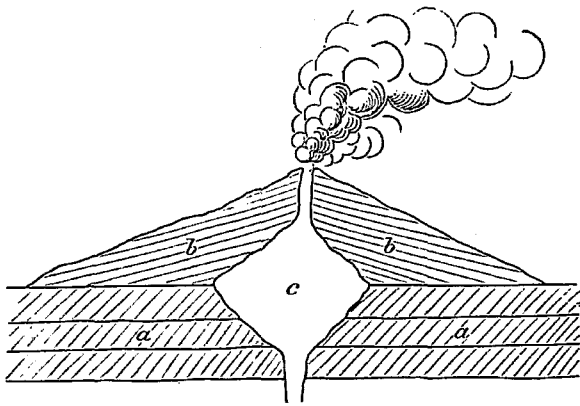
Едва ли въ настоящее время можно признать такое объясненіе происхожденія куполовъ или однородныхъ вулкановъ удовлетворительнымъ. Согласиться съ такимъ объясненіемъ нельзя потому, что въ ряду вулкановъ, нынѣ образующихся, нѣтъ такихъ, которые бы являлись типомъ куполовъ. Примѣры, приводимые для этого, не могутъ быть признаны удовлетворительными. Такъ указываютъ на Санторинъ, который представляется слоистымъ вулканомъ, образуя своими краями (см. стр. 168) острова Теру, Теразію и Аспронизи, но затѣмъ явились среди его кратера вулканы, называемые островами Камени. Извѣстно, что островъ Старый Камени образовался въ 186 году до Р. Х., прямо въ морѣ, и нѣтъ никакихъ положительныхъ данныхъ въ пользу того, что теперешнее его состояніе совершенно то же, какъ было и при его образованіи. Изъ ряда указаній относительно подводныхъ изверженій скорѣе можно сдѣлать предположеніе, что острова Камени подверглись сильному размыванію въ теченіе значительнаго промежутка времени; размываніе, очевидно, должно было уничтожить значительные запасы рыхлаго матеріала, нѣкогда принимавшаго участіе въ ихъ строеніи. Точно такъ же неудачно указаніе и на Монте-Астрони области Флегрейскихъ полей, такъ какъ время образованія этого вулкана теряется въ глубочайшей древности.

Такъ какъ большинство извѣстныхъ куполовъ, образованныхъ изверженными породами, принадлежитъ не къ современной геологической эпохѣ, а къ образованіямъ относительно болѣе древнимъ, то представляется крайне много вѣроятія, что такіе куполы не суть первоначальная форма, а остатокъ размытаго вулкана.

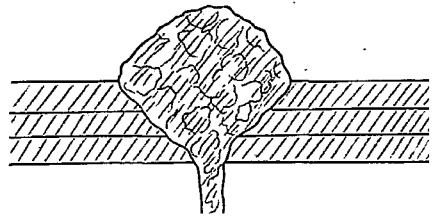
Эту мысль подтверждаетъ опытъ Гохштеттера надъ образованіемъ искусственнаго вулкана. Полученные имъ вулканы не только представили полную послѣдовательность изверженія (см. стр. 232), но въ то же время могли служить и для изу-

чепія внутренняго строенія вулканическаго купуса. Въ нихъ оказалась значительная, составленная какъ бы изъ двухъ опрокинутыхъ другъ на друга воронокъ, полость (с), которая подъ конецъ дѣятельности искусственнаго вулкана явилась совершенно заполненною крупно-кристаллическою сѣрою. Если представить, что внутри каждаго обыкновеннаго вулкана находится полость и что эта полость будетъ современемъ совершенно выполнена расплавленною огненно-жидкою массою, то съ теченіемъ времени, и подъ вліяніемъ размыванія, наружная слоистая и рыхлая оболочка (b) можетъ быть совершенно уничтожена, а внутреннее ядро (фиг. 316 и 317), какъ представляющее большее сопротивление размыванію, можетъ сохраниться и представить форму купола.

Въ пользу той же мысли говорить еще одно обстоятельство. Уже раньше (стр. 334) была указана зависимость большей или меньшей кристалличности горной породы отъ характера ея охлажденія, т. е. было показано, что чѣмъ больше изливалось лавы и чѣмъ медленнѣе она осты-



Фиг. 316. Схема вулкана Гохштеттера.

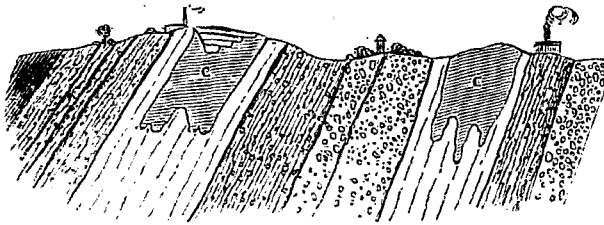


Фиг. 317. Идеальное изображеніе купола.

вала, тѣмъ большее количество наблюдалось въ ней кристаллическихъ недѣлимыхъ и тѣмъ меньше стекловатой основной массы. Выполненіе внутренней полости вулкана расплавленною огненно-жидкою массою и предохраненіе ея отъ быстрого охлажденія наружною слоистою оболочкою вулкана даетъ полную возможность медленной и постепенной, а въ то же время и весьма совершенной кристаллизаціи. Вотъ почему въ такихъ куполахъ и встрѣчаютъ по преимуществу болѣе или менѣе кристаллическія породы, каковы долериты, анамезиты, трахиты, домиты и т. п. Знаменитый трахитъ Драгенфельса, образующій куполь, содержитъ весьма крупныя кристаллы санидина. Куполы, образованныя трахитами и андезитами извѣстны въ Оверни (Пюи-де-Домъ и Пюи-де-Саркюи), въ Венгріи, Зибенгебирге, Эйфель, въ Андахъ и др. мѣстностяхъ; долеритовые—въ Тюрингенскомъ лѣсу, анамезитовые—въ сѣв. Богеміи и т. д. Часть куполовъ, а можетъ быть и часть штоковъ, должны отойти къ той формѣ образованія горныхъ породъ, которую Гильбертъ назвалъ лакколитами и о которой будетъ сказано далѣе.

Штоки представляютъ неправильныя массы горной породы, залегающія среди другихъ образованій. Формы штоковъ бываютъ крайне разнообразны, то они имѣютъ эллипсоидальную, то линзообразную форму,

то съ многочисленными отрогами и т. д. Размѣры ихъ точно также колеблются въ весьма широкихъ предѣлахъ, отъ размѣровъ сравнительно ничтожныхъ, когда такой штокъ называютъ гнѣздомъ, до размѣровъ въ нѣсколько сотенъ метровъ. Измѣненіе формы штока то приближаетъ его къ жиламъ, то значительно отъ нихъ удаляетъ. Весьма часто штоки находятся въ извѣстномъ соотношеніи съ окружающими слоистыми горными породами, т.-е. обнаруживаютъ въ своемъ длиннѣйшемъ діаметрѣ извѣстный параллелизмъ съ линіей простиранія сосѣднихъ слоистыхъ породъ. Точно такъ же и при встрѣчѣ нѣсколькихъ штоковъ въ одной и той же мѣстности иногда наблюдается извѣстная правильность въ ихъ распредѣленіи, т.-е. штоки лежатъ на протяженіи одной прямой линіи, составляющей въ то же время и длиннѣйшую ось штоковъ. Въ такой формѣ встрѣчаются какъ изверженныя породы, такъ и осадочныя. Каменная соль и гипсъ обыкновенно встрѣчаются въ формѣ штоковъ. Гранитъ также до-



Фиг. 318. Примѣръ штоковъ (с).

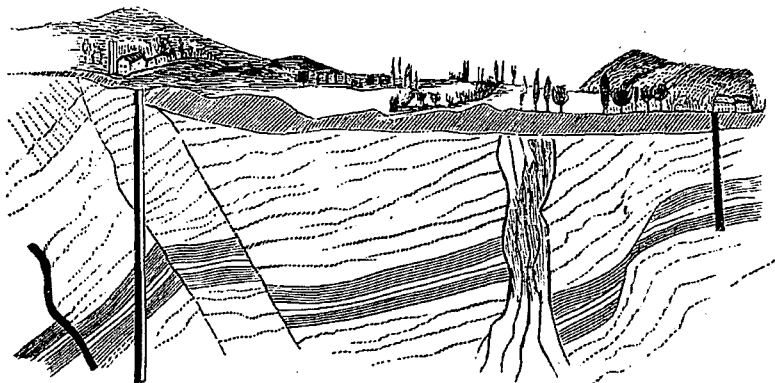
вольно часто встрѣчается въ такой формѣ. Въ расположеніи штока въ породахъ также наблюдается нѣкоторое различіе. Подъ именемъ стоячаго, пересѣкающаго или вертикальнаго штока понимаютъ такое расположеніе его въ сосѣднихъ породахъ, когда штокъ пересѣкаетъ слои этихъ послѣднихъ и располагается въ нихъ болѣе или менѣе вертикально. Подъ именемъ лежачаго, пологоаго или горизонтальнаго штока понимаютъ такое расположеніе, при которомъ онъ принимаетъ положеніе болѣе или менѣе параллельное окружающимъ его слоистымъ породамъ.

Жилы представляютъ собою трещины, выполненные позднѣе минеральною массою. Такъ какъ трещины наичаще ограничены двумя параллельными стѣнками, то и минеральная масса, ихъ выполняющая, принимаетъ болѣе или менѣе плитообразную форму. Части жилъ, которыми онѣ соприкасаются съ прилегающею горною породою, называются залъбандами. Кромѣ того, жилы весьма часто представляютъ развѣтвленія и отрогкамъ ихъ, уходящимъ въ сосѣдную горную породу, даютъ наименованіе апофизъ. По своимъ размѣрамъ жилы представляютъ большое разнообразіе; онѣ могутъ быть въ нѣсколько сотъ метровъ толщиною и нѣсколько километровъ длиною или являются въ толщину почтоваго листа, представляя и по поверхности крайне ограниченное распространеніе.

Такъ какъ жилы являются плитообразными массами, то для опредѣленія ихъ положенія вполнѣ возможно примѣненіе тѣхъ пріемовъ, которые употребляются для опредѣленія положенія слоя, т.-е. и здѣсь не-

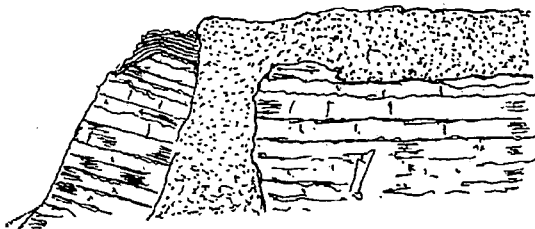
обходимо опредѣлять простирание и паденіе жилы. Такое опредѣленіе въ особенности необходимо въ тѣхъ случаяхъ, когда въ видѣ жилы встрѣчаютъ какое-либо полезное ископаемое и когда требуется опредѣлить количество его; здѣсь имѣютъ совершенно тотъ же случай, какъ представляетъ настоящій слой полезнаго ископаемаго.

Въ своемъ распространеніи жилы представляютъ значительное разнообразіе какъ среди массивныхъ, такъ и слоистыхъ горныхъ породъ и



Фиг. 319. Примѣръ жилъ въ слоистыхъ породахъ.

въ этомъ отношеніи представляютъ полное сходство съ расположеніемъ трещинъ (см. стр. 486). Когда жила является въ положеніи полной параллельности окружающимъ ея слоямъ, т.-е. имѣетъ одинаковое съ ними паденіе и простирание, то она получаетъ наименованіе пластовой жилы. Наименованіе такой жилы пластовою необходимо заставляеть дать наиме-

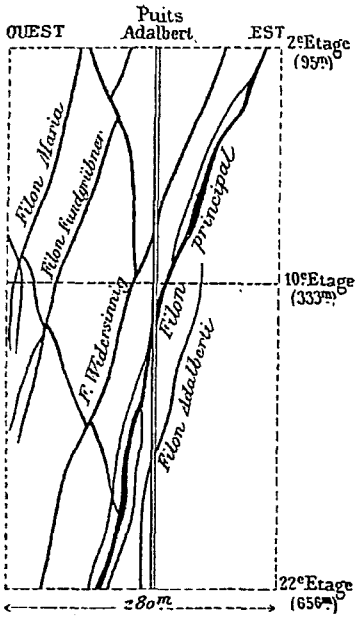


Фиг. 320. Жила мелафира, переходящая сверху въ покровъ (Богемія).

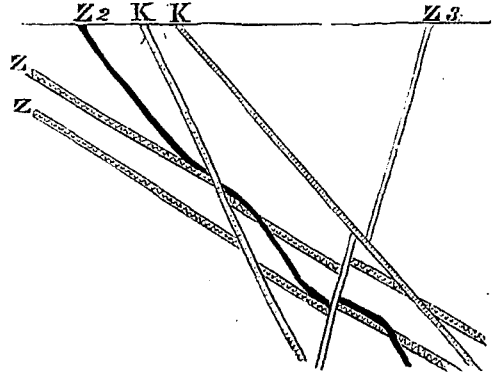
нованіе и другому расположенію жилъ; когда жила проходитъ въ слоистыхъ горныхъ породахъ и пересѣкаетъ ихъ слои, или, какъ говорятъ, идетъ въ крестъ простиранія, то ее называютъ пересѣкающею жилюю. Наконецъ, когда жила залегаетъ въ мѣстѣ соприкосновенія двухъ горныхъ породъ, то она получаетъ наименованіе жилы соприкосновенія.

Въ распредѣленіи жилъ наблюдается весьма часто извѣстная правильность, обнаруживающаяся тѣмъ, что вся ихъ система или свита то является составленною изъ отдѣльныхъ параллельныхъ другъ другу жилъ,

называемых сѣтчатыми (фиг. 321), то изъ жилъ, расходящихся какъ бы радіально изъ одного центра; въ этомъ послѣднемъ случаѣ жилы называютъ лучистыми. Кроме того, многія мѣстности представляютъ не только одну, но нѣсколько системъ жилъ, пересѣкающихся между

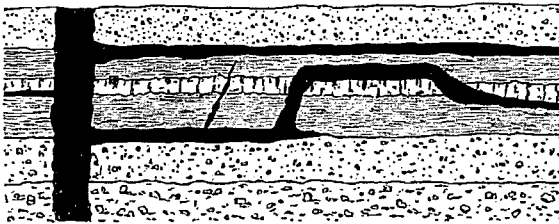


Фиг. 321. Вертикальный разрѣзъ жилъ въ округѣ Марія-Адалбертъ въ Пршибрамѣ.



Фиг. 322. Рудныя жилы изъ Хель-Пиверо у Редрута въ Корнуэльсѣ. Z—древнія оловянняя жилы, Z2—новыя оловянняя жилы, Z3—новѣйшія оловянняя жилы, K—мѣдныя жилы.

собою. Изъ самаго опредѣленія и происхожденія жилъ весьма легко прійти къ заключенію, что жила пересѣкаемая будетъ древнѣе жилы пересѣкающей, а потому и вся система послѣднихъ по времени своего обра-



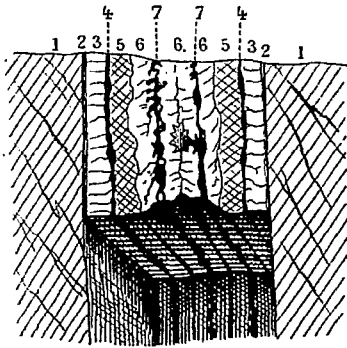
Фиг. 323. Базальтовая жила о-ва Скай (Англія) съ боковыми вѣтвями среди песковъ и известняковъ (Юль).

зованія должна быть моложе той, которую онѣ пересѣкаютъ. Для примѣра можно указать на систему жилъ Хель-Пиверо (Корнуэльсѣ, фиг. 322). Въ этой мѣстности жилы, содержащія оловянняя руды, пересѣкаются другими съ тѣми же рудами, но, очевидно, болѣе новаго происхожденія и, наконецъ, въ свою очередь вся группа жилъ съ оловянными рудами

пересѣкается жилами съ мѣдными рудами, которыя для этой мѣстности по времени своего происхожденія должны быть приняты какъ наиболѣе молодыя.

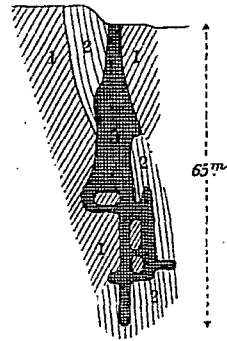
Сложене минеральной массы, выполняющей жилу; можетъ быть весьма разнообразно, то оно массивное (т.-е. плотное, зернистое, порфиоровидное), то брекчиевидное, друзовидное или ленточное. Последнй случай строенія особенно характеренъ для особой группы жилъ (фиг. 324).

Жилы такъ же, какъ и слои, могутъ представлять нѣкоторыя уклоненія отъ спокойнаго и правильнаго своего распространенія; такое нарушеніе иногда выражается сбросами (фиг. 322), размѣры которыхъ могутъ быть чрезвычайно разнообразны, и это обстоятельство необхо-



Фиг. 324. Ленточное строеніе рудной жилы.

1—коренная горная порода, 2—зальбанды, 3—кварцъ, 4—пиритъ, 5—кальцитъ, 6—кварцъ и тяжелый шпатъ, 7—свинцовый блескъ.



Фиг. 325. Разрѣзъ чрезъ жилу съ никелевою рудою (Норвегія).

1—габбро, 2—сланцеватый кварцитъ и 3—рудные минералы.

димо имѣть въ виду, при опредѣленіи въ рудной жилѣ количества полезнаго ископаемаго, подлежащаго эксплуатаціи. Въ жилахъ также наблюдаютъ и выклиниваніе или раздуваніе, т.-е. мѣстное увеличеніе ихъ толщины, а равно и складки.

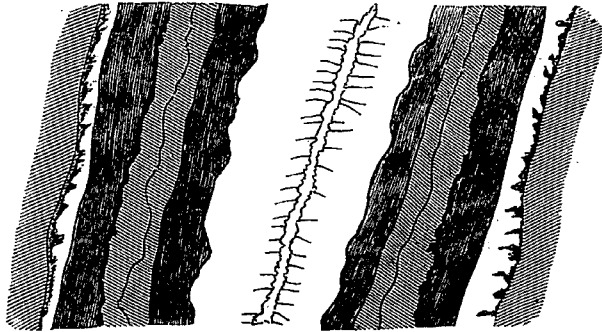
По матеріалу, образуемому жилами, эти послѣднія могутъ быть подраздѣлены на жилы, образованныя горною породою, и жилы минеральныя, т.-е. образованныя отдѣльными минералами. Изъ послѣдней группы необходимо выдѣлить группу рудныхъ жилъ, т.-е. содержащихъ полезныя ископаемыя, могущія служить для добычи металловъ. Последняя категорія жилъ въ весьма рѣдкихъ случаяхъ является сплошь образованною металлами, но почти всегда сопровождается, называемою на практикѣ, пустою породою, т.-е. содержитъ еще большее или меньшее количество различныхъ минераловъ, не служащихъ для эксплуатаціи. Для примѣра можно привести наименьшій процентъ металла въ рудной жилѣ, при которомъ возможна ея разработка; для желѣза— $\frac{1}{3}$, для цинка— $\frac{1}{20}$, для мѣди— $\frac{1}{50}$, для серебра— $\frac{1}{1000}$, для золота— $\frac{1}{10000}$.

Въ составѣ рудной жилы наблюдаются иногда болѣе или менѣе значительныя измѣненія, какъ въ направленіи ея паденія, такъ и въ направленіи простиранія. Это наблюдается между прочимъ, при переходѣ жилъ изъ одной горной породы въ другую, а также при измѣненіи ихъ толщины или съ глубиною. Въ особенности измѣнчиво содержаніе въ жилѣ руднаго минерала, который то является, при ленточномъ расположеніи, опредѣленными полосами, то въ видѣ вкрапленій или гнѣздъ. Для примѣра такого измѣненія можно привести рудныя жилы, содержащія серебро, въ Конгсбергѣ, въ Норвегіи. Открытіе этого рудника принадлежитъ 17 столѣтію, когда въ толщѣ слюдяныхъ, хлоритовыхъ и роговообманковыхъ сланцевъ найдены были рудныя жилы. Разработка ихъ, по бѣдному содержанію серебра, скоро была оставлена, но съ 1815 года возобновилась, хотя и въ небольшихъ размѣрахъ. Въ 1840 году въ тѣхъ же жилахъ, при болѣе усиленныхъ разработкахъ, встрѣтили большее содержаніе серебра и работа въ нихъ продолжается и понынѣ. Съ послѣдняго открытія Конгсбергскіе рудники считаются самыми богатыми въ Европѣ.

Жилы каменные и жилы минеральныя различаются не только по составу, но и по способу ихъ происхожденія. Большинство каменныхъ жилъ, т.-е. образованныхъ сложными горными породами, произошло путемъ вулканическимъ. Уже при разсмотрѣніи вулканической дѣятельности были указаны дайки (стр. 137), или каменные жилы, разбивающія горныя породы и представляющія иногда мощныя толщи изверженной горной породы. Способъ происхожденія такихъ каменныхъ массъ не подлежитъ сомнѣнію и въ современныхъ вулканическихъ явленіяхъ находитъ себѣ весьма легкое объясненіе. Вулканы при началѣ проявленія своей дѣятельности обнаруживаютъ подземные удары, подъ вліяніемъ которыхъ въ вулканѣ и прилегающихъ мѣстностяхъ образуются трещины. Поднимающаяся огненно-жидкая лава можетъ выполнить нѣкоторыя изъ такихъ трещинъ и при остываніи ея должны получаться каменные жилы, или дайки. Происхожденіе брекчьевидныхъ жилъ также объясняется довольно легко. Первоначально здѣсь были трещины, отчасти наполненныя обломками сосѣднихъ горныхъ породъ, впослѣдствіи эти обломки были сцементированы или вулканической массой, поднимавшейся по той же трещинѣ къ поверхности земли, или массой, отложенной въ формѣ осадка изъ водныхъ растворовъ.

Значительно больше затрудненій встрѣчается при объясненіи происхожденія минеральныхъ и въ особенности рудныхъ жилъ, способъ происхожденія которыхъ давно вызывалъ довольно разнообразныя гипотезы: совмѣстнаго образованія, нисхожденія, восхожденія и бокового выдѣленія. Первая изъ нихъ, гипотеза совмѣстнаго образованія, допускаетъ образованіе жилъ, одновременное съ самою горною породою, а подобное объясненіе, при современномъ опредѣленіи жилы, какъ нѣкогда бывшей трещины, едва ли можетъ быть принято. Несмотря на это въ позднѣйшее время относительно нѣкоторыхъ жилъ приходятъ къ заключенію, что онѣ образовались одновременно съ породою, хотя и не

путемъ выполненія минеральною массою нѣкогда бывшихъ трещинъ. Здѣсь допускаютъ, что расплавленная магма во время охлажденія могла дифференцироваться и выдѣлять, какъ бы послойно, однородныя вещества, то кислыя (аплитовыя или кварцевыя жилы), то основныя (мѣдныя, желѣзныя, никкелевыя руды). Гипотеза нисхожденія предполагаетъ, что минеральныя вещества приносились въ трещину сверху въ видѣ растворовъ, которые мало-по-малу и выполняли ее, образуя жилу. Гипотеза восхожденія допускаетъ выполненіе трещины минеральными массами снизу, причемъ одни ея послѣдователи принимаютъ выполненіе снизу растворами, — главнымъ образомъ при помощи теплыхъ ключей; другіе допускаютъ возгонку, т.-е. участіе высокой температуры, при помощи которой улетучивающіяся минеральныя вещества мало-по-малу и выполняютъ собою нѣкогда бывшую трещину; наконецъ, нѣкоторые приверженцы этой гипотезы допускаютъ даже выдавливаніе въ трещины матеріала, образующаго жилу, въ видѣ огненно-жидкой массы.



a b c a d e c e f f e c d a c b a

Фиг. 326. Шпатовая жила «Трехъ принцевъ» у Фрейберга.

a—роговая обманка, b—кварцъ, c—плавиковый шпатъ, d—тяжелый шпатъ, e—сѣрный колчеданъ, f—известковый шпатъ.

Просачивающаяся вода и гидрохимическія реакціи весьма легко могутъ дать объясненіе происхожденіемъ довольно многихъ минеральныхъ жилъ. Этимъ путемъ также легко объяснить и ленточное строеніе или послѣдовательность въ отложеніи минеральныхъ массъ въ подобнаго рода жилахъ (см. фиг. 326).

Вотъ почему гипотеза бокового выдѣленія находитъ себѣ значительное число сторонниковъ, тѣмъ болѣе, что она не требуетъ особенно сложныхъ и мало вѣроятныхъ предположеній. При разсмотрѣніи метаморфизма горныхъ породъ уже были указаны тѣ многочисленныя реакціи, которыя происходятъ внутри земли подъ вліяніемъ циркулирующей тамъ воды и которыя вызываютъ столь разнообразныя измѣненія. Выходящія изъ горныхъ породъ растворы, вступая въ трещины, проходящія какъ чрезъ ту же самую, такъ и чрезъ сосѣднія породы, могутъ болѣе или менѣе совершенно выполнять ихъ на счетъ матеріала самой горной породы, а потому здѣсь не требуется, какъ въ гипотезахъ нисхожденія

и восхожденія, принося растворовъ изъ неопредѣленнаго „извѣѣ“. При разсмотрѣніи метаморфізма было также показано образованіе вторичныхъ минераловъ горной породы на счетъ минераловъ первичныхъ: такіе вторичные минералы, въ особенности если матеріаль ихъ довольно подвиженъ, могутъ выполнять собою болѣе или менѣе совершенно трещины данной горной породы, или даже выноситься въ трещины породъ сосѣднихъ, и, конечно, такое выполнение должно быть вполнѣ симметрично, какъ въ дѣйствительности это и встрѣчаютъ во многихъ минеральныхъ жилахъ. Микроскопическій анализъ сложныхъ горныхъ породъ, содержащихъ рудныя жилы, въ нѣкоторыхъ случаяхъ уже обнаружилъ въ самой породѣ родоначальные рудные минералы, дающіе матеріаль для образованія тѣхъ вторичныхъ рудныхъ минераловъ, которые, выполняя трещину, образуютъ собою рудную жилу. Такой взглядъ, какъ упомянуто и выше, приводитъ вопросъ о происхожденіи рудныхъ жилъ и другихъ формъ рудныхъ мѣсторожденій къ полной генетической связи съ извѣстными горными породами и даетъ объясненіе прежде неясному положенію, почему такая-то руда встрѣчается только въ такой-то горной породѣ, или, какъ прежде говорили: такая-то руда „любитъ“ извѣстную горную породу.

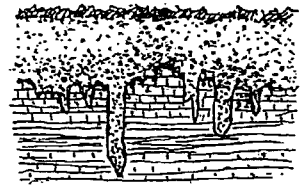
Слѣды размыванія.

Знакомство съ геологическою дѣятельностью атмосферы и воды показало, насколько значительныя измѣненія земной поверхности обусловлены этими дѣятелями; но еще болѣе поразительныя данныя доставляютъ собою древніе геологическіе памятники. Обыкновенно на ихъ сохраненіе мало обращаютъ вниманія, вѣроятно, потому, что пустое пространство мало говоритъ воображенію. Зная самый способъ происхожденія наиболѣе распространенныхъ въ природѣ породъ осадочныхъ, необходимо прійти къ заключенію, что каждому образованію необходимо предшествовало размываніе осадковъ болѣе древнихъ. Нахожденіе мощныхъ толщъ относительно болѣе новыхъ образованій требуетъ необходимаго допущенія значительныхъ размываній болѣе древнихъ отложений. Вотъ почему немисливо требовать нахожденія по всей земной поверхности полной серіи геологическихъ образованій, какъ это дѣлали раньше и даже представляли схематически оболочку земли концентрическою, сложенною изъ послѣдовательныхъ во времени геологическихъ образованій.

Слѣды размыванія и вывѣтриванія горныхъ породъ, происходившихъ на земной поверхности, могутъ сохраниться со временъ глубокой древности. Для примѣра можно указать на описанныя Ванъ-денъ-Брёкомъ (фиг. 327), такъ называемые, карманы и колодцы. Подъ тѣми и другими понимаютъ неровности въ какой-нибудь нижележащей горной породѣ, выполненныя другою—вышележащею. Подъ именемъ „кармана“ Ванъ-денъ-Брёкъ понимаетъ углубленіе болѣе или менѣе округлыхъ очертаній, утоняющееся книзу, хотя карманы часто принимаютъ и неправильныя

очертанія. „Колодцами“ тотъ же изслѣдователь называетъ углубленія болѣе значительныя, уходящія въ нижележащую горную породу въ формѣ трубы и заканчивающіяся остріемъ. Карманы и колодцы образовались въ горной породѣ въ то время, когда она являлась сушею, а потому нахождение ихъ гдѣ бы то ни было доставляетъ весьма важные факты для заключеній геологу. Точно такъ же, если бы предположить, что карры или шратты (см. стр. 64) были покрыты какими-либо наносами, въ разрѣзахъ они являли бы собою своеобразныя углубленія въ коренной породѣ, выполненныя рыхлыми образованиями. Разрѣданіе поверхности болѣе древнихъ образований, подобное описанному Ванъ-денъ-Брѳкомъ, указываетъ для подмосковнаго края Земятченскій. Прихотливо разрѣденная поверхность горнаго и пермскаго известняковъ въ своихъ неровностяхъ выполнена отчасти продуктами позднѣйшихъ образований, отчасти глинами, образовавшимися на счетъ нерастворимаго въ водѣ матеріала известняка, а иногда и залежами бурого желѣзняка.

Изученіе взаимныхъ отношеній различныхъ геологическихъ памятниковъ представляетъ многочисленныя подтвержденія вышеуказанныхъ теоретическихъ соображеній. Каждая рѣчная долина въ строеніи своихъ береговъ непременно представляетъ болѣе или менѣе рѣзко выраженное размываніе. Многіе отдѣльныя и изолированныя холмы есть также непосредственный результатъ размыванія, обусловливающей значительный выносъ матеріала, и сохранившійся холмъ является иногда только единственнымъ свидѣтелемъ нѣкогда бывшей значительной толщи осадка, покрывавшей данную мѣстность. Въ Шотландіи, напримѣръ, наблюдаются отдѣльно стоящія горы, поднимающіяся до 600 метровъ надъ прилегающею мѣстностью: матеріалъ, слагающій ихъ, состоитъ изъ горизонтальныхъ слоевъ красныхъ песчаниковъ, покоящихся на сильно изогнутыхъ и значительно размытыхъ слояхъ гнейса. Несмотря на то, что горы являются въ настоящее время изолированными, совершенно тождественный ихъ составъ, нахождение въ нихъ однихъ и тѣхъ же ископаемыхъ—все это приводитъ къ заключенію, что онѣ принадлежатъ къ одной общей толщѣ нѣкогда бывшаго, но претерпѣвшаго сильное размываніе, осадка, относимаго къ девонской системѣ. Такіе сохранившіеся отъ размыванія остатки съ наглядностью свидѣтельствуютъ о томъ, какія громадныя массы были унесены водою и пошли на образованіе болѣе новыхъ отложеній.



Фиг. 327. Колодцы и карманы (Ванъ-денъ-Брѳкъ).

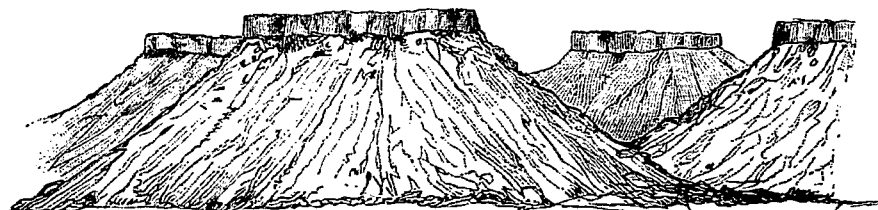
Рамсэй приводитъ многочисленныя наблюденія надъ сохранившимися слѣдами размыванія. По его мнѣнію, съ вершины одной горы Мэндипъ была смыта толща осадка не менѣе мили въ толщину. Онъ же указываетъ, что въ Уэльсѣ и смежныхъ графствахъ Англій палеозойская группа потеряла отъ размыванія толщу въ 3330 метровъ. Извѣстны, кромѣ того, и другіе факты подобнаго рода. При разсмотрѣніи несогласнаго напластованія горныхъ породъ уже были указаны примѣры,

гдѣ по ряду памятниковъ, сохранившихся со времени глубокой древности, весьма легко прийти къ заключенію, что раньше отложенія выше лежащей группы осадковъ, нижележащая не только претерпѣла изогнутіе, но и подверглась болѣе или менѣе сильному размыванію. Складчатость горныхъ породъ и необходимость, для объясненія нѣкоторыхъ ея случаевъ, допущенія воздушныхъ складокъ точно также приводитъ къ заключенію, что громадныя массы, нѣкогда составлявшія вершины складокъ, совершенно уничтожены водою. Не менѣе рѣзко доказываютъ это и сбросы, въ особенности въ странахъ гористыхъ, гдѣ высота сброса измѣряется нѣсколькими тысячами метровъ. Матеріалъ, лежащій по одну сторону трещины, по которой и произошло перемѣщеніе, унесенъ водою и оложился гдѣ-нибудь въ другомъ мѣстѣ въ видѣ памятниковъ болѣе новыхъ эпохъ.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ опредѣляется болѣе или менѣе прямая зависимость отъ размыванія сосѣднихъ породъ матеріала осадковъ болѣе новыхъ геологическихъ образованій. Въ береговыхъ третичныхъ отложеніяхъ овернского бассейна зерна кварца, полевого шпата и листочки слюды связаны кремневымъ цементомъ въ сплошную массу, производящую на первый взглядъ впечатлѣніе гранита—породы, изъ которой состоитъ въ этой мѣстности берегъ. Въ береговыхъ областяхъ русскихъ каменноугольныхъ образованій также можно наблюдать довольно полную зависимость литологическаго характера породы отъ породъ болѣе древнихъ. Въ сѣверной Россіи, гдѣ каменноугольныя образованія налегаютъ на гуронскіе филлиты, — тамъ и каменноугольный конгломератъ, или брекчія, состоитъ изъ обломковъ филлита; въ побережьѣ Онежскаго озера, гдѣ каменноугольныя осадки залегаютъ на девонскихъ красныхъ песчаникахъ, — они также выражаются красноцвѣтными песчаниками. Наконецъ, въ южной Россіи, гдѣ каменноугольныя осадки налегаютъ на порфиры, — тамъ они выражены порфировымъ конгломератомъ.

Слѣды нѣкогда бывшихъ размываній въ прежнія геологическія времена можно наблюдать и въ другихъ мѣстностяхъ Европейской Россіи. Весьма поучительный примѣръ, аналогичный вышеприведенному примѣру Шотландіи, представляютъ ближайшія окрестности Бахчисарая, покрытыя отдѣльно стоящими холмами. Въ основаніи этихъ холмовъ лежатъ юрскіе известняки; поверхъ ихъ наблюдаются выходы конгломератовъ, на которыхъ покоится мѣловой рухлякъ и бѣлый пишущій мѣлъ. Слой мѣла и мѣлового рухляка, рѣзко выдѣляясь въ разрѣзахъ, даетъ полную возможность сдѣлать заключеніе, что осадки мѣловой системы, нѣкогда непрерывно покрывавшіе данную мѣстность, были мѣстами размывы и уничтожены. Такую же картину представляютъ отдѣльныя горы, изолированно стоящія въ юго-восточномъ побережьѣ Онежскаго озера. Здѣсь эти горы образованы каменноугольными известняками и песками, покоящимися на девонскихъ песчаникахъ. Размываніемъ уничтожены нѣкогда бывшія между ними и связующія ихъ каменноугольныя образованія. Такому же размыванію, конечно, могутъ подвергаться и вулканическія образованія, напр., лавовые потоки (фиг. 328).

На слабо-волнистой мѣстности окрестностей Москвы также можно наблюдать слѣды подобныхъ размываній, хотя выраженные въ менѣе грандіозномъ масштабѣ. Венецкій указалъ на особый характеръ распространенія юрскихъ и мѣловыхъ образованій въ Рязанской губерніи. Ниже лежащіе каменноугольные известняки представляютъ собою волнистую изогнутость. Вся поверхность ихъ была покрыта нѣкогда непрерывными слоями глинистыхъ, песчаныхъ и рудяковыхъ отложеній юрской и мѣловой системъ. Размываніе, которому подвергались со времени своего выхода изъ-подъ уровня моря эти послѣднія породы, уничтожило съ вершинъ антиклинальныхъ складокъ каменноугольнаго известняка легко размываемыя юрскія и мѣловыя отложенія, которыя и сохранились только въ котловинахъ или въ синклинальныхъ складкахъ. Такъ какъ эти послѣднія представляютъ обыкновенно мѣста наиболѣе низменныя, то направляющіяся по нимъ рѣки обнажаютъ выходы юрскихъ и мѣловыхъ образованій, тогда какъ на прилегающихъ высотахъ наблюдаются выходы



Фиг. 328. Уддюмъ на р. Туѣ. Видъ съ юга на вершины размытаго лавоваго потока (Потанинъ).

известняка каменноугольной системы. Съ такимъ же характеромъ эти осадки являются и въ Московской губерніи. Въ губерніи Нижегородской размываніе юрскихъ осадковъ представляетъ ту же картину, но съ тѣмъ существеннымъ различіемъ, что, взамѣнъ каменноугольныхъ образованій, здѣсь юрскіе слои подстилаются пермскими отложеніями.

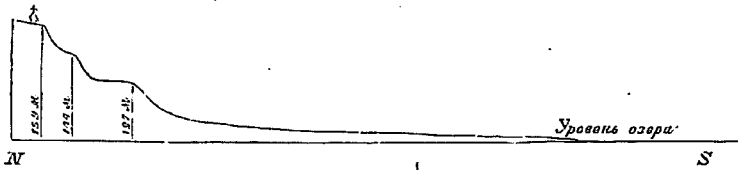
Террасы. Особенно поучительно слѣды размыванія выражаются въ террасахъ, наблюдаемыхъ въ бережьяхъ водныхъ бассейновъ и дающихъ возможность судить о тѣхъ перемѣнахъ, которыя произошли въ сравнительно недавнее время въ данной мѣстности. Въ главѣ о современныхъ геологическихъ явленіяхъ уже было рассмотрѣно размывающее дѣйствіе воды и тамъ же было указано на то, что въ берегахъ водныхъ бассейновъ размывающая дѣятельность воды выражается подмываніемъ береговъ и образованіемъ обрыва. Нужно замѣтить, что, кромѣ нахождения обрыва, есть еще нѣсколько другихъ признаковъ, дающихъ возможность судить о нѣкогда бывшемъ болѣе высокомъ уровнѣ воды въ данной мѣстности. Такъ, рядъ береговыхъ пещеръ, лежащихъ у подножія обрыва, можетъ служить однимъ изъ такихъ доказательствъ. Береговая волна вымываетъ ихъ не только въ породахъ относительно очень мягкихъ, но даже такихъ, какими являются известняки, гдѣ, повидимому, размывающему дѣйствию воды оказываетъ существенную помощь и раствореніе. Извѣстны факты, что въ бережьяхъ океановъ размывающая дѣятельность воды обнаружи-

вается даже на такихъ породахъ, какъ граниты и гнейсы и у основанія уступовъ наблюдаются слѣды вымыванія и пещеры. Нахожденіе у основанія обрыва брекчій или несвязанныхъ угловатыхъ обломковъ тоже служитъ однимъ изъ признаковъ нѣкогда бывшаго нахожденія даннаго обрыва на берегу воднаго бассейна. Въ силу подмыванія, обломки породъ, образующихъ берегъ, обваливались къ его основанію и скоплялись здѣсь или въ видѣ свободнолежащихъ обломковъ той же самой горной породы, или, будучи связанными въ послѣдствіи цементомъ, образовали брекчию. Накопекъ, дѣятельность животныхъ также даетъ нѣкоторые признаки для подобныхъ заключеній. Уже было указано, что нѣкоторые морскіе моллюски способны сверлить даже твердыя горныя породы и готовить въ нихъ ходы; а потому нахожденіе этихъ послѣднихъ въ обрывахъ, безспорно, доказываетъ, что такой обрывъ произошелъ на берегу воднаго бассейна. Нѣкоторые организмы, какъ *Balanus* — житель моря, прикрѣпляющіеся неподвижно къ подводнымъ предметамъ до высоты уровня прилива и находямый на поверхности обрывовъ, могутъ также служить подобнымъ доказательствомъ.

Нахожденіе обрыва, выдерживающаго болѣе или менѣе значительное протяженіе, съ террасою на вершинѣ, способно указывать, что нѣкогда у подножія его находилась вода. Отсутствие ея въ настоящее время можетъ быть объяснено двумя причинами: или поднятіемъ материка, или пониженіемъ уровня воды.

На берегахъ морскихъ бассейновъ нахожденіе террасъ должно указывать на явленія спазматическихъ поднятій, потому что при такихъ условіяхъ было бы слишкомъ гадательнымъ дѣлать предположеніе о пониженіи уровня моря, хотя нельзя не имѣть въ виду и доказанное для нѣкоторыхъ береговъ (стр. 238) неодинаковое стояніе уровня воды, обусловленное вліяніемъ прилипанія. Если предположить, что размѣры материка, въ силу, напр., размыванія, уменьшаются, то параллельно съ этимъ произойдетъ въ береговой полосѣ и пониженіе уровня прилегающаго воднаго бассейна, вызванное вышеупомянутымъ явленіемъ. Спазматическое выступленіе легко допустить для странъ вулканическихъ, а потому такія мѣстности и должны представлять наибольшее развитіе террасъ. Уже раньше (стр. 207) для окрестностей Неаполя, а въ особенности для Байскаго берега, было указано на нахожденіе двухъ рѣзко выраженныхъ террасъ, образованныхъ быстрымъ выступаніемъ материка изъ-подъ уровня моря. Въ особенности поучительный примѣръ въ этомъ отношеніи представляютъ берега Мореи, гдѣ наблюдается не менѣе трехъ или четырехъ террасъ, т.-е. древнихъ береговыхъ линій, тянущихся на различныхъ расстояніяхъ отъ современнаго берега. Самая древняя и въ то же время и самая высокая изъ нихъ поднимается на 305 метровъ надъ уровнемъ моря; у основанія каждаго уступа наблюдается довольно широкая терраса, такъ что при переходѣ отъ центральной части страны къ морю приходится спускаться съ нѣсколькихъ крутыхъ обрывовъ. Размываніе можетъ въ болѣе или меньшей степени маскировать подобнаго рода обрывы, чему также способствуетъ и движеніе атмосферы. Песчаныя побережья

почти не сохраняютъ подобныхъ террасъ; для сохраненія ихъ необходимы горныя породы, сравнительно болѣе твердыя. Кроме того, террасы могутъ быть скрыты или замаскированы нѣсколько инымъ способомъ. Поверхностная вода можетъ намытъ на образовавшуюся террасу болѣе рыхлый матеріалъ и, взамѣнъ крутого обрыва, чрезъ нѣсколько времени получается пологій скатъ, линия распространенія котораго даетъ возможность догадываться о нѣкогда бывшей террасѣ. Хорошій примѣръ этого наблюдается близъ Бордо, въ южной Франціи; пологій уступъ находится въ разстояніи 12 миль отъ морского берега, сохраняя направленіе, параллельное современной береговой линіи; положеніе уступа уже давно указывало на нѣкогда бывшее здѣсь море и при случайныхъ разработкахъ, производившихся въ уступѣ, было обнаружено, что песокъ, принесенный съ прилегающихъ Ландовъ, засыпалъ собою крутой обрывъ,



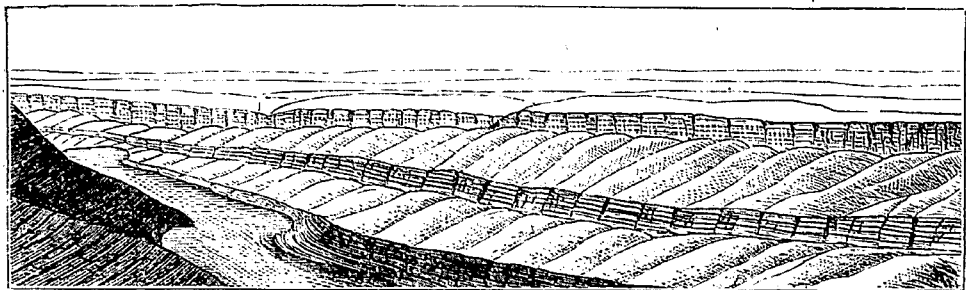
Фиг. 329. Террасы по сѣверному берегу Онежскаго озера.

высотой около 15 метровъ. У основанія обрыва были найдены обломки вышележащихъ породъ, а поверхность известняка носила ясные слѣды размыванія его береговою волною.

Помимо поднятія материковъ, объяснить образованіе террасъ въ берегахъ озеръ и рѣкъ довольно легко пониженіемъ уровня водъ этихъ водоёмовъ. Береговая волна озера дѣйствуетъ размывающимъ образомъ на береговныя породы, т.-е. приготовляетъ уступы. Если представить, что въ силу какихъ бы то ни было причинъ, уровень озера понизится, то при этомъ новомъ положеніи тою же волною опять произведено будетъ подмываніе берега и произойдетъ второй уступъ и т. д. Для приложеннаго рисунка (фиг. 329) необходимо допустить, по крайней мѣрѣ, до трехъ отдѣльныхъ пониженій уровня сосѣдняго водоёма, при которыхъ и образовались четыре террасы. Такимъ пониженіемъ уровня воды въ озерахъ, въ силу ихъ сліянія другъ съ другомъ и образованія рѣкъ, объясняютъ происхожденіе долинъ многихъ русскихъ рѣкъ, имѣющихъ весьма своеобразную форму. Эта форма выражается на русскихъ рѣкахъ, а въ особенности въ рѣкахъ сѣвера, гдѣ еще и понынѣ происходитъ образованіе рѣкъ отъ сліянія озеръ, часто крайне рельефно, слѣдующей картиной. Рѣка, стѣсненная крутыми берегами, представляетъ бурный потокъ, заканчивающійся порогомъ или водопадомъ, за которымъ непременно слѣдуетъ широкій разливъ или плёсо; это послѣднее опять внизъ по теченію переходитъ въ бурный потокъ, опять наблюдаются крутые берега и пороги или водопады и т. д. Въ рѣчныхъ долинахъ средней полосы Россіи террасы также представляютъ ту особенность, что въ тѣхъ мѣстахъ рѣки, гдѣ она образуетъ разливъ, террасы праваго и лѣваго берега предста-

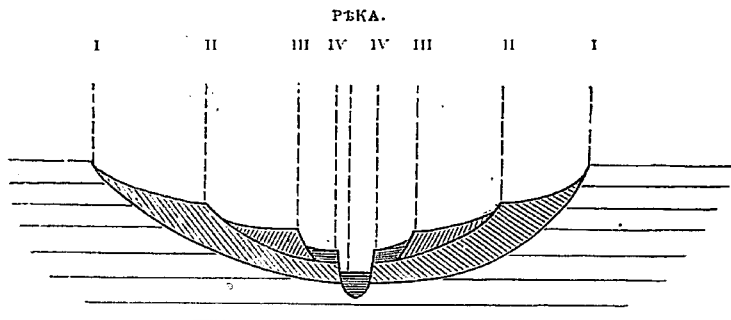
влиются далеко отодвинутыми другъ отъ друга, очерчивая такимъ образомъ нѣкогда бывшее озеро; въ узкихъ мѣстахъ рѣки онѣ сходятся и т. д. Здѣсь повторяется въ террасахъ картина, совершенно подобная той, которую представляютъ нѣкоторыя рѣки еще и понинѣ, образуясь изъ ряда озеръ, чрезъ ихъ сліянiе.

Есть еще одинъ способъ, при помощи котораго могутъ образоваться въ побережьи рѣки террасы,—способъ, представляющій въ особенности



Фиг. 330. Террасы на рѣкѣ Арпачаѣ (Кавказъ).

большой интересъ при разборѣ новѣйшихъ страницъ жизни земли. При этомъ способѣ также необходимо допустить пониженіе уровня воды, но пониженіе, вызванное дѣятельностью самой рѣки, т.-е. ея размываніемъ. Движеніе воды въ рѣкѣ обуславливаетъ не только размываніе ея береговъ, но и всего ложа. Представимъ, что рѣка, протекая по поверх-

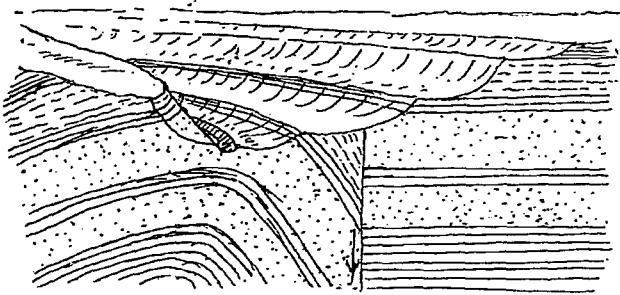


Фиг. 331. Схематическое изображеніе образованія рѣчныхъ террасъ.
Различная штриховка обозначаетъ одновременные осадки.

ности, приготовила себѣ ложе между I и I (фиг. 331) и параллельно съ этимъ отложила въ этомъ ложѣ осадокъ; съ теченіемъ времени рѣка можетъ снова углубить свое ложе, а потому и убрать свои воды въ эту новую ложбину (между II и II); при такомъ положеніи рѣка уже оставитъ старый берегъ, а съ нимъ и обрывъ и старую террасу и въ этотъ моментъ берегами будутъ II, а не I. Если допустить возможность такого постепеннаго углубленія ложа рѣки, т.-е. предположить третій моментъ, когда ложе заключено между III и III, или четвертый, когда оно находится между IV и IV, и т. д., то рядъ моментовъ такого по-

слѣдовательнаго углубленія рѣки долженъ выразиться рядомъ террасъ I, II, III и IV въ ея берегахъ. Изъ приложеннаго рисунка легко усмотрѣть, что осадокъ, образующій террасу, есть отложеніе, происшедшее до ея образованія, а потому разборъ послѣдовательныхъ отложеній, образующихъ террасы, даетъ ключъ для чтенія новѣйшихъ страницъ жизни земли. Одновременно съ отложеніемъ осадковъ происходитъ различными и уже извѣстными способами погребеніе разнообразныхъ организмовъ, а потому и находженіе ихъ остатковъ въ осадкахъ той или другой террасы даетъ возможность судить и объ относительной древности жизни организмовъ на земной поверхности. Разборъ характера и ископаемыхъ осадка террасъ въ особенности пролилъ значительный свѣтъ на остатки доисторическаго человѣка и далъ возможность, при разборѣ террасъ долины р. Соммы, установить извѣстную послѣдовательность въ ходѣ культуры.

При разборѣ вопроса о происхожденіи террасъ нельзя не имѣть въ виду и раньше бывшія размыванія земной поверхности, а равно и



Фиг. 332. Террасы Стюартъ-каньона въ Сѣверной Америкѣ.

случаи нарушенія горизонтальнаго положенія слоевъ путемъ сбросовъ и складокъ. Въ самомъ дѣлѣ, если въ какія-нибудь отдаленныя времена образовавшая долину рѣка прекратила свое существованіе, дождевыя воды намыли въ долину поверхностный наносъ, а съ теченіемъ времени явилась возможность образоваться здѣсь новой рѣкѣ, то она, конечно, съ большимъ удобствомъ можетъ направиться по готовой долинѣ, чѣмъ пробивать себѣ новое ложе. Движеніе воды по старому ложу вызоветъ новыя размыванія и новыя террасы, на берегахъ которыхъ могутъ обнаружиться осадки, отложенные раньше бывшей здѣсь рѣкой. Образование сброса въ данной мѣстности ведетъ за собою нарушеніе горизонтальнаго положенія земной поверхности, а если по ней текутъ воды, то эти послѣднія, встрѣчая по одну сторону сброса болѣе высокую мѣстность, будутъ отклоняться отъ этой послѣдней, и размывающее дѣйствіе воды обнаружится по направленію сброса, а террасы явятся по сторонамъ его (фиг. 332). Точно также и складчатость обуславливаетъ направленіе движенія текущихъ водъ, сосредоточивая ихъ въ низинѣ синклинальныхъ складокъ, гдѣ и будетъ движеніемъ воды вызываться образованіе террасъ.

Для объясненія происхожденія террасъ иногда недостаточно разобранныхъ случаевъ, а требуется допустить ихъ комбинацію. Въ этомъ отношеніи весьма поучительную картину представляетъ строеніе террасъ и долины р. Невы. Эта широкая долина (стр. 37, фиг. 18), ограничиваясь съ сѣвера Парголовскими, съ юга — Царскосельскими высотами, въ этихъ послѣднихъ представляетъ самыя древнія свои террасы. Въ южной части долины р. Невы, между рѣкою и царскосельскою террасою, проходитъ еще одна невысокая терраса, тянущаяся отъ Лигова на востокъ; наконецъ, третью террасу долины р. Невы составляетъ ея берегъ. Разборъ наносовъ, покрывающихъ долину рѣки, показываетъ, что какъ царскосельская, такъ и лиговская террасы образованы дилювіальнымъ, или ледниковымъ наносомъ, покоящимся на силурійскихъ и кембріійскихъ образованіяхъ. Къ сѣверу отъ лиговской террасы, въ западной части долины, развиты слоистыя глины, переходящія къ востоку въ песчаныя отложенія. Прослѣдить такія же террасы на сѣверной сторонѣ долины р. Невы невозможно въ силу холмистаго характера мѣстности, причемъ холмы образованы тѣмъ же дилювіальнымъ, или ледниковымъ наносомъ, тогда какъ низины между ними выстланы глиною; но парголовская терраса во всякомъ случаѣ рѣзко обозначается. Отсутствіе въ глинахъ и пескахъ какихъ бы то ни было ископаемыхъ не даетъ возможности непосредственно судить о древности террасъ, но относительно царскосельской террасы то же размываніе даетъ возможность сдѣлать заключеніе, что образованіе ея во всякомъ случаѣ относится къ доледниковой эпохѣ. Эта терраса, какъ то наблюдается въ восточномъ ея продолженіи, въ обрывахъ Путиловскихъ ломоковъ, въ свою очередь, слагается изъ ряда уступовъ, направляющихся въ сторону долины р. Невы, и всѣ эти уступы покрыты непрерывно мощною толщею только дилювіальнаго наноса, а потому необходимо прійти къ заключенію, что царскосельская терраса уже была образована ранѣе ледниковой эпохи.

Значительно труднѣе дать объясненіе для происхожденія лиговской террасы, и оно едва ли возможно безъ изученія террасъ какъ побережья Ладожскаго, такъ и Онежскаго озеръ. Оказывается, что и въ побережьяхъ этихъ послѣднихъ также наблюдаются террасы, свидѣтельствующія, что въ сравнительно недавнее время уровень воды въ этихъ озеряхъ стоялъ много выше, чѣмъ въ настоящее время. Для Онежскаго озера можно привести указаніе, по которому уровень воды въ немъ стоялъ на высотѣ вдвое высшей надъ уровнемъ моря, чѣмъ въ настоящее время. Для Ладожскаго озера имѣются указанія, что повышеніе въ немъ уровня воды произошло во времена жизни на его побережьѣ доисторическаго человѣка каменнаго вѣка. Нева служитъ и по настоящее время единственнымъ стокомъ для водъ этихъ двухъ громаднхъ бассейновъ, а потому возможно сдѣлать заключеніе, что и въ предшествующія времена другого выхода для водъ этихъ бассейновъ не существовало. Все это приводитъ къ слѣдующимъ выводамъ. Основныя черты современной долины р. Невы уже были намѣчены въ доледниковое время, но когда — съ точностью сказать нельзя. Эта долина во времена ледниковой эпохи

покрылась мощною толщею дилювіального наноса, который, хотя и способствовалъ повышенію ея уровня, но не нарушилъ общихъ чертъ орографіи мѣстности. Чрезмѣрное повышеніе уровня воды въ Онежскомъ озерѣ вызвало прорывъ ея въ мѣста болѣе низменныя, а таковыми мѣстами и до сихъ поръ представляются мѣстности, лежащія по теченію нынѣшней р. Свири. По всей вѣроятности, здѣсь былъ рядъ озеръ, который, подъ вліяніемъ прорыва воды Онежскаго озера, слился въ рѣку Свирь, доставившую въ Ладожское озеро громадный запасъ воды. Это послѣднее озеро въ свою очередь не имѣло истока, а потому, несмотря на значительную его площадь, приливъ воды изъ Онежскаго озера долженъ былъ обнаружить повышеніе уровня, обусловившее прорывъ Ладожскаго озера. И здѣсь точно также наиболѣе низкое мѣсто, гдѣ лежатъ нынѣ Невы, послужило для стока водъ въ Финскій заливъ. Образовалась широкая рѣка, въ родѣ пролива, ограниченная съ юга лиговскою террасою, а въ сѣверной части усѣянная, вѣроятно, многочисленными островами. Такой потокъ первоначально обнаружилъ размывающее дѣйствіе на дилювіальный наносъ и изъ него заимствовалъ матеріалъ для отложенія тѣхъ слоистыхъ осадковъ, которые выстилаютъ долину Невы отъ подножія лиговской террасы. При дальнѣйшемъ теченіи р. Невы вырыла въ этомъ наносѣ ложе, куда и убрала свои воды, покинувъ долину. Вѣроятно, уменьшеніе количества воды въ двухъ громадныхъ водоемахъ, питающихъ р. Неву, продолжалось значительный періодъ времени. Полное равновѣсіе между притокомъ воды въ указанные бассейны и расходомъ воды въ р. Невѣ, повидимому, не установилось и донынѣ, потому что періодически наблюдается повышеніе уровня воды въ Ладожскомъ озерѣ. Разобранный случай представляетъ примѣръ, гдѣ зависимость образованія рѣчныхъ террасъ опредѣляется прорывомъ вышележащихъ и далеко отстоящихъ озеръ.

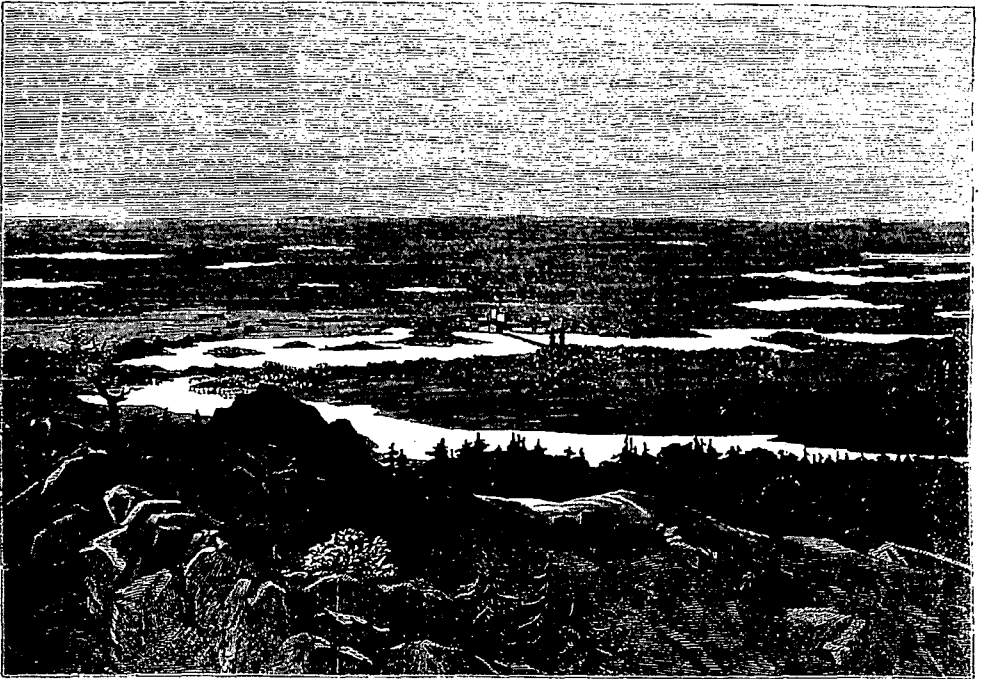
Горы и ихъ происхожденіе.

Всѣ тѣ разнообразныя нарушенія, съ которыми произведено знакомство въ предшествующихъ статьяхъ, съ необыкновенною рельефностью выступаютъ при изученіи горныхъ мѣстностей, гдѣ размываніе, наклонное положеніе слоевъ, складки, сдвиги, сбросы и несогласныя напластованіе представляютъ явленія въ высшей степени обыкновенныя. Отсюда не слѣдуетъ дѣлать обратнаго вывода, т.-е., что во всякихъ горахъ должно необходимо встрѣтить всѣ вышеуказанныя нарушенія, но одинъ изъ случаевъ составляетъ непремѣнную принадлежность всякой горной цѣпи.

Подъ именемъ горъ обыкновенно понимаютъ какъ холмистыя мѣстности, такъ и мощныя скалы Кавказа, Альповъ, Кордильеровъ и др. областей, обозначая этимъ именемъ мѣстности, представляющія на короткихъ разстояніяхъ значительныя измѣненія своей относительной высоты, т.-е. противопоставляютъ горную страну равнинѣ, характеризующейся на значительныхъ разстояніяхъ одною и тою же высотой. Раз-

личіе горной страны отъ равнины, въ свою очередь, даетъ возможность такія мѣстности подраздѣлить на горы высокія, средней величины и холмы. Впрочемъ и для равнинной мѣстности нельзя поставить правило, чтобы она являлась неизменною; напротивъ, извѣстны обширныя страны, представляющія высокія равнины, или плоскогорья. Слѣдовательно, главная характеристика горной страны должна заключаться въ быстрой смѣнѣ высокыхъ и низкихъ участковъ или въ быстрой смѣнѣ высотъ на незначительныхъ пространствахъ.

При изученіи горъ необходимо имѣть въ виду характеръ строенія пластовъ, т.-е. тектонику, и орографію горы — ея пластику. Отъ со-

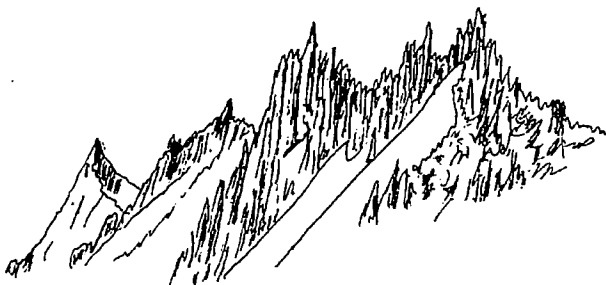


Фиг. 333. Видъ на сибирскую равнину съ горы Сугомакъ на Уралѣ (Мурчисонъ).

вокупнаго участія тектоники и пластики извѣстная мѣстность принимаетъ гористый характеръ, т.-е. здѣсь какъ бы суммируются всѣ дѣятели, которые или производятъ дифференцировку уровней, придающихъ вышній видъ горамъ, или извѣстнымъ способомъ распредѣляютъ ихъ внутреннее строеніе. Хотя пластика страны во многихъ случаяхъ тѣсно связывается съ ея тектонику, но такая связь наблюдается не постоянно, и есть достаточное количество данныхъ, противорѣчащихъ вышесказанному. На тектонику горъ можно смотрѣть, какъ на результатъ совокупнаго дѣйствія силъ, обнаруживающихся снизу или сбоку; на пластику — какъ на результатъ совокупности силъ, дѣйствующихъ сверху. Первая, т.-е. тектоника горы, есть въ то же время ея внутреннее строеніе, вызванное тѣми нарушеніями нормальнаго напластованія горныхъ породъ, которыя уже намъ извѣстны подъ именемъ складокъ, сбросовъ, несо-

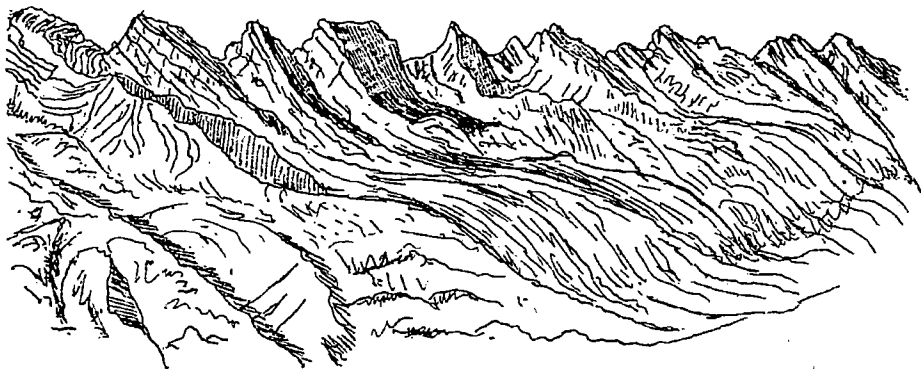
гласнаго напластованія и т. п. Вторая, т.-е. пластика горы, обусловливается какъ процессами вывѣтриванія горныхъ породъ, такъ и ихъ размываніемъ.

При изученіи пластики горъ часто невозможно отдѣлить вліяніе атмосферы отъ вліянія воды на горныя породы. По характеру пластики Геймъ разбиваетъ горы на три группы: горы изъ породъ массивныхъ кристаллическихъ, изъ древнихъ метаморфическихъ сланцевъ и изъ по-



Фиг. 334. Гребень изъ кристаллическихъ сланцевъ въ Альпахъ (Геймъ).

родъ осадочныхъ; впрочемъ, онъ признаетъ и нѣсколько переходныхъ между ними образованій. Горы, образованныя массивными кристаллическими породами, въ своей пластикѣ рѣдко представляютъ причудливыя и разнообразныя формы. Горы, слагающіяся сланцами, даютъ въ особенности своеобразную картину, когда сланцы бывають поставлены подъ нѣкоторымъ угломъ къ горизонту, и въ особенности, когда въ самихъ



Фиг. 335. Курфюрсты въ тирольскихъ Альпахъ (Геймъ).

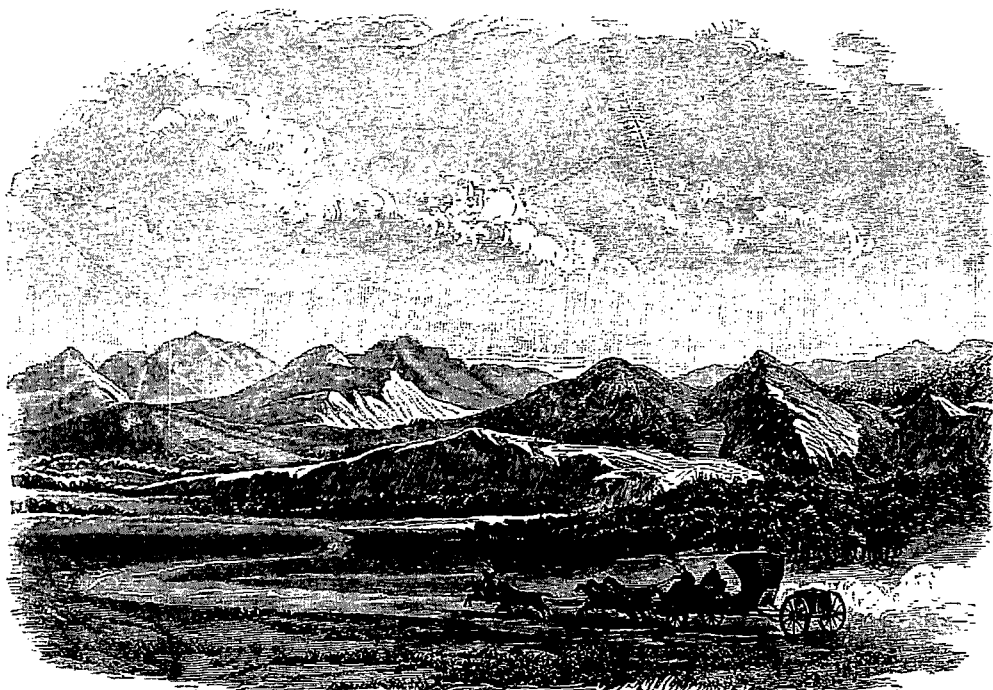
сланцахъ наблюдается чередованіе слоевъ легко вывѣтривающихся съ трудно вывѣтривающимися. Разрушеніе отдѣльныхъ слоевъ обуславливаетъ зубчатую и зазубренную форму ихъ очертаній (въ тирольскихъ Альпахъ, нѣкоторымъ изъ такихъ горъ даютъ названіе „курфюрстовъ“, фиг. 335). Особенно разнообразна пластика горъ, состоящихъ изъ породъ осадочныхъ, гдѣ играетъ роль не только вывѣтриваніе, но часто и прямое раствореніе породъ въ водѣ, процессы выдуванія вѣтромъ и т. д. Въ такихъ породахъ часто наблюдается вывѣтриваніе и разрушеніе

скаль уступами, которые то возвышаются другъ надъ другомъ въ формѣ террасъ, то образуютъ весьма оригинальнаго очертанія поверхности, называемыя въ Альпахъ шраттами или каррами (см. стр. 64). Въ тѣхъ же осадочныхъ породахъ, въ силу неоднороднаго состава слоевъ, выведенныхъ изъ горизонтальнаго положенія, пластика обусловливаетъ значительное разнообразіе горныхъ вершинъ, получающихъ различныя названія (иглы, шпицы, столбы, башни, рога и т. п.).

Еще недавно всѣ горы подраздѣляли на края или цѣпи, массивныя и уединенныя горы, т.-е. вводили только одну пластику горы, не придавая особаго значенія ея тектоникѣ. При такомъ опредѣленіи понимали подъ именемъ края — возвышенность, тянущуюся по одному направленію; подъ именемъ массивныхъ горъ — цѣлую группу возвышенностей, лежащихъ близко другъ къ другу, но распределенныхъ безъ всякой правильности и, наконецъ, подъ именемъ уединенныхъ горъ рассматривали нѣкоторые вулканы. Исходя изъ теоретической возможности образованія горъ, можно себѣ представить, что возвышенность можетъ образоваться среди ровной мѣстности или чрезъ насыпаніе посторонняго матеріала на равнину, или какъ слѣдствіе сброса, причемъ одна часть равнины можетъ явиться приподнятою или опущенною относительно другой, и, наконецъ, чрезъ образованіе складокъ или изгибовъ ровная мѣстность можетъ потерять характеръ равнины. Все это, а равно и изученіе тектоники горъ приводитъ въ настоящее время къ необходимости всѣ горы подраздѣлить на насыпныя, сбросовыя и складчатыя. Въ большинствѣ случаевъ въ горныхъ системахъ представляется возможность прослѣдить расположеніе въ нихъ извѣстныхъ тектоническихъ линій, представляющихъ, какъ увидимъ далѣе, весьма большой интересъ для извѣстныхъ заключеній и, между прочимъ, о связи между собою горныхъ краёвъ, иногда далеко отстоящихъ другъ отъ друга.

Насыпныя горы. — Эта группа горъ можетъ характеризоваться тѣмъ, что породы, ихъ слагающія, не имѣютъ ни петрографической, ни стратиграфической связи съ тѣми горными породами, которыя служатъ имъ основаніемъ. Насыпныя горы, слѣдовательно, должны быть образованы матеріаломъ, принесеннымъ извнѣ, а такое принесеніе, какъ то извѣстно изъ динамической геологіи, возможно или при участіи атмосферы, или воды, или силъ вулканическихъ. Первые два дѣятеля не воздвигаютъ горъ значительныхъ размѣровъ, но могутъ обусловить холмистый характеръ мѣстности, какъ то наблюдается въ Ландахъ, во Франціи, или въ барханныхъ степяхъ юго-восточной Россіи. Вулканическая же дѣятельность, напротивъ, представляетъ многочисленныя примѣры появленія горъ грандіозныхъ размѣровъ. Вулканическіе конусы центральной Франціи находятся на гранитовомъ и гнейсовомъ плато. Базальтовые горы графства Энтримъ, въ Англіи, расположены на горизонтальныхъ слояхъ мѣла. Трахитовыя и базальтовыя горы Рейнской долины лежатъ на сильно изогнутыхъ слояхъ девонской системы. Въ распределеніи такихъ насыпныхъ вулканическихъ горъ, какъ о томъ упомянуто при разсмотрѣніи вулкановъ, наблюдается то опредѣленная правильность, то онѣ

располагаются безъ всякаго видимаго порядка. Правильность въ ихъ расположеніи находится въ зависимости отъ тектоники предшествующихъ образованій,—отъ трещинъ, направляющихся на болѣе или менѣе значительныя разстоянія. Изверженный матеріалъ распредѣляется на поверхности такихъ трещинъ въ видѣ отдѣльныхъ горъ, лежащихъ на одной и той же, или на цѣломъ рядѣ параллельныхъ другъ другу линій. Примѣромъ цѣпи такихъ горъ, состоящей изъ 80 отдѣльныхъ конусовъ и тянущейся на протяженіи 35 километровъ, можетъ служить цѣпь Пюи въ Оверни; наивысшій изъ конусовъ этой цѣпи извѣстенъ подъ именемъ Пюи-де-Домъ. Въ томъ случаѣ, когда изверженный матеріалъ



Фиг. 336. Общій видъ на Гурмайскія горы Южнаго Урала (Мурчисонъ).

доставляется изъ трещины только въ одномъ пунктѣ, представляется возможность образоваться центральнымъ вулканамъ, причемъ всегда есть возможность въ этомъ случаѣ отличить одинъ главный, возвышающійся надъ сосѣдними. Какъ примѣръ такихъ горъ, можно привести Везувій и Этну, или фонолитовыя горы верхней Луары. Въ послѣдней мѣстности горы расположены на гранитовомъ и гнейсовомъ плато и вокругъ наивысшаго пункта этой группы радіально располагаются отдѣльные конусы меньшей величины. Подобный же примѣръ находятъ и въ Монъ-Дорѣ въ центральной Франціи.

Сбросовыя горы.—Отличительною чертою тектоники такихъ горъ представляется полная связь между возвышенными и низменными мѣстами ихъ, т.-е. одни и тѣ же слои встрѣчаются на различныхъ уровняхъ и при этомъ или въ горизонтальномъ, или въ извѣстномъ наклонномъ по-

ложеніи, но не являются складчатыми. Такія горы для своего образованія требовали присутствія трещинъ, по которымъ и произошло перемѣщеніе участковъ земли. Въ горахъ образованныхъ при посредствѣ сбросовъ, всегда представляется полная возможность непосредственными наблюденіями опредѣлить эти послѣдніе, наблюдая на различныхъ горизонтахъ одноименные слои, а также опредѣлить и направленіе трещинъ, по которымъ произошло перемѣщеніе. Сомнѣваться можно только въ томъ, въ какую сторону произошло перемѣщеніе, т.-е. приподняты ли слои, находящіеся наверху, или опущены слои, находящіеся внизу, или, наконецъ, такое перемѣщеніе было одновременно.

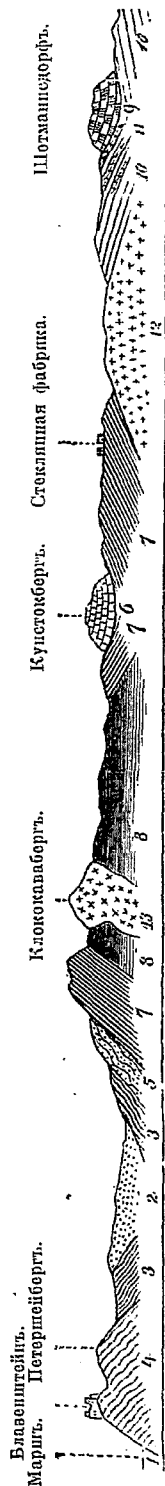
Отъ восточной подошвы Сіерры-Невада до большихъ равнинъ тянутся многочисленныя цѣпи горъ, считавшіяся еще недавно образованными складками. Изслѣдованіе американскихъ геологовъ показало отсутствіе въ нихъ складчатости и присутствіе ряда сбросовъ. По этимъ изслѣдованіямъ, сбросы и перегибы въ слояхъ принадлежатъ весьма отдаленному времени, предшествующему образованію самихъ горъ. Рихтгофенъ въ своихъ изслѣдованіяхъ сѣверной части Китая также указываетъ на образованіе находящихся здѣсь горъ при помощи сбросовъ, но объясняетъ ихъ происхожденіе провалами. Повидимому, и въ Аз. Россіи сбросовыя горы пользуются значительнымъ распространеніемъ; по крайней мѣрѣ, Салаирскій кряжъ можетъ служить такимъ примѣромъ.

Цѣпь Крымскихъ, или Таврическихъ горъ обязана своимъ происхожденіемъ громадному сбросу, происшедшему по трещинѣ, идущей приблизительно параллельно сѣверному берегу Чернаго моря. Въ этихъ горахъ наблюдается довольно полная послѣдовательность при переходѣ отъ новѣйшихъ третичныхъ образованій къ мѣловымъ и юрскимъ по мѣрѣ движенія съ сѣвера на югъ; но близъ сѣвернаго берега Чернаго моря вся толща слоистыхъ породъ обрывается почти отвѣсною стѣною около 1400 метровъ. Здѣсь, слѣдовательно, наблюдатель имѣетъ дѣло только съ сѣверною половиною антиклинальной складки, южная половина которой опустилась ниже уровня Чернаго моря и отчасти размыта этимъ послѣднимъ. Къ этой трещинѣ сброса въ Крыму приурочены также выходы массивныхъ горныхъ породъ.

39 Складчатая горы. Горы, обязанныя своею формою изогнутію или складчатости горныхъ породъ, представляются наиболѣе распространенными и наиболѣе интересными для изученія. Къ этому типу принадлежатъ высочайшія горныя цѣпи земной поверхности—каковы Кордильеры, Кавказскія, Альпійскія горы и Пиренеи. Характернымъ признакомъ для ихъ отличія представляется значительная изогнутость слоевъ и связь этихъ послѣднихъ съ слоями, лежащими горизонтально или слабо-наклонно, но не входящими въ строеніе цѣпи, т.-е. на горную цѣпь и ея основаніе слѣдуетъ смотрѣть, какъ на вѣчто цѣльное, только въ силу изгибовъ въ одномъ мѣстѣ представляющее уклоненіе отъ первоначальнаго горизонтальнаго положенія. Если образованіе насыпныхъ горъ требуетъ появленія на извѣстномъ фундаментѣ новаго матеріала, то образованіе складчатыхъ горъ представляетъ случай, гдѣ породы, уже давно

образованныя, подъ вліяніемъ давленія слагаютъ горы, т.-е. гдѣ производится только дифференцировка уровней. Здѣсь точно такъ же видно и отличіе ихъ отъ горъ, образовавшихся въ силу сбросовъ. Этимъ послѣднимъ предшествовало образованіе трещинъ, тогда какъ въ складчатыхъ горахъ трещины, а съ ними и сбросы являются результатомъ сильнаго изогнутія слоевъ. Въ складчатыхъ горахъ, несмотря на позднѣйшее ихъ размываніе, всегда представляется возможность мысленно возстановить недостающія части при помощи такъ называемыхъ воздушныхъ складокъ или покрова перекрытія.

Изгибы слоевъ, какъ то видѣли выше, могутъ быть чрезвычайно разнообразны. Какъ примѣръ крайне простой складчатости, можно привести тектонику Шварцвальда, въ которомъ наблюдается внутреннее ядро, состоящее изъ кристаллическихъ сланцевъ, гнейсовъ, гранитовъ и порфировъ. На немъ въ видѣ пологого свода покоются триасовыя образованія. Первоначально такое сводообразное строеніе Шварцвальда даже давало поводъ приписывать изверженнымъ породамъ внутренняго ядра главную причину изогнутія горныхъ породъ, но нахожденіе въ самыхъ верхнихъ слояхъ обломковъ тѣхъ же изверженныхъ породъ указываетъ, что они должны уже были быть на мѣстѣ, до образованія породъ, содержащихъ ихъ обломки и принимающихъ участіе въ строеніи лежащаго надъ ними свода. Поэтому можно признать изверженныя породы древнѣе поднятія, а это послѣднее въ свою очередь моложе изогнутыхъ слоевъ. Весьма сходны съ предыдущимъ, но съ большимъ количествомъ складокъ, являются горныя страны юго-восточной Ирландіи, или гористыя мѣстности, лежащія къ югу отъ Дублина, Малые Карпаты (фиг. 337), Уралъ и т. п. Значительно большую степень складчатости представляетъ цѣпь Юры (фиг. 338), въ которой высота складокъ колеблется отъ 500 до 1500 метровъ. Эти горы тянутся на протяженіи 350 километровъ, причемъ количество складокъ на опредѣленномъ пространствѣ значительно варьируетъ. Общее количество складокъ въ этой цѣпи насчитываютъ до 160. Въ своемъ западномъ развитіи Юра является значительно болѣе широкою, тогда какъ въ восточной части хребта она уже, а слѣдовательно, здѣсь складки сближены другъ съ другомъ. Юру можно считать образцовымъ типомъ складчатыхъ горъ, въ которыхъ формы отдѣльныхъ горныхъ

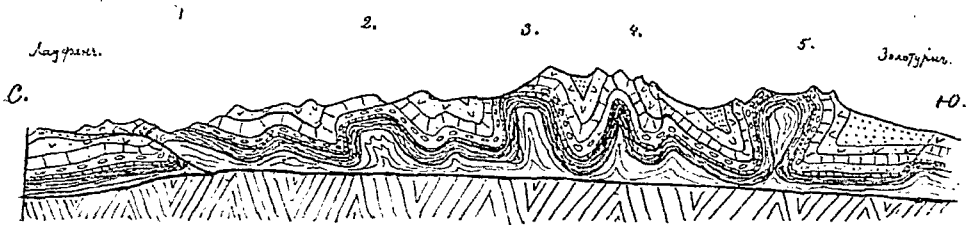


Фиг. 337. Профиль Малыхъ Карпатъ.

1, 2, 3 и 4—третичныя образованія, 5—мѣловыя, 6 и 7—юрскія, 8 и 9—пермскія, 10—филилитъ, 11—известковый сланецъ, 12—гранитъ, 13—мелсафиръ.

цѣпей обязаны своимъ характеромъ исключительно внутреннему строенію, т.-е. тектоникѣ.

Складчатая горы представляютъ особенно рѣзкое различіе между продольными и поперечными долинами. Первые располагаются параллельно длинѣ складокъ, тогда какъ послѣднія пересекаютъ складки. Такое же положеніе продольныхъ долинъ, какъ и складокъ, указываетъ, что причина ихъ происхожденія одинакова съ причиною происхожденія самихъ складокъ. Поперечныя долины, какъ говоритъ Геймъ, располагаются всегда наперекоръ складчатости и есть или результатъ размыванія, или разрыва слоевъ. Первый случай будетъ тогда, когда долина лежитъ между сѣдломъ и мутьею, второй — когда долина проходитъ по вершинѣ складки. Точно такъ же разрывы слоевъ и трещины, происходящія подъ влияніемъ сильной складчатости, могутъ вызвать образованіе



Фиг. 338. Поперечный разрѣзъ Юрскихъ горъ въ Швейцаріи (Буксторфъ).
1—цѣпь Ранже; 2—Трогбергъ; 3—Пассвангъ; 4—Грэтри; 5—Вейсенштейнъ.

поперечныхъ долинъ, пересекающихъ горную цѣпь по весьма разнообразнымъ направленіямъ.

Въ тектоникѣ горъ, конечно, можно встрѣтить и комбинаціи между собою складчатости съ сбросами, какъ въ Альпахъ, складчатости съ насыпнымъ характеромъ происхожденія горъ, какъ, напр., въ главномъ Кавказскомъ хребтѣ—гдѣ высочайшія его вершины: Эльбурсъ и Казбекъ представляютъ остатки вулкановъ. Такихъ случаевъ много, и надо полагать, что въ большинствѣ складчатыхъ горъ наивысшія ихъ точки обязаны своимъ происхожденіемъ вулканическимъ образованіямъ, нерѣдко приуроченнымъ къ трещинамъ складокъ-сбросовъ.

Альпійская горная цѣпь, изученная тщательнѣе другихъ, представляетъ въ своемъ поперечномъ разрѣзѣ (фиг. 339, 340 и 341) какъ рядъ многочисленныхъ складокъ, такъ и рядъ сбросовъ, повидимому, обусловленныхъ исключительно только складчатостью и вызваннымъ ею перемѣщеніемъ слоевъ по трещинамъ.

Лори дѣлитъ Альпы на цѣпь подъ-Альпійскую и цѣпь собственно Альпъ; послѣднюю, въ свою очередь, подраздѣляетъ на четыре зоны. Первая зона (фиг. 339) слагается первичными горными породами и образуетъ массивы Монблана, Рошерай и друг.; въ ряду этихъ породъ встрѣчается протогинъ, гнейсъ, слюдяной и хлоритовый сланцы. Интервалы между массивами въ этой зонѣ выполнены по преимуществу юрскими образованіями. Вторая зона (фиг. 340) представляетъ сильную

изогнутость и слагается, главнымъ образомъ, триасовыми и юрскими образованиями. Третья зона по преимуществу образована песчаниками, содержащими антрацитъ, и наконецъ, четвертая зона (фиг. 341), представляющая около 60 километровъ, тянется до Италіи. Эта зона богата кристаллическими породами, покрытыми триасовыми образованиями, въ которыхъ наблюдается согласное напластованіе съ нижележащими кристаллическими сланцами. По трещинамъ (F_1 , F_2 и F_3), въ силу сильной изогнутости слоевъ, произошли ряды сбросовъ, изъ которыхъ нѣко-



Фиг. 339.



Фиг. 340.



Фиг. 341.

Фиг. 339, 340, 341. Зоны французскихъ Альповъ (по Лори).

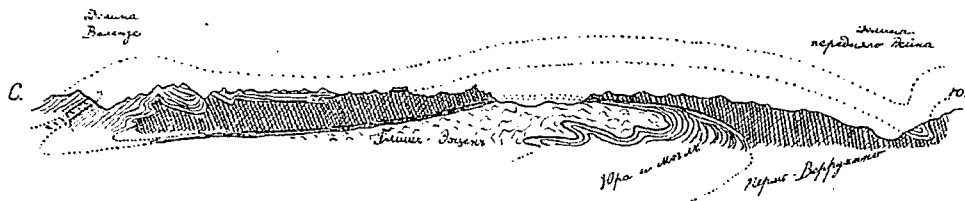
1—кристаллическіе сланцы и гнейсы, 2—песчаники съ антрацитомъ, 3—триасовыя, 4—юрскія и третичныя образования, F_1 , F_2 , F_3 —сбросы.

торше измѣряются тысячами метровъ и послужили граничными пунктами для установленія зонъ.

Это сравнительно простое строеніе французскихъ Альповъ сильно осложняется въ швейцарскихъ и австрійскихъ. Возникшая въ концѣ прошлаго столѣтія гипотеза перекрытій, проводимая Бертраномъ, Шардтомъ и Люжономъ, произвела переворотъ въ тектоникѣ Альповъ и выяснила ихъ чрезвычайно сложное строеніе. Оказывается, что весь сѣверный край альпійской цѣпи, отъ Женевскаго озера до г. Вѣны и, по видимому, еще дальше въ области Карпатовъ, обусловленъ грандіозными

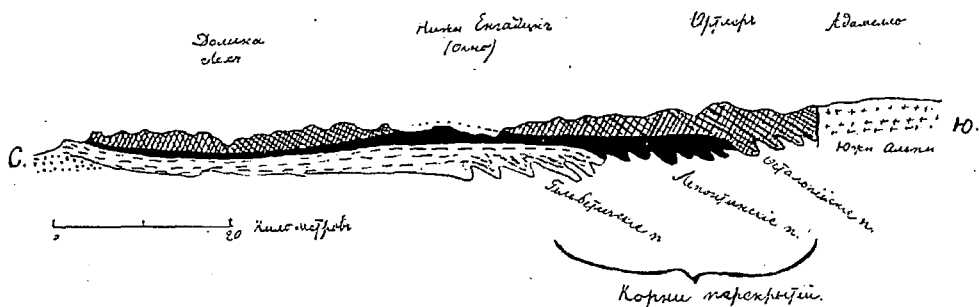
перекрытіями, двигавшимися съ юга или съ юго-востока на сѣверъ или сѣверо-западъ. Автохтоннымъ, кореннымъ залеганіемъ отличаются только центральные кристаллическіе массивы (аарскій, готтардскій и др.); мало или совсѣмъ не передвинуты въ горизонтальномъ направленіи и такъ называемые Динариды или южные Альпы, мощныя массы мезовойскихъ известняковъ и доломитовъ, тянущіяся отъ верхне-итальянскихъ озеръ на востокъ, въ область тирольскихъ доломитовъ и загибающія далѣе на Балканскій полуостровъ. Все, что лежитъ къ сѣверу отъ центральныхъ массивовъ и ихъ автохтонной осадочной коры, представляетъ нѣсколько громаднхъ покрововъ перекрытія, корни которыхъ лежатъ въ области центральныхъ массивовъ или еще южнѣе.

Покровы эти лежатъ часто другъ на другѣ, причемъ, конечно, самый высшій коренится далѣе всего на югѣ и передвинутъ больше другихъ. Въ настоящее время



Фиг. 342. Гларнскій покровъ перекрытія (Люжонъ).

принято различать три главнхъ комплекса покрововъ перекрытія, которые, однако, въ частности раздѣляются на много отщепленныхъ и частичныхъ перекрытіи; считая снизу вверхъ различаютъ: гельветическіе покровы, передвинутые сравнительно недалеко и мѣстами сохранившіе еще связь съ корнями; къ нимъ принадлежатъ мѣловыя горы Фирвальдштеттскаго озера и гларнское перекрытіе (фиг. 342) которое, однако, уже передвинуто на 40—50 км. По петрографическому и палеонтологическому



Фиг. 343. Схема покрововъ перекрытія въ Альпахъ (Штейнманнъ).

характеру осадковъ, они мало отличаются отъ автохтонныхъ слоевъ Швейцаріи. Южнѣе лежатъ корни Лепонтинскихъ покрововъ, передвинутыхъ на 50 км. и болѣе; осадки ихъ, сильно отличающіеся отъ предыдущихъ, образовались на южномъ склосѣ центральныхъ массивовъ. Сюда относится часть Фрейбургскихъ Альповъ, утесы Митеновъ и большое пространство въ восточной Швейцаріи. Наконецъ, выше слѣдуютъ восточно-альпійскіе покровы, сохранившіеся въ средней Швейцаріи лишь въ небольшихъ лоскуткахъ (утесы Иберга и Гисвила), но занимающіе большую площадь въ Граубюнденѣ и, вѣроятно, въ австрійскихъ Альпахъ. Корни ихъ предпола-

гають далеко на югъ или юго-востокъ, такъ какъ осадки этихъ перекрытій представляють большое сходство съ восточно- и южно-альпійскими мезозойскими отложеніями (фиг. 343). Это соотвѣтствовало бы огромному передвиженію въ 80 или даже 100 км. Надо замѣтить, что гипотеза перекрытій въ восточныхъ Альпахъ встрѣчаетъ до сихъ поръ оживленное противодѣйствіе со стороны многихъ австрійскихъ геологовъ, хотя къ ней и присоединились и такіе ученые—какъ Э. Зюссъ и Улигъ. Остатки перекрытій въ Швейцаріи указываютъ на то, что альпійскіе хребты прежде обладали гораздо большей высотой (болѣе чѣмъ вдвое превышающей настоящую). Эта громадная толща впоследствии была размыта; ея продукты разрушенія наполнили отчасти миоценовое море сѣверно-альпійскаго склона (моллассы), отчасти были унесены ледниками и системами большихъ рѣкъ (Рейнъ, Рона, По, Дунай).

Возрастъ горъ.—Для опредѣленія относительнаго возраста горъ особенное значеніе представляетъ несогласное напластованіе, дающее возможность опредѣлять моменты наиболѣе сильныхъ поднятій, относя ихъ къ тому времени, которое необходимо допустить между двумя несогласно пластующимися системами слоевъ. Наблюдая при подошвѣ какого-нибудь горнаго края сильно приподнятую группу слоевъ и налеганіе на нее несогласно пластующихся горизонтальныхъ слоевъ, легко прийти къ заключенію, что поднятіе края происходило еще до отложенія этой послѣдней группы. На это обстоятельство уже давно было обращено вниманіе Эли-де-Бомонъ, который для альпійской горной цѣпи первоначально допускалъ четыре, затѣмъ восемь и даже шестнадцать такихъ отдѣльныхъ поднятій. Такъ какъ въ настоящее время значительно больше данныхъ въ пользу послѣдовательнаго и продолжительнаго поднятія горныхъ цѣпей, а не при помощи спазматическихъ движеній, то уже ранѣе можно сказать, что незначительныя поднятія могутъ быть совершенно скрыты въ ничтожномъ углѣ паденія между двумя несогласно пластующимися группами слоевъ, а потому лучше обращать вниманіе при опредѣленіи возраста горъ на послѣднее поднятіе, которымъ закончился въ данной горной цѣпи циклъ предшествующихъ процессовъ. Такое опредѣленіе, сдѣланное для Тюрингенскаго лѣса, показало, что окончаніе его поднятія относится къ промежутку времени между отложеніемъ верхнихъ пермскихъ образованій и нижнихъ юрскихъ; для Гарца поднятіе продолжалось до конца мѣловаго періода, а началось въ концѣ каменноугольнаго. Для Альпъ—послѣднее поднятіе произошло во вторую половину третичнаго періода. Для гуронскихъ горъ Сѣв. Америки можно указать время ихъ поднятія, какъ болѣе древнее, чѣмъ силурійскій періодъ, потому что горизонтальные слои послѣдней системы покрываютъ головы гуронскихъ образованій.

Эли-де-Бомонъ, изучая строеніе и направленіе горныхъ краевъ, пришелъ къ заключенію, что параллельные края одновременны, или, что каждому геологическому періоду соотвѣтствуетъ извѣстное направленіе въ поднятіи края. Онъ предлагаетъ группу горныхъ краевъ, считае-мыхъ одновременными, соединять въ особую систему.

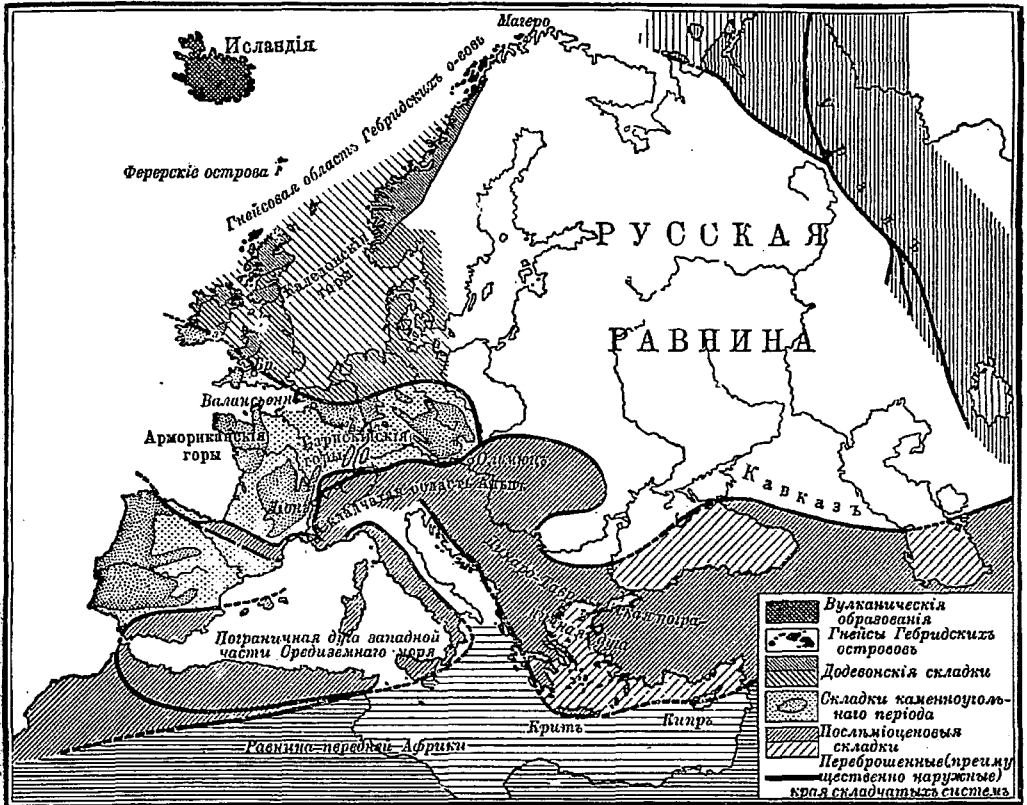
Исслѣдователь Альпъ—Зюссъ пришелъ къ заключенію, что почти всѣ горные края, имѣющіе сходное геологическое строеніе, представляютъ одностороннее сложеніе, т. е. несутъ на себѣ слѣды сдавливанія

только съ какой-либо одной стороны. Позднѣйшіе изслѣдователи (Ротплецъ, Биттнеръ, Динеръ), однако, не вполне подтвердили мнѣніе Э. Зюсса и показали, что въ складчатыхъ горахъ часто наблюдаются весьма разнообразныя направленія, какъ слѣдствіе горообразовательныхъ процессовъ, дѣйствовавшихъ съ различныхъ сторонъ. Такъ напр., въ южныхъ Альпахъ существуютъ перекрытія, направленные съ сѣвера на югъ, т.-е. доказывающія движеніе, противоположное главному альпійскому движенію.

Происхожденіе горъ. — Послѣ предшествующаго едва ли этотъ вопросъ требуетъ особаго разсмотрѣнія. Происхожденіе насыпныхъ горъ уже было рассмотрено выше; такъ же и горы, обязанныя своимъ происхожденіемъ сдвигамъ, легко находятъ себѣ объясненіе въ провалахъ и опусканіяхъ отдѣльныхъ участковъ земли. Для громадныхъ одностороннихъ горъ, происшедшихъ въ силу сброса, весьма интересное объясненіе даетъ Дана, стараясь своею гипотезою объяснить происхожденіе горъ вообще. По его объясненію, образованіе трещинъ на земной поверхности шло по опредѣленному закону, такъ какъ въ первичныхъ горныхъ породахъ наблюдаются трещины съ господствующимъ направленіемъ на СВ и СЗ. Въ силу поднятія однихъ и опусканія другихъ участковъ земной поверхности, раздѣленныхъ трещинами, произошли первоначально водные бассейны и материки. Вотъ почему въ материкахъ господствуютъ формы треугольниковъ. Опусканіе однихъ участковъ произвело давленіе на прилегающіе участки и, въ особенности, на прилегающіе ихъ края, почему наибольшая складчатость и болѣе значительная высота и должны наблюдаться въ этихъ послѣднихъ мѣстахъ. Понятно, что тамъ, гдѣ опускались болѣе значительныя области, тамъ и давленіе должно было быть болѣе значительнымъ, а потому значительные водные бассейны должны ограничиваться величайшими горами. Такъ, Тихій океанъ окаймленъ болѣе высокими горами, чѣмъ Атлантическій. Такое значительное давленіе вызвало и образованіе болѣе глубокихъ трещинъ, по которымъ открылось сообщеніе съ внутреннимъ содержимымъ земли, находящимся при громадной температурѣ и высокомъ давленіи, а потому обширные океаны должны изобиловать по своимъ берегамъ вулканами; такъ, напримѣръ, Тихій океанъ опоясанъ цѣпью этихъ послѣднихъ. Слѣдовательно, основныя положенія этой гипотезы приводятъ: къ опредѣленному направленію трещинъ, къ опусканію и поднятію значительныхъ участковъ земной поверхности, т.-е. къ образованію материковъ и морей, и, наконецъ, къ вызванному этимъ послѣднимъ сильному давленію, подъ вліяніемъ котораго происходятъ поднятія горныхъ цѣпей.

Если эта гипотеза и даетъ нѣкоторое объясненіе для происхожденія одностороннихъ горъ, обусловленныхъ сбросами, то она не въ состояніи объяснить происхожденіе всевозможныхъ складчатыхъ горъ, какъ Кавказскія или Альпійскія горы, далеко лежація отъ значительныхъ водныхъ бассейновъ, а потому тѣ причины, которыя были рассмотрѣны выше (стр. 508) при объясненіи происхожденія складчатости, представляютъ болѣе простое объясненіе и для складчатыхъ горъ, ставя происхожденіе этихъ послѣднихъ въ зависимость отъ постепеннаго сокращенія земной

поверхности, подъ вліяніемъ охлажденія. Такое объясненіе прямо приводитъ образованіе складчатыхъ горъ въ связь съ процессомъ жизни земли и заставляеть видѣть въ нихъ морщины, число и величина которыхъ должны увеличиваться съ теченіемъ жизни земли и до полного ея охлажденія. Этотъ взглядъ невольно заставляеть искать въ міровомъ пространствѣ такія тѣла, которыя были бы близки къ этому предполагаемому состоянію земли. Луна, покрытая громадными горами, повидимому, представляетъ близкій образецъ такого будущаго состоянія земли. Э. Зюссъ, сопоставляя наблюденія надъ геологическимъ строеніемъ параллельныхъ



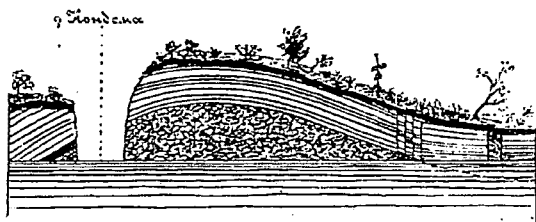
Фиг. 344. Тектоническая карта европейских горных хребтовъ (Э. Зюссъ).

кряжей, старается опредѣлить для нѣкоторыхъ горныхъ цѣпей направленіе, по которому шло такое сжатіе. Для Сьерры-Невада и восточныхъ цѣпей горъ Америки оно ВСВ, въ Аллеганахъ СЗ, въ Пиренеяхъ ССВ, въ Апеннинахъ—СВ, въ Юрѣ—СЗ, а въ западныхъ Альпахъ три направленія: на западъ, на СЗ и сѣверь.

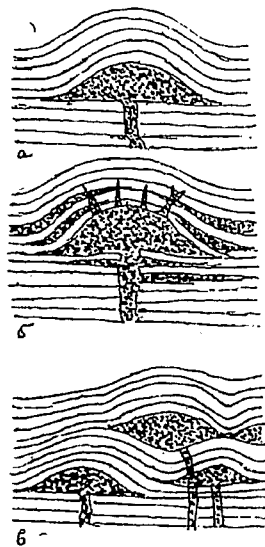
Э. Зюссъ, руководствуясь тектоническими линіями складчатыхъ горъ, представляетъ такую картину ихъ взаимной связи въ Европѣ (фиг. 344). Апеннины и Альпы берутъ свое начало отъ Генуэзскаго залива, гдѣ, неподалеку отъ нихъ на восточномъ берегу Лионскаго залива, начинается еще третій кряжъ, извѣстный подъ названіемъ Пиренейско-провансаль-

скихъ горъ, связь которыхъ съ Альпами нынѣ не подлежитъ сомнѣнію. Аппенины, направляясь на юго-востокъ, достигаютъ южной Италіи, откуда, поворачивая на юго-западъ, захватываютъ южную часть Сициліи и переходятъ въ западномъ направленіи на материкъ Африки, образуя горные хребты Туниса и Алжира. Здѣсь, дѣлая довольно крутую петлю, чрезъ Гибралтарскій проливъ, они переходятъ въ южную Испанію, слагая горы Андалузій, или Сиерра-Невада.

Альпы, отходя отъ Генуэзскаго залива въ сѣверо-восточномъ направленіи, выдерживаютъ его до Боденскаго озера, откуда уже принимаютъ направленіе на востокъ и сохраняютъ его до г. Вѣны. Въ послѣдней мѣстности Альпы разбиваются на нѣсколько хребтовъ, расходящихся во всѣ стороны. Въ этомъ же мѣстѣ берутъ свое начало и двѣ значительныхъ горныхъ цѣпи: Карпаты, идущія на сѣверо-востокъ, и Динарскія горы — на юго-востокъ. Карпаты огромною дугою окружаютъ венгерскую низменность и, пересѣкая Дунай, въ предѣлахъ Сербіи и Болгаріи пріобрѣтаютъ названіе Балканъ, которыя тянутся прямо на востокъ, обрываясь на берегу Чернаго моря у мыса Эмине. Дальнѣйшимъ продолженіемъ Балканъ Э. Зюссъ считаетъ Таврическія горы Крыма



Фиг. 345. Лакколитъ порфирита среди песчаниковъ. Алтай.



Фиг. 346. Лакколиты.

и Кавказскій хребетъ. Динарская горная система, образованная горами Истріи, Далмаціи, Западной Босніи, Герцеговины, Черногоріи и, наконецъ, горами Албаніи, тянется съ сѣвера на югъ, прорѣзываетъ Пелопоннесъ и, повернувъ на востокъ, скрывается подъ Средиземнымъ моремъ, обнажая себя, повидимому, на Критѣ и Кипрѣ и уходя въ Малую Азію.

Хребетъ Келленъ въ Скандинавіи также представляетъ одну тектоническую линію, отдѣляющую Норвегію отъ Швеціи; послѣднюю относятъ къ великой русской равнинѣ, ограниченной, въ свою очередь, съ востока тектоническою линіею Урала и Тиманскаго кряжа.

Нельзя не указать еще на одинъ способъ образованія горъ, приводимый американскими геологами и подробно описанный Гильбертомъ, отъ котораго такія горы получили особое названіе лакколитовъ (*laccolith* — вмѣстилище, цистерна). Подъ этимъ именемъ понимаютъ куполообразныя горы, происшедшія вслѣдствіе поднятія. Тектоника такихъ горъ обна-

руживаетъ составъ ихъ изъ куполообразно-изогнутыхъ осадочныхъ образованій (фиг. 345 и 346), покоящихся на ядрѣ, состоящемъ изъ новѣйшихъ изверженныхъ горныхъ породъ, которыя и обуславливаютъ образованіе такихъ горъ. Изверженная горная порода, поднимаясь къ дневной поверхности, задерживается на глубинѣ подъ нѣкоторою толщею пластовъ, приподнимаетъ эти послѣдніе и выполняетъ собою образовавшееся при этомъ вмѣстилище. Остывая, такая порода образуетъ подземный куполь или ядро, поверхъ котораго помѣщены куполовидно изогнутыя осадочныя породы. Съ лакколитами такъ же связываютъ подземныя пластобразныя вѣдренія изверженной горной породы и ея апофизы, отходящія въ сосѣднія породы. Если сохранились верхніе или часть боковыхъ слоевъ, то доказать происхожденіе лакколита легко; но если верхнія слоистыя породы будутъ смыты, то такой лакколитъ представится въ видѣ купола. Для отличія одной формы отъ другой слѣдуетъ обратить вниманіе на различный способъ ихъ происхожденія. Огненно-жидкая масса, выполняющая полость лакколита должна была своею высокою температурою вызвать въ окружающихъ породахъ явленіе контактъ-метаморфизма. Тогда какъ послѣдняго явленія нельзя наблюдать въ породахъ, прилегающихъ къ куполу, такъ какъ эти породы сами вулканическаго происхожденія.

Лагорию признаетъ за многими изверженными породами Крыма характеръ лакколитовъ; по его мнѣнію, въ силу образованія складчатости Таврическихъ горъ, образованія излома и главнаго сброса, придающаго современный характеръ южному берегу Крыма, произошло появленіе изверженныхъ горныхъ породъ, часть которыхъ приурочена къ трещинамъ, часть — выполнила полости въ юрскихъ образованіяхъ, вторглась и мѣстно приподняла юрскіе сланцы, образовавъ лакколиты. Эти послѣдніе то располагаются группами, какъ кристаллическія породы Ай-Тодора, Чамлы-Буруна, горы Кастель, то по трещинамъ — Аю-Дагъ, Кастель и въ долину Салгира. Къ лакколитамъ надо отнести и нѣкоторые холмы изверженныхъ породъ Алтайскаго округа (фиг. 345) и, вѣроятно, отдѣльныя горы какъ Бештау, Змѣиная и др. окрестностей Пятигорска.

Возможность образованія лакколитовъ близко къ дневной поверхности снова заставила нѣкоторыхъ ученыхъ возвратиться къ уже оставленной гипотезѣ конусовъ поднятія Леопольда фонъ-Буха (см. стр. 164). Такой лакколитъ, при своемъ подъемѣ, не только можетъ поставить лежащія надъ нимъ слои куполовидно, но и прорвать свою кровлю и дать возможность лакколитовой магмѣ излиться въ видѣ лавоваго потока. Сторонники этого взгляда (Дэли, Дервизъ, Штаркъ и др.) смотрятъ на вулканъ какъ на прорвавшійся наружу лакколитъ, тогда какъ лакколитъ — это задержанный въ нѣдрахъ земли вулканъ; или, говоря иначе, первый будетъ вулканъ наземный, второй — подземный. Дальнѣйшимъ логическимъ послѣдствіемъ этого принятія тождества по происхожденію лакколитовъ и вулкановъ является необходимость допустить, что въ расплавленномъ огненно-жидкомъ видѣ магма, какъ того, такъ и другого, находилась въ

одинаковомъ физическомъ состояніи. Для огненно-жидкой лавы вполне доказано содержаніе въ ней въ конденсированномъ состояніи паровъ и газовъ, количество которыхъ иногда достигаетъ такихъ значительныхъ размѣровъ, что ими обусловленъ на поверхности лавоваго потока настоящія изверженія, какъ, напр., у Везувія въ 1872 г. (см. стр. 147). Тѣмъ не менѣе, нѣкоторые сторонники такого тождества лакколитовъ и вулкановъ для объясненія поднятія магмы въ лакколитъ и иногда прорывъ своего свода купола, призываютъ на помощь не совмѣстное вліяніе паровъ и газовъ съ дислокаціоннымъ давленіемъ, а только это послѣднее. Повидимому, такой взглядъ раздѣляетъ и Левинсонъ-Лессингъ въ своихъ интересныхъ для центральнаго Кавказа изслѣдованіяхъ прикавказскихъ лакколитовъ, лакколитовъ-вулкановъ, лавовыхъ потоковъ и ихъ петрографическаго состава.

Левинсонъ-Лессингъ всѣ эти образованія дѣлитъ на двѣ группы: къ одной онъ относитъ конусы шлаковые (Сакохе и Нарвань) и лавовые (Хорисаръ и Кавбекскій Сырхъ), сидящіе на мощныхъ лавовыхъ потокахъ, къ другой—образованія безкратерныя, чисто лавовыя, безъ признаковъ рыхлыхъ продуктовъ и пріуроченныя какъ къ высшимъ пунктамъ водораздѣльной гряды, такъ и къ антиклинальнымъ сводамъ, часто прорвавшія и разрушившія ихъ (Цителя, Арагвинскій Сырхъ, Калько, Тень-Донъ и т. д.). Объяснить происхожденіе конусовъ первой группы, т.-е. шлаковыхъ и лавовыхъ, сидящихъ на мощномъ лавовомъ потокѣ, безъ участія паровъ и газовъ, съ чѣмъ соглашается и авторъ, нельзя. Надо допустить обильное выдѣленіе паровъ и газовъ для нагроможденія ими значительныхъ шлаковыхъ и лавовыхъ конусовъ на поверхности потока. Но вторую группу образованій авторъ старается объяснить безъ участія паровъ и газовъ. Существеннымъ возраженіемъ, по его мнѣнію, служить ихъ безкратерность и отсутствіе рыхлыхъ продуктовъ. Крайне трудно допустить одновременно, чтобы въ лавовыхъ потокахъ было много паровъ и газовъ, тогда какъ въ магмѣ лакколитовъ-вулкановъ ихъ не было, часто при полномъ петрографическомъ тождествѣ породъ той и другой группы. Допуская же обильное содержаніе паровъ и газовъ въ магмѣ лакколита, надо въ то же время допустить и возможность, при его прорывѣ на дневную поверхность, обильнаго выдѣленія рыхлыхъ продуктовъ. Объяснить отсутствіе этихъ послѣднихъ въ окрестностяхъ кавказскихъ лакколитовъ не представляетъ особыхъ затрудненій. Авторъ допускаетъ возрастъ этой молодой группы вулкановъ частью постплюценовый, частью третичный. Если допустить, что разсматриваемые вулканы третичнаго времени, а о болѣе молодомъ ихъ возрастѣ здѣсь доказательствъ нѣтъ, то открывается возможность безъ особыхъ натяжекъ предположить здѣсь нѣкогда бывшее и нынѣ продолжающееся ихъ размываніе. Началось оно подъ конецъ третичнаго времени; продолжалось въ началѣ четвертичнаго, въ ледниковую эпоху, въ которую надо допустить и значительное оледенѣніе высокихъ мѣстностей Кавказскаго хребта, а съ нимъ и развитіе ледниковъ. Наконецъ, въ послѣледниковое время, обильное выпаденіе на горахъ, въ особенности на водораздѣлахъ, къ которому пріурочены на Кавказѣ лакколиты, атмосферныхъ осадковъ, также могло обнаружить сильное размываніе. Не только весь рыхлый матеріалъ былъ снесенъ, но и уничтожена наружная оболочка вулкана съ ихъ кратеромъ. Это допустить здѣсь тѣмъ легче, что и самъ авторъ признаетъ за большинствомъ этихъ вулкановъ только одно изверженіе, а такое изверженіе даетъ лавовый потокъ и рыхлые продукты, отложившіеся вокругъ вулканическаго ядра. По всей вѣроятности, здѣсь сохранились только скелеты вулкановъ и ихъ лавовые потоки, тогда какъ рыхлые продукты были снесены ледниками и водными потоками и должны быть отысканы гдѣ-нибудь у подножія склоновъ хребта. Во всякомъ случаѣ, эти изслѣдованія Левинсона-Лессинга представляютъ большой интересъ не только съ морфологической стороны, но и петрографической. Эти изслѣдованія доказали, что и въ центральномъ Кавказѣ первыя изверженія вышеуказанныхъ вулкановъ дали наи-

болѣе кислыя лавы (липаритодациты), за ними слѣдовалъ періодъ доставленія менѣе кислыхъ лавъ (андезитодациты и дациты) и, наконецъ, изверженія завершилися наиболѣе основными лавами (андезитобазальтами).

ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКАЯ СТРАТИГРАФІЯ.

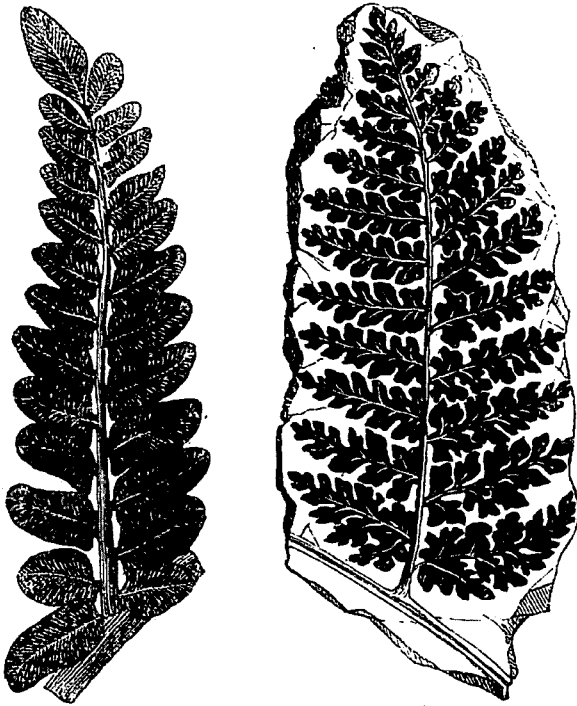
Значеніе организмовъ для геологіи.

Въ различныхъ осадочныхъ образованіяхъ встрѣчаются остатки нѣкогда жившихъ или на землѣ, или въ водномъ бассейнѣ организмовъ. Нахожденіе ихъ въ болѣе или менѣе значительныхъ массахъ даетъ геологу возможность возстановить флору и фауну даннаго періода времени, а съ ними и характеръ климата. Наблюденіе надъ группами смѣняющихся флоръ и фаунъ, конечно, современемъ должно представить ту законность, руководствуясь которою, идетъ развитіе органической жизни на земной поверхности, и которая въ нѣкоторыхъ своихъ частностяхъ обнаруживается уже и теперь.

Встрѣчая остатки какого-либо организма въ слояхъ земли, геологъ относится къ нему такъ же, какъ и біологъ, т.-е. изучаетъ его организацію, опредѣляетъ мѣсто въ системѣ, а равно и его географическое распредѣленіе—по нахожденію организма въ тѣхъ же слояхъ другихъ мѣстностей. Но геологъ можетъ ввести еще одинъ коэффициентъ при изученіи организма—время, чтò недоступно біологу, такъ какъ его наблюденія ограничены только періодомъ жизни историческаго человѣка. Возможность введенія этого новаго коэффициента для геолога обуславливается тѣмъ, что въ распоряженіи его находятся громадныя толщи осадковъ, требующихъ для своего образованія настолько значительныхъ промежутковъ времени, что ихъ должно было бы измѣрять сотнями тысячъ лѣтъ, если не болѣе. Геологъ при изученіи группы слоевъ въ вертикальномъ направленіи можетъ отмѣтить тѣ пункты, въ которыхъ впервые появляется данный организмъ, и тѣ, гдѣ онъ или совершенно исчезаетъ, или замѣняется новою формою.

Окаменѣлости. — Прежде чѣмъ ознакомиться въ частностяхъ съ значеніемъ организмовъ для геологіи, необходимо узнать тѣ средства, которыя практикуетъ природа для сохраненія этихъ послѣднихъ. Изъ знакомства съ геологическою дѣятельностью организмовъ уже извѣстно, насколько разнообразны способы, которыми обуславливается погребеніе какъ наземныхъ, такъ и водныхъ организмовъ въ осадкахъ, образующихся тѣмъ или другимъ путемъ, но, благодаря какъ гидрохимической дѣятельности, такъ и подземному движенію воды, природа еще способствуетъ болѣе сильному запечатлѣнію нѣкогда жившаго организма, попавшаго въ осадокъ—процессомъ окаменѣнія. Такой процессъ вызываетъ переходъ твердыхъ, а иногда и мягкихъ частей организма, въ минеральное веще-

ство, способное сохраняться безъ измѣненія значительный промежутокъ времени и дающее полную возможность геологу относиться къ этому новообразованію такъ же, какъ біологъ относится къ нынѣ живущимъ организмамъ. Такому образованію, передающему или наружную или внутреннюю форму организма, даютъ наименованіе окаменѣлости. Въ свою очередь, въ этихъ послѣднихъ различаютъ нѣсколько отдѣльныхъ случаевъ. При отложеніи осадка, погребаяющійся въ немъ организмъ, конечно, займетъ опредѣленный объемъ, съ теченіемъ времени и подъ влия-



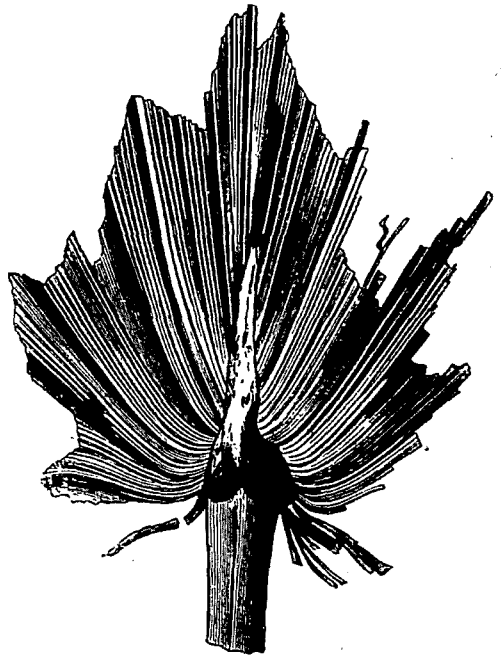
Фиг. 347. *Neuropteris flexuosa* Brogn. Фиг. 348. *Sphenopteris trifoliata* Brogn.
Растенія изъ каменноугольной системы.

ніемъ болѣе или менѣе совершеннаго разложенія организма, должна образоваться полость, на стѣнкахъ которой сохраняется въ различной степени совершенства наружная форма даннаго организма, отличающаяся отъ настоящаго организма только тѣмъ, что въ ней углубленія наблюдаются тамъ, гдѣ у настоящаго организма были возвышенія, и обратно, а потому подобной формѣ сохраненія даютъ наименованіе отпечатка, большая или меньшая степень совершенства котораго зависитъ отъ пластичности осадка. Чѣмъ онъ пластичнѣе, тѣмъ сохраненіе полнѣе, наружное строеніе при этомъ часто передается въ отпечаткѣ до малѣйшихъ деталей. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, что особенно часто наблюдается при сохраненіи въ отпечаткахъ листьевъ растений, гдѣ не только возможно наблюдать иннер-

вацію (фиг. 349), но иногда и тѣхъ паразитовъ, которые жили на данномъ организмѣ. При сохраненіи въ видѣ отпечатковъ листьевъ впечатлѣніе болѣе хорошаго сохраненія еще усиливается тѣмъ, что при разложеніи растенія безъ доступа воздуха, получающійся углеродъ болѣе сильно окрашиваетъ нѣкоторыя мѣста и тѣмъ сильнѣе запечатлѣваетъ неровности отпечатка. Въ такихъ отпечаткахъ могутъ сохраняться, кромѣ растенія, и другіе организмы, а потому, при имѣніи хорошаго отпечатка, довольно легко получить съ него наружную форму нѣкогда бывшаго организма; послѣднее легко достигается при помощи воска, гипса или, еще лучше, при помощи каучуковой зубной пломбы.



Фиг. 349. *Acer trilobatum* Brogn.



Фиг. 350. *Sabal oxyrhachis* Heer.

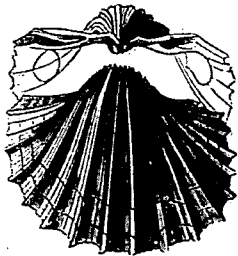
Растенія изъ третичной системы.

Полость, оставшаяся отъ разложенія организма, можетъ съ теченіемъ времени быть выполнена минеральнымъ веществомъ болѣе или менѣе совершенно. Этотъ процессъ передаетъ наружную форму организма, и такому образованію даютъ наименованіе наружнаго ядра, или наружнаго отлива. Точно такъ же и здѣсь, чѣмъ совершеннѣе былъ отпечатокъ и чѣмъ совершеннѣе минеральное вещество выполнило полость, — тѣмъ совершеннѣе должно быть и наружное ядро. Наименованіе этого ядра наружнымъ, очевидно, предполагаетъ нахожденіе еще внутренняго ядра. Такой случай можетъ быть тогда, когда при разложеніи организма сохранилась, напримѣръ, какъ у безпозвоночныхъ, наружная раковина, а внутренняя полость, нѣкогда занятая мягкими частями организма, мало-помалу выполнена минеральнымъ веществомъ, которое съ большимъ или меньшимъ совершенствомъ передаетъ ея очертаніе.

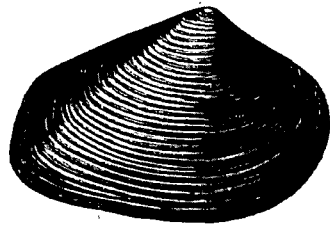
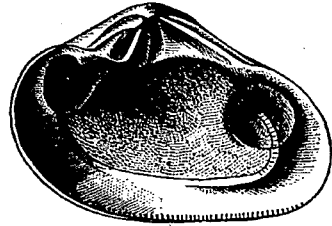
Способъ сохраненія различныхъ организмовъ можетъ быть болѣе или менѣе совершененъ. Случается, въ особенности у моллюсковъ, что окаменѣніе самой раковины произошло болѣе или менѣе совершенно, но внутренняя полость осталась послѣ разложенія тѣла организма незанятою (фиг. 353); по этой полости и по сохранившимся въ ней неровностямъ



Фиг. 351. Внутреннее ядро *Myophoria*.

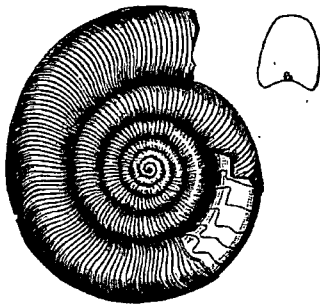


Фиг. 352. *Cardium*.

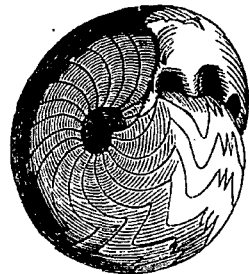


Фиг. 353. *Crassatella*.

весьма легко опредѣлить принадлежность данного организма къ известной группѣ, въ особенности у пластинчатожаберныхъ, для которыхъ особенно характерно присутствіе одного или двухъ мѣстъ прикрѣпленія мускуловъ. Мѣста прикрѣпленія мускуловъ при вышеуказанномъ сохраненіи выра-



Фиг. 354. *Cluemenia undulata* Münst.
Изъ девонской системы.



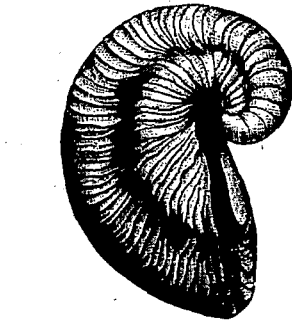
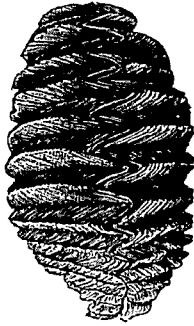
Фиг. 355. *Glyphioceras sphaericum* Goldf.
Изъ каменноугольной системы.

жаются углубленіями, а на поверхности внутренняго ядра такого организма, соотвѣтственно этимъ углубленіямъ, обнаруживаются возвышенія. Иногда процессъ окаменѣнія сохраняетъ какъ наружное, такъ и внутреннее строеніе (фиг. 354). Тамъ, гдѣ сбита наружная скорлупа, обнаруживается внутреннее строеніе *Cluemenia undulata* изъ ряда камеръ.

Особенно замѣчательенъ способъ сохраненія, при которомъ наблюдается крайне постепенное замѣщеніе органическихъ веществъ минеральными. Получающаяся при этомъ способъ окаменѣлость способна передавать до мельчайшихъ подробностей внутреннее строеніе органическихъ



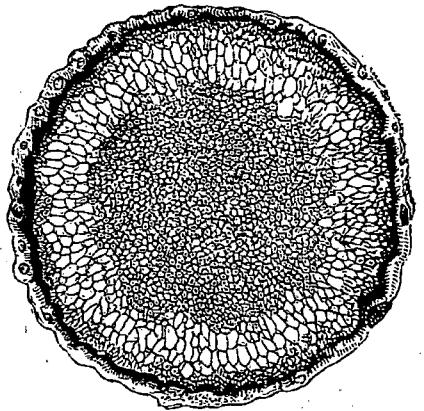
Фиг. 356. *Ostrea carinata* Lam.
Изъ мѣловой системы.



Фиг. 357. *Gryphaea arcuata* Lam.
Изъ юрской системы.

тканей. Микроскопическій препаратъ даетъ возможность отличить здѣсь самыя полныя детали. Такое сохраненіе представляютъ животные организмы, какъ напримѣръ, нѣкоторые моллюски, въ раковинѣ которыхъ является возможность наблюдать или трубчатое, или волокнистое строеніе, такъ и растенія; микроскопическіе разрѣзы этихъ послѣднихъ иногда даютъ полную возможность изучать строеніе растенія по всевозможнымъ направленіямъ: тангенціальнымъ, радіальнымъ и т. п.; такому случаю сохраненія даютъ наименованіе полного окаменѣнія (фиг. 358).

Процессъ окаменѣнія происходитъ тѣмъ же путемъ, какъ псевдоморфозы; вотъ почему иногда окаменѣлости въ зависимости отъ того, будутъ ли это остатки растеній или животныхъ, получаютъ наименованіе фитоморфозъ и зооморфозъ; здѣсь возможно въ происхо-



Фиг. 358. Поперечный разрѣзъ ствола лепидодендрона изъ каменноугольной системы.

жденіи ихъ также отличать процессы гидрохимическіе и механическіе. Въ первомъ случаѣ замѣщеніе частицъ организованнаго вещества минеральною массою идетъ шагъ за шагомъ и часто не только нѣкогда бывшій организмъ переходитъ въ полную окаменѣлость, но минеральное вещество скопляется и вокругъ него въ форму конкреціи, а потому въ разлагающихся внутри земли организмахъ надо видѣть какъ бы центры стяженія растворовъ минеральныхъ веществъ. Для нѣкоторыхъ случаевъ окаменѣнія это дѣлается вполне понятнымъ. Такъ, наир., если къ разлагающемуся орга-

ническому веществу притекаетъ растворъ кремнезема, то выдѣляющаяся изъ организма углекислота и углеводородъ могутъ мало-по-малу вытѣснить изъ раствора кремнеземъ, который и замѣститъ собою разлагающіяся частицы; такой случай окаменѣнія особенно часто встрѣчается въ ископаемыхъ стволахъ деревьевъ. Такъ же довольно легко объяснить окаменѣлости, образованныя сѣрнымъ колчеданомъ; послѣдній случай, а равно и образованіе вокругъ окаменѣлости конкреціи весьма обыкновенъ въ юрскихъ глинахъ окрестностей Москвы. Происхожденіе сѣрнаго колчедана вполне возможно изъ сѣрносоди закиси желѣза при дѣйствіи восстанавливающихъ процессовъ. Разлагающееся безъ доступа воздуха органическое вещество выдѣляетъ и углеводороды, а потому здѣсь весьма легко допустить образованіе сѣрнаго колчедана и такъ же возможенъ случай, когда этотъ послѣдній будетъ замѣщать собою частица за частицу организмъ.

Минеральными веществами, наиболѣе часто служащими для окаменѣнія, бывають углекислая известь, кремнеземъ и сѣрный колчеданъ; послѣднее вещество обуславливаетъ легкую степень распадѣнія окаменѣлости подъ вліяніемъ окисляющаго дѣйствія кислорода воздуха, а потому такія окаменѣлости требуютъ принятія особыхъ предосторожностей для сохраненія ихъ въ коллекціяхъ, какъ-то — покрытія лакомъ и т. п. Кромѣ вышеуказанныхъ минеральныхъ веществъ въ образованіи окаменѣлостей принимаютъ участіе нѣкоторые шпаты: желѣзный, тяжелый, плавиковый, свинцовый, малахитъ и другіе минералы: глауконитъ, вивіанитъ, фосфоритъ, бурый желѣзнякъ, гипсъ, целестинъ, мѣдный колчеданъ и пестрая мѣдная руда, мѣдная лазурь и зелень, свинцовый блескъ, киноварь, цинковая обманка, желѣзный блескъ, черная марганцовая руда, талькъ, хлоритъ, наконецъ, самородныя — сѣра и мѣдь.

Для искусственнаго полученія окаменѣлостей были дѣлаемы опыты (Гёппертъ), въ которыхъ организмъ погружался въ солянокислый растворъ металла; ему давали время пропитаться растворомъ, болѣе или менѣе совершенно, а затѣмъ прокаливаніемъ удаляли органическое вещество; при подобнаго рода обработкѣ сохранялась не только наружная форма, но болѣе или менѣе ясно и внутреннее строеніе.

Процессъ окаменѣнія, повидимому, идетъ довольно быстро. Такъ по химическому анализу костей и череповъ какъ человѣка, такъ и животныхъ, относимыхъ къ каменному вѣку, въ ихъ составѣ оказалось отъ 22 до 28% окиси желѣза, тогда какъ въ соотвѣствующихъ костяхъ нынѣ живущихъ окиси желѣза найдены только слѣды. При процессѣ окаменѣнія костей не только заняты были полости, оставшіяся отъ разложенія органическаго вещества, но и значительная часть извести была замѣщена окисью желѣза, пошедшею на образованіе фосфорнокислаго соединенія. Если въ этомъ примѣрѣ представляется случай окаменѣнія предметовъ, время захороненія которыхъ отдѣлено отъ насъ нѣсколькими тысячелѣтіями, то имѣются примѣры и болѣе быстрого окаменѣнія. Въ окрестностяхъ г. Вытегры, въ началѣ шестидесятихъ годовъ прошлаго столѣтія, были начаты разработки, нынѣ оставленныя, красныхъ желѣз-

няковъ. Для скрѣпленія подземныхъ ходовъ здѣсь употребляли бревна изъ березы, не освобождая ихъ отъ коры; уже въ концѣ семидесятыхъ годовъ нѣкоторыя изъ березовыхъ подпорокъ совершенно сгнили, другія же перешли въ превосходныя псевдоморфозы водной окиси желѣза, передававшія до малѣйшихъ деталей наружную форму березовыхъ стволовъ. Конечно, въ такой короткій срокъ здѣсь образовалось только наружное ядро, но, тѣмъ не менѣе, передающее съ замѣчательными подробностями наружное строеніе березовой коры.

Фито- и зооморфозы могутъ образоваться не только разнообразными гидрохимическими путями, но иногда такъ же, какъ и настоящіе псевдоморфозы—путемъ механическимъ. Въ этомъ случаѣ уже не можетъ быть рѣчи о полномъ окаменѣніи. Полость, находящаяся или внутри животного, или оставшаяся отъ совершеннаго его уничтоженія, можетъ быть занята принесеннымъ водою осадкомъ и выполниться болѣе или менѣе совершенно. Если такая полость будетъ внутреннею, какъ въ раковинѣ моллюсковъ, то получается внутреннее ядро; если полость занимаетъ мѣсто нѣкогда бывшаго организма, то получается наружное ядро. Точно такъ же и здѣсь, какъ и при образованіи отпечатка, весьма важную роль для передачи первоначальной формы играетъ тонкость зерна и пластичность осадка, занимающаго полость: чѣмъ осадокъ тоньше зерномъ, тѣмъ ядра получаютъ совершеннѣе. Извѣстно, что иногда весьма крупнозернистый осадокъ является такимъ окаменяющимъ веществомъ. Такъ, напримѣръ, стволы деревьевъ въ нѣкоторыхъ песчаникахъ сохраняются въ формѣ ядра, образованнаго крайне грубо-зернистымъ песчаникомъ, передающимъ общую форму, но не сохраняющимъ деталей.

Какой бы способъ ни наблюдался въ природѣ, химическій или механический, тѣмъ не менѣе извѣстно сохраненіе этими способами какъ самыхъ мелкихъ и нѣжныхъ организмовъ и ихъ частей (напр., икра лягушки, яйца птицъ, медузы и т. п.), такъ и остатковъ громадныхъ животныхъ и даже самого человѣка. Послѣдній случай представляютъ находки въ Помпеѣ, гдѣ человѣкъ сохранился въ формѣ отпечатка въ вулканическомъ туфѣ и гдѣ, по оставшейся формѣ при помощи гипса, получаютъ полное наружное ядро его, передающее съ достаточными подробностями и детали.

Изъ способа происхожденія окаменѣлостей, необходимо прійти къ заключенію, что различныя осадочныя горныя породы должны въ различной степени совершенства сохранять ископаемые остатки. Циркулирующая въ горныхъ породахъ вода можетъ растворять образовавшіяся окаменѣлости и снова уничтожать ихъ или совершенно, или оставляя отъ нихъ только одинъ отпечатокъ. Поэтому, чѣмъ болѣе водопроницаемъ слой, тѣмъ и сохраненіе въ немъ окаменѣлостей хуже. Пески и песчаники, представляющіе столь распространенныя горныя породы, какъ извѣстно, легко пропускаютъ воду, а потому и сохраненіе въ нихъ хорошихъ окаменѣлостей представляетъ явленіе довольно рѣдкое. Конечно, и здѣсь надо имѣть въ виду тѣ составныя части, которыя образуютъ твердый остовъ организма, такъ, напр., трудно разрушимыя роговыя или

известково-роговыя оболочки, которыми обладают нѣкоторые организмы, могутъ крайнѣ долгое время сохраняться даже въ такихъ легко проницаемыхъ породахъ, какъ пески и песчаники. Примѣсь глины къ различнымъ осадочнымъ породамъ содѣлываетъ ихъ какъ болѣе водоупорными, такъ, въ силу этого, и болѣе богатыми ископаемыми. Точно такъ же для нѣкоторыхъ случаевъ хорошаго сохраненія, даже въ породахъ легкопроницаемыхъ для воды, слѣдуетъ указать, что прикрытіе такихъ породъ сверху породами водоупорными, а равно и отсутствіе возможности образованія въ нихъ скопленія воды, можетъ нарушить вышеприведенное заключеніе, т.-е. дать возможность и въ породахъ водопроницаемыхъ встрѣтить хорошо сохраненныя окаменѣлости.

Въ особенности плохое сохраненіе окаменѣлостей наблюдается въ породахъ метаморфическихъ, въ которыхъ гидрохимическіе процессы способствовали болѣе или менѣе полному ихъ уничтоженію. Въ этомъ отношеніи можно указать на доломиты, образованіе которыхъ изъ известняковъ гидрохимическимъ путемъ не подлежитъ сомнѣнію; большинство доломитовъ сохраняетъ ископаемые остатки или въ видѣ ядеръ, или, еще чаще, въ формѣ отпечатковъ; только окремненныя окаменѣлости и то какъ исключенія, могутъ изрѣдка сохраняться въ вышеуказанныхъ горныхъ породахъ. Наконецъ, слѣдуетъ при разсмотрѣніи этого вопроса имѣть въ виду и время—этотъ крайне важный коэффиціентъ въ геологіи. Въ наиболѣе древнихъ геологическихъ образованіяхъ представляется наибольшая возможность какъ встрѣчи полнаго окаменѣнія, такъ и болѣе совершеннаго уничтоженія окаменѣлостей.

СВЯЗЬ ОРГАНИЗМОВЪ СЪ МѢСТООБИТАНІЕМЪ.

Только всестороннее изученіе законовъ распредѣленія различныхъ организмовъ на земной поверхности можетъ дать понятіе о тѣхъ физическихъ условіяхъ, при которыхъ образовались данныя отложенія и при которыхъ могла развиваться и существовать данная фауна или флора. Такое изученіе возможно только при знаніи тѣхъ физическихъ условій, при которыхъ живутъ и развиваются современные организмы. Древовидныя папоротники произрастаютъ и успѣшно развиваются только въ тепломъ и влажномъ климатѣ, а потому обильное нахожденіе ихъ въ какихъ бы то ни было геологическихъ образованіяхъ въ преобладающемъ количествѣ должно указывать на вполне опредѣленныя физико-географическія условія. Точно такъ же и беззубыя млекопитающія, а равно и четырехрукія живутъ въ жаркомъ климатѣ, а потому нахожденіе ихъ въ болѣе или менѣе значительныхъ массахъ въ ископаемомъ состояніи даетъ возможность сдѣлать опредѣленный выводъ о характерѣ климата. Въ географическомъ распредѣленіи растений настоящаго времени представляется полная возможность различать такъ называемыя зоны вегетаціи, напр., экваторіальную, тропическую, умѣренную, арктическую, полярную и другія. Наземныя животныя также въ своемъ распространеніи по зем-

ной поверхности ограничиваются опредѣленными географическими областями, а потому извѣстная группа осадковъ, содержащая опредѣленнаго характера флору или фауну, въ то же время даетъ возможность дѣлать заключенія объ извѣстныхъ физическихъ условіяхъ даннаго времени.

Геологу, при разборѣ памятниковъ жизни земли, главнымъ образомъ приходится имѣть дѣло съ отложеніями водныхъ бассейновъ, а потому знаніе современныхъ условій существованія водныхъ организмовъ, въ особенности морскихъ животныхъ, ихъ развитія, распредѣленія, обусловленнаго глубиною, свѣтомъ, температурою, химическимъ составомъ воды, характеромъ дна и береговъ, и прочее—могутъ дать понятіе о тѣхъ условіяхъ, при которыхъ происходила жизнь прошлаго.

Глубина, температура и свѣтъ.— Глубина морей и океановъ, конечно, должна вызвать болѣе или менѣе рѣзкое различіе населенія, потому что крайне трудно допустить, чтобы одни и тѣ же организмы могли переносить давленіе отъ 3 до 200 атмосферъ. Давленіе на глубинѣ 30 метровъ равно 24,5 килограмма, а давленіе на глубинѣ 1219 метровъ равно уже 749 килограммамъ, а потому представить себѣ, чтобы одинъ и тотъ же организмъ могъ жить и успѣшно развиваться на столь различныхъ глубинахъ, едва ли возможно.

Опыты Реньяра показываютъ, что различныя животныя (инфузоріи, черви, моллюски, рыбы), будучи подвергнуты искусственному давленію, впадаютъ въ состояніе оочевѣнія, отъ котораго оправляются лишь нѣкоторое время спустя послѣ возвращенія имъ нормальныхъ условій жизни; чрезмѣрное давленіе вызываетъ смерть. Кромѣ того, давно извѣстенъ фактъ, что рыбы, живущія на сравнительно большей глубинѣ, не могутъ быть вытасканы на поверхность воды безъ того, чтобы измѣненіе давленія не отразилось на нихъ самымъ очевиднымъ образомъ. Газы плавательнаго пузыря расширяясь, выпираютъ пищеварительный каналъ наружу, глаза выходятъ изъ орбитъ и т. п. Отсюда легко сдѣлать выводы, что для глубоководныхъ формъ должно ожидать соотвѣтствующихъ приспособленій. Въ этомъ отношеніи весьма интересны наблюденія Гюнтера надъ глубоководными рыбами, собранными экспедиціей Челленджера. Костная и мускульная система такихъ рыбъ оказывается весьма слабо развитою. Кости легки, съ весьма небольшимъ содержаніемъ извести; ихъ строеніе фиброзное и пещеристое, соединеніе ихъ другъ съ другомъ весьма непрочное. Точно такъ же отдѣльные пучки мышцъ разъединяются какъ нельзя болѣе легко. Между тѣмъ многія изъ такихъ рыбъ несомнѣнные хищники; перенесенныя подъ меньшее давленіе, онѣ оказались бы совершенно безпомощными существами; точно такъ же рыбы, живущія на меньшихъ глубинахъ, помѣщенные подъ большее давленіе, потеряли бы способность передвиженія.

Страшное давленіе, которое вычисляется для большихъ глубинъ, уже давно подавало поводъ отрицать возможность существованія живыхъ организмовъ на этихъ глубинахъ. Одинъ изъ первыхъ изслѣдователей жизни морскихъ организмовъ, Форбсъ, предполагалъ, что на глубинахъ 450 метровъ уже прекращается всякая животная жизнь. Наблюденія надъ жизнью животныхъ и растений на глубинахъ мало-по-малу увеличили эту глубину и показали, что организмы могутъ жить много ниже. Еще Россъ, признавая, что въ морѣ граница животной жизни идетъ ниже, чѣмъ то думалъ Форбсъ, все-таки не рѣшился допустить, что на глубинѣ 1000 метровъ жизнь возможна. Съ шестидесятихъ годовъ нынѣшняго столѣтія

наступает новая эра въ изученіи морскихъ глубинъ. Уолличъ на глубинахъ отъ 900 до 3900 метровъ находитъ значительное количество червей, ракообразныхъ, мшанокъ, иглокожихъ и этимъ доказываетъ, что на такихъ значительныхъ глубинахъ есть жизнь и своеобразная фауна. Мильнъ-Эдвардсъ на телеграфномъ кабелѣ, извлеченномъ при починкѣ его между Сардинією и Алжиромъ находитъ приставшими къ нему кораллы и моллюски, на глубинѣ отъ 2300 до 3300 метровъ. Дэвидсонъ указываетъ нѣкоторыхъ плеченогихъ моллюсковъ, добытыхъ съ глубины 6200 метровъ. Такимъ образомъ, запасъ свѣдѣній о наибольшихъ глубинахъ жизни организмовъ значительно расширился. Когда найдены были радіоларіи и фораминиферы, а также весьма рѣдкіе экземпляры другихъ животныхъ на глубинѣ слишкомъ въ 8000 метровъ, то и такая глубина только въ настоящее время должна быть принята, какъ предѣльная, хотя все-таки нѣтъ увѣренности, что современемъ и ниже указанной глубины не будутъ найдены организмы. Во всякомъ случаѣ, эта глубина много больше той, о которой въ свое время думалъ Форбсъ.

Съ глубиною измѣняется количество свѣта, проникающаго въ воду и получаемого организмомъ. По опредѣленіямъ Фореля, Фоля и Саразена, граница распространенія свѣта лежитъ на глубинѣ 400 метровъ. При этомъ различные лучи спектра поглощаются на различныхъ глубинахъ. Такъ половина красныхъ и желтыхъ лучей поглощается уже на глубинѣ около двухъ метровъ. Съ дальнѣйшей глубиной сперва поглощаются синіе лучи, а затѣмъ и фіолетовые. Присутствіе солей морской воды не вліяетъ на степень поглощенія красныхъ и желтыхъ лучей, но способствуетъ прохожденію синихъ. Такъ какъ только красные и желтые лучи обуславливаютъ въ растеніяхъ процессъ ассимиляціи, то нужно было бы думать, что морскія водоросли не могутъ произрастать въ болѣе глубокихъ частяхъ морскихъ бассейновъ. Однако это не такъ. Отрядъ багряныхъ водорослей селится на такихъ глубинахъ, на которыя не достигаютъ красные и желтые лучи. Зато въ этихъ водоросляхъ наблюдается такой пигментъ (фико-эритринъ), который, поглощая синіе лучи, превращаетъ ихъ въ красные и желтые, т.-е. обладаетъ способностью флюоресценціи.

Примѣнительно къ существамъ, характеризующимъ низшіе слои предѣльной глубины, весьма интересны наблюденія Келлера. Оказывается, что цвѣтъ многихъ изъ нихъ является дополнительнымъ къ тѣмъ цвѣтовымъ лучамъ, которые преобладаютъ на данной глубинѣ моря. Въ виду того, что ниже 400 метровъ солнечный свѣтъ не проникаетъ, предполагаютъ, что на большихъ глубинахъ могутъ жить и развиваться только такіе организмы, для которыхъ свѣтъ не представляетъ существенной необходимости. Фалькенбергъ, Фрисъ и другіе такую фауну сравнивали съ фауною пещеръ, а Фуксъ назвалъ ее „фауною тьмы“. Предполагалось, что представители такой фауны, отличающіеся блѣдностью окраски и прозрачностью, отличаются вмѣстѣ съ тѣмъ въ большинствѣ случаевъ и отсутствіемъ органовъ зрѣнія или ихъ рудиментарнымъ состояніемъ. Исслѣдованія глубоководной фауны приводятъ къ нѣсколькимъ инымъ за-

включеніямъ. „При обсужденіи вопроса о существованіи организмовъ и о свѣтѣ на большихъ глубинахъ, говоритъ Л. Агассисъ, не нужно забывать, съ одной стороны, что слѣпныя ракообразныя и другія морскія безпозвоночныя безъ глазъ или съ ихъ рудиментарнымъ состояніемъ, были получены съ глубины менѣе, чѣмъ 400 метровъ, а съ другой, что глубоководная фауна, какъ цѣлое, слѣпотой отнюдь не характеризуется; напротивъ того значительное большинство животныхъ, обитающихъ на глубинахъ 4000 метровъ, отличается такими же глазами, какъ и близкія имъ формы фауны мелководной; и если нерѣдко глаза оказываются дѣйствительно или отсутствующими, или въ неразвитомъ состояніи, то въ другихъ случаяхъ глаза поражаютъ именно своимъ сильнымъ развитіемъ. Болѣе того, отсутствіе органа зрѣнія у слѣпыхъ глубоководныхъ формъ во многихъ случаяхъ можетъ быть объяснено ихъ образомъ жизни; а именно—это не свободно плавающія животныя, а существа, роющіяся подобно кроту въ землѣ, проводящія всю свою жизнь въ морскомъ илѣ. Спрашивается теперь, гдѣ же искать для большихъ глубинъ источниковъ свѣта? Нѣтъ сомнѣнія, въ самихъ животныхъ, въ способности многихъ изъ нихъ фосфоресцировать. У глубинныхъ безпозвоночныхъ эта способность уже давно извѣстна; новѣйшія изслѣдованія дѣлаютъ весьма вѣроятнымъ, что и такъ называемые глазоподобные органы рыбъ должны быть отнесены къ той же категоріи фосфоресцирующихъ органовъ, а равно и та своеобразная слизь, которая покрываетъ столь многихъ глубоководныхъ рыбъ“. Что касается, наконецъ, до наблюдений Біо, что свѣтъ вліяетъ на составъ газа, наполняющаго плавательный пузырь рыбъ, вопросъ этотъ и до сихъ поръ остается открытымъ; во всякомъ случаѣ, доказано, что у рыбъ, живущихъ на поверхности или на мелкихъ мѣстахъ, этотъ газъ почти чистый азотъ, тогда какъ у рыбъ, живущихъ на глубинахъ отъ 914 до 1066 метровъ, въ немъ преобладаетъ кислородъ, азота же встрѣчается $\frac{1}{9}$ всего количества.

Температура также оказываетъ въ водныхъ бассейнахъ болѣе или менѣе сильное вліяніе на жизнь животныхъ. Если предположить, что только она одна обуславливаетъ распредѣленіе организмовъ на глубинахъ, то слѣдовало бы прійти къ заключенію, что, напр., для организмовъ, которые требуютъ для своего существованія 4° Ц., въ различныхъ мѣстахъ океана, распространеніе должно было бы ограничиваться опредѣленными глубинами, потому что вышеуказанная температура распределяется подъ различными широтами на различныхъ глубинахъ: подъ широтою 70° градусовъ она лежитъ на глубинѣ 1370 метровъ, между 54° и 58° ю. ш. она лежитъ на поверхности, подъ 45° — на глубинѣ 1097 метровъ, подъ экваторомъ—2140 метровъ. Принимая во вниманіе указанное выше давленіе, наблюдаемое на различныхъ глубинахъ въ морѣ, конечно слѣдуетъ прійти къ заключенію, что одна температура едва ли можетъ играть видную роль въ распредѣленіи организмовъ на глубинахъ. Правда, есть нѣкоторыя наблюденія, какъ бы подтверждающія вышеуказанное, но они въ то же время не представляютъ такихъ большихъ колебаній, какъ величины въ 100 метровъ. Земперъ даетъ та-

блицу распространенія нѣкоторыхъ формъ въ зависимости отъ температуры.

	Филиппинскіе острова.	Средиземное море.	Сѣверо-Атланти- ческій океанъ.
Aspidochirotae . .	На глубинѣ 0 м.	42,6—64 м.	64 —128 м.
Dendrochirotae . .	„ „ 2,1—21 м.	21,3 м.	42,6—128 м.
Synaptidae. . . .	„ „ 0 м.	2,1—21,3 м.	2,1— 21,3 м.

Изъ этой таблицы легко усмотрѣть, что чѣмъ дальше на сѣверъ отъ тропическаго моря, тѣмъ животныя уходятъ на большія глубины. Съ другой стороны можно указать и факты противоположнаго характера. Такъ, морская фауна, водящаяся между Норвегіею, Исландіею и Фарерскими островами, представляетъ большое сходство съ фауною, водящеюся на сѣверо-западѣ Шотландіи и Ирландіи, тогда какъ температура этихъ двухъ областей весьма различна: въ первой она отъ 1° до 2° Ц., во второй—отъ 6,5° до 8,5° Ц. Во всякомъ случаѣ, вопросъ о вліяніи температуры на распредѣленіе организмовъ на глубинахъ еще крайне мало разработанъ, и однѣ данныя говорятъ въ пользу вліянія температуры, другія—противъ.

Природа берега и дна.—Петрографическій характеръ осадковъ, слагающихъ берега или отлагающихся на днѣ воднаго бассейна, обнаруживаетъ болѣе или менѣе сильное вліяніе на характеръ морского или океаническаго населенія. Песчаные и открытые берега большею частью бѣдны населеніемъ, а если такое встрѣчается, то оно обыкновенно весьма однообразно. Также бѣдны населеніемъ и берега, образованные галечникомъ. Эта бѣдность и однообразіе обуславливаются тѣмъ, что болѣе или менѣе сильное волненіе моря рѣдко даетъ возможность жить у такихъ береговъ организмамъ, обладающимъ нѣжною раковиною или скорлупою; при движеніи волнъ, а съ ними и песка эти твердыя части организмовъ болѣе или менѣе скоро подвергаются уничтоженію. Другое дѣло, если организмъ, какъ, напр., *Lingula*, снабженъ роговою раковиною, которая, обладая извѣстною упругостію, даетъ возможность организму селиться и успѣшно развиваться на песчаныхъ, совершенно открытыхъ для волненія, берегахъ. Интересно, что въ ряду довольно разнообразныхъ геологическихъ образований, относимыхъ къ различнымъ эпохамъ, этотъ родъ *Lingula* или родственныя ему формы, какъ, напр., *Obolus*, встрѣчаются въ наибольшихъ скопленіяхъ въ песчаныхъ отложеніяхъ, указывая тѣмъ самымъ, что со временъ глубокой древности такія формы селились на пологихъ песчаныхъ берегахъ совершенно такъ же, какъ и нынѣ живущіе виды рода *Lingula*. Нѣсколько иную

картину представляютъ песчаные, но обрывистые берега; здѣсь уже является возможность селиться организмамъ болѣе или менѣе безопасно отъ волненія моря. Песчаный иль или илистый песокъ представляетъ наиболѣе благопріятную почву для развитія органической жизни, которая въ особенности процвѣтаетъ въ небольшихъ заливахъ съ песчано-илистымъ дномъ. Обрывистые и скалистые берега не благопріятствуютъ развитію жизни организмовъ въ береговой полосѣ; здѣсь постоянныя волны, бьющіяся о скалистые берега, большею частью уничтожаютъ все живое. Впрочемъ, замѣчено, что извѣстный характеръ орографіи берега можетъ все-таки быть отмѣченнымъ въ особенности нѣкоторыми моллюсками. Такъ пластинчатожаберные моллюски любятъ селиться у пологихъ береговъ, брюхоногіе моллюски — у скалистыхъ. Для нѣкоторыхъ случаевъ, изобиліе опредѣленныхъ формъ у даннаго побережья можетъ служить указаніемъ еще нѣкоторыхъ деталей въ строеніи берега. Медузы встрѣчаются въ особенно большомъ количествѣ у береговъ, изобилующихъ болотами и т. д.

Замѣчено, что у береговъ, образованныхъ известняками, изобилуютъ моллюски, которые также успѣшно живутъ у береговъ, сложенныхъ кристаллическими породами, въ особенности, если эти послѣднія содержатъ полевоі шпатель и легко вывѣтриваются. Въ этихъ двухъ послѣднихъ случаяхъ въ воду попадаютъ составныя части породъ или щелочныя земли, или щелочи, обуславливающія особый химическій характеръ воды, а вмѣстѣ съ тѣмъ и то вліяніе, которое обнаруживаетъ вода на организмъ. Многочисленностью населенія отличаются береговыя мѣстности, изобилующія кристаллическими полевошпатовыми породами, хотя моллюски здѣсь и не достигаютъ по размѣрамъ своей раковины такой значительной величины, какъ у береговъ, образованныхъ известняковыми породами. Петрографическій характеръ осадковъ, выстилающихъ морское дно; вліяетъ на неравномѣрное распредѣленіе не только животныхъ, прикрѣпленныхъ къ нему, но и такихъ, которыя свободно плаваютъ въ морскихъ бассейнахъ. Такъ, на примѣръ, нѣкоторыя рыбы (камбалы и скаты) живутъ въ такихъ участкахъ моря, гдѣ оно является песчанымъ.

Различныя осадки морского дна иногда различно вліяютъ на отправленіе физиологическихъ процессовъ нѣкоторыхъ животныхъ. Такъ, напр., *Cardium edule* не достигаетъ большихъ размѣровъ, если это животное развивается на песчаномъ днѣ, тогда какъ на каменистомъ оно достигаетъ весьма крупныхъ размѣровъ.

Составъ воды и размѣры бассейна. Измѣненіе въ химическомъ составѣ воды обнаруживаетъ также болѣе или менѣе значительное вліяніе на составъ населенія. Тѣ моря, которыя считаются внутренними и которыя принимаютъ значительное количество прѣсной воды, обыкновенно представляютъ большое отличіе въ своемъ населеніи. Настоящіе морскіе организмы никогда въ этихъ бассейнахъ не достигаютъ такихъ крупныхъ размѣровъ, какъ въ открытомъ океанѣ, а потому и находженіе въ осадкахъ, опредѣленнаго геологическаго возраста, мелкихъ, чисто морскихъ формъ точно такъ же должно бросать извѣстный свѣтъ на физико-гео-

графическій характеръ бассейна. Въ такихъ моряхъ, какъ Бѣлое или Балтійское, многіе моллюски не достигаютъ и трети по величинѣ своей раковины сравнительно съ тѣми же самыми видами, водящимися въ Ледовитомъ океанѣ или въ Нѣмецкомъ морѣ. Съ другой стороны, извѣстны факты, доказывающіе съ крайнею наглядностью громадное вліяніе состава морской воды на жизнь нѣкоторыхъ организмовъ. Такъ, обыкновенная съѣдобная устрица вполне успѣшно живетъ и развивается при содержаніи въ морской водѣ отъ 2⁰/₀ до 3⁰/₀ соли, но коль скоро количество этой послѣдней хотя нѣсколько понизится, напримѣръ, до 1,8⁰/₀ или повысится до 3,7⁰/₀, то тотъ же организмъ уже теряетъ способность жить въ такой водѣ.

Величина воднаго бассейна, такъ же, какъ и вышеупомянутыя причины, обнаруживаетъ большее или меньшее вліяніе на населеніе. Вышеприведенный примѣръ различія въ размѣрахъ моллюсковъ Бѣлаго моря и Ледовитаго океана, или Балтійскаго моря и Нѣмецкаго находить себѣ подтвержденіе и въ прямыхъ опытахъ, изъ которыхъ наблюденія Земпера заслуживаютъ особеннаго вниманія. Онъ помѣщалъ одного и того же возраста *Limnaeus stagnalis* въ различные по величинѣ сосуды и чрезъ опредѣленное время производилъ измѣренія величины раковины, при этомъ оказалось, что чрезъ извѣстный промежутокъ времени въ сосудѣ:

въ 100 куб. сантиметровъ	раковина имѣла въ длину	6 мм.
» 250 »	»	» » 9 »
» 600 »	»	» » 12 »
» 2000 »	»	» » 19 »

Всѣ разсмотрѣнныя причины, вызывающія тотъ или другой характеръ морской фауны, конечно, не исчерпываютъ собою всѣхъ вліяній на эту послѣднюю. Еще какое значительное количество ихъ ускользаетъ отъ нашего вниманія! Впрочемъ, уже и теперь есть извѣстная сумма довольно положительныхъ данныхъ, руководствуясь которыми, геологъ съ достаточною увѣренностью можетъ говорить объ извѣстномъ характерѣ воднаго бассейна, разбирая представителей вымершей фауны. Такъ, плеченогія— жители глубокаго моря и только два ихъ семейства: *Lingulidae* и *Discinidae* представляютъ исключеніе, встрѣчаясь по преимуществу въ мелководныхъ частяхъ водныхъ бассейновъ; они изобилуютъ на песчаномъ или песчано-илистомъ днѣ до глубины 36—38 метровъ. Эти послѣднія исключительно обитаютъ въ тропическихъ теплыхъ моряхъ, тогда какъ въ умѣренныхъ и сѣверныхъ моряхъ всѣ остальные плеченогія— жители глубокаго моря. Въ Средиземномъ морѣ, по Форбсу, наибольшее развитіе ихъ имѣетъ мѣсто на глубинахъ отъ 150 до 210 метровъ и ни одинъ сѣверный или средиземный видъ не достигаетъ большаго развитія выше 85—95 метровъ. Значительное большинство пластинчатожаберныхъ обитаетъ въ береговой полосѣ, обыкновенно, на глубинѣ отъ 0 до 75 метровъ; но тѣ же организмы встрѣчаются и глубже, хотя уже въ видѣ отдѣльныхъ экземпляровъ, даже до глубины, 5000 метровъ. Наиболѣе удобнымъ для ихъ мѣстожителства надо считать дно каменистое или песчаное. Въ зависи-

мости отъ глубины измѣняются какъ окраска, такъ и украшенія на раковинѣ и ея толщина: моллюски пестро-окрашенные, съ различными украшеніями и толстою раковиною—жители береговой полосы; раковина нѣжная, тонкая и безцвѣтная встрѣчается у живущихъ на глубинахъ. Для брюхоногихъ особенно благоприятно скалистое дно, и наоборотъ, неблагоприятно песчаное; кромѣ того, необходимо, чтобы оно изобиловало водорослями и находилось у береговъ, изрѣзанныхъ заливчиками. Головоногіе моллюски—жители по преимуществу глубокихъ мѣстъ морей и въ особенности морей открытыхъ. Отдѣльно живущіе кораллы также жители значительныхъ глубинъ и въ этомъ отношеніи представляютъ довольно значительное отличіе отъ строящихся коралловъ—жителей мелководья.

Зоологическія провинціи.—Изъ всего вышесказаннаго легко прійти къ заключенію, что жизнь водныхъ организмовъ находится въ опредѣленной зависимости отъ цѣлаго ряда разнообразныхъ физическихъ условій, чѣмъ и обуславливается то разнообразіе фауны, которое встрѣчаютъ въ моряхъ и океанахъ и которое вызываетъ различіе въ горизонтальномъ и вертикальномъ распредѣленіи организмовъ. Поэтому все морское населеніе земного шара можетъ быть, по своему географическому распространенію, раздѣлено на опредѣленные зоологическія провинціи, въ которыхъ, по мнѣнію Вудварда, по крайней мѣрѣ, половина видовъ должна специально принадлежать только данной провинціи. Границы такихъ провинцій опредѣляются какъ указанными выше физическими причинами, такъ и очертаніями и распредѣленіемъ материковъ. Всѣхъ зоологическихъ провинцій въ современныхъ моряхъ различные ученые насчитываютъ различное количество. Дана принимаетъ три большихъ дѣленія или географическихъ царства, основываясь на изокримальныхъ линіяхъ, показывающихъ среднюю температуру поверхности воды въ самый холодный (для данной области) мѣсяць въ году: американское, или западное, африканско-европейское и восточное; эти три царства въ свою очередь распадаются на 59 провинцій. Число провинцій Дана не только чрезвычайно велико, но и плохо ограничено: почти невозможно дать имъ точную зоологическую характеристику. Затѣмъ Вудвардъ (въ 1856 г.) подраздѣлилъ фауну морей и океановъ на слѣдующія 18 провинцій: арктическую, бореальную, кельтическую, лузитанскую, арало-каспійскую, африканскую западную, африканскую южную, индо-тихоокеанскую, австралійско-зеландскую, японскую, алеутскую, калифорнскую, панамскую, перувианскую, магелланскую, патагонскую, караибскую и трансатлантическую. Наконецъ, Агассисъ принимаетъ четыре большихъ морскихъ царства: американское, атлантическое съ полярнымъ, тихо-океанское и австралійское вмѣстѣ съ антарктическимъ, которыя, въ свою очередь, подраздѣляетъ на 18 провинцій, большая часть которыхъ сходна съ провинціями Вудварда.

Подобно населенію морей и океановъ, точно такъ же и зоологическое населеніе материковъ дѣлится на области, или провинціи, которыхъ, напр., Уоллэсъ насчитываетъ 6, а Вудвардъ и Фишеръ даже 7, придавая имъ названіе зонъ и раздѣляя на 30 болѣе мелкихъ областей.

Совершенно подобныя же области должны были существовать и въ

древнихъ моряхъ предшествующихъ геологическихъ эпохъ, а потому одною изъ задачъ геолога при разборѣ древнихъ геологическихъ памятниковъ долженъ быть разборъ осадковъ и съ этой точки зрѣнія. Уже въ настоящее время можно для нѣкоторыхъ эпохъ указать подобнаго рода провинціи и сдѣлать общій выводъ, по крайней мѣрѣ относительно того, что въ наиболѣе древнія времена такія провинціи представляли и наиболѣе широкія границы и что только при постепенномъ переходѣ къ болѣе новымъ эпохамъ границы ихъ суживаются. Уменьшеніе размѣровъ зоологическихъ провинцій, повидимому, вызывается тѣмъ, что чѣмъ древнѣе геологическая эпоха, тѣмъ болѣе рѣдки въ древнихъ моряхъ, сѣвернаго — наиболѣе изученнаго полушарія, материка, являющіеся въ видѣ отдѣльныхъ острововъ, мало препятствующихъ распространенію въ морѣ отдѣльныхъ формъ.

Батометрическія зоны.—Возможность подраздѣленія въ горизонтальномъ направленіи морской фауны на отдѣльныя провинціи давно уже подавала поводъ отыскивать подраздѣленія морскихъ организмовъ и въ вертикальномъ направленіи, что необходимо слѣдовало въ виду вліянія на организмъ глубины, температуры, свѣта и другихъ вышеизложенныхъ факторовъ. Первоначально Форбсъ, а за нимъ Остенъ, Ловенъ, Зюссъ, Фишеръ, Фуксъ и рядъ другихъ ученыхъ, а въ особенности знаменитыя экспедиціи конца шестидесятыхъ годовъ англичанъ и американцевъ доставили значительный запасъ фактовъ въ этомъ направленіи. Первоначально Форбсъ принялъ четыре батометрическихъ зоны: 1) зона береговая, лежащая между границами приливовъ и отливовъ, 2) зона ламинарій—отъ самаго низкаго отлива до 27 метровъ глубины, 3) зона кораллинъ—отъ 27 метровъ до 91 метра и 4) зона коралловъ глубокаго моря, лежащая между 91 и 185 метрами и ниже. Позднѣе, на основаніи болѣе новыхъ данныхъ, Фишеръ подраздѣлилъ морское населеніе въ вертикальномъ направленіи на пять зонъ. Зона береговая обнимаетъ глубины отъ 0 до 12 метровъ и находится въ зависимости отъ амплитуды приливовъ и отливовъ, напр., въ Ламаншѣ отъ 11 до 12 метровъ, въ Гасконскомъ заливѣ она варьируетъ отъ 2 до 8 метровъ. Верхнюю границу этой зоны въ Европѣ характеризуютъ *Littorina rudis* и *neritoides* — на скалистыхъ берегахъ, и *Hydrobia ulvae* и *acuta*—на илистыхъ. Подраздѣленія этой зоны очень различны для различныхъ мѣстностей. Зона ламинарій идетъ отъ 10 до 28 метровъ глубины; на скалистыхъ берегахъ среди ламинарій (*Laminaria digitata*) находятъ убѣжище: *Rissoa*, *Lacuna*, *Aplysia*, *Trochus* и особенно *Nudibranchiata*; на берегахъ песчаныхъ и илистыхъ ламинаріи замѣняются: *Zostera marina* и *Posidonia Caulini*, образующими настоящія подводныя преріи съ многочисленнымъ населеніемъ. Зона нуллипоръ и кораллинъ занимаетъ глубины отъ 28 до 72 метровъ; она преимущественно населена хищными брюхоногими моллюсками, кораллины и нуллипоры покрываютъ собою скалы на этой глубинѣ. Фишеръ называетъ эту зону также зоною большихъ *Buccinum*, такъ какъ въ ней обитаютъ: *Buccinum*, *Fusus*, *Triton*, *Cassis*, *Chrysodomus* и др. Зона плеченогихъ и коралловъ простирается отъ 72 до 500 мет-

ровъ глубины. Характерными кораллами являются здѣсь *Oculina*, *Dendrophyllia*. Точныя границы этой зоны трудно опредѣлимы. По мнѣнію Фишера, ее можно подраздѣлить на двѣ части: на верхнюю отъ 72 до 185 метровъ и нижнюю, или зону *Brissopsis*, отъ 185 до 500 метровъ. Впрочемъ, это послѣднее подраздѣленіе, какъ основанное только на одной формѣ, можетъ быть исключительно мѣстнымъ. Зона абиссальная лежитъ между 500 и 5000 метровъ и глубже. Фауна ея еще очень мало извѣстна. Вообще раковины этой зоны небольшой величины, блѣдно окрашены, съ бѣлыми нѣжными прозрачными покровами. Господствующими формами ея будутъ: *Scaphopoda*, изъ брюхоногихъ моллюсковъ—*Tectibranchiata*, *Rhipidoglossa*, крылоногіе, пластинчатожаберныя, плеченогія и др.

Значеніе зонъ для стратиграфіи.—Наблюденія надъ характеромъ горизонтального и вертикальнаго распредѣленія организмовъ въ моряхъ и океанахъ представляютъ большую важность при разборѣ окаменѣлостей, встрѣчающихся въ осадочныхъ образованіяхъ. Конечно, въ ряду ископаемыхъ формъ встрѣчается все меньше и меньше формъ современной геологической эпохи, но тѣмъ не менѣе общій характеръ фауны данныхъ отложеній можетъ дать извѣстнаго рода указаніе относительно физико-географическихъ условій, сопровождавшихъ ихъ образованіе. Мало того, извѣстный характеръ находенія формъ въ группѣ слоевъ, въ ихъ вертикальномъ разрѣзѣ, даетъ полную возможность дѣлать заключеніе о томъ, сопровождалось ли отложеніе данной группы слоевъ опусканіемъ дна морского бассейна, поднятіемъ или покоемъ его. Представимъ, (см. стр. 471 и фиг. 244), что согласно современному распредѣленію морскихъ организмовъ и въ древнемъ морѣ наблюдались соответствующія зоны. Понятно, что умирающіе организмы данной зоны должны погребаться въ отлагающійся осадокъ въ области той же зоны, а потому слой *d* будетъ содержать преобладающія формы, соответствующія береговой зонѣ, слой *q*—зонѣ ламинарій, слой *c*—зонѣ нуллипоръ и кораллинъ, слой *p*—плеченогихъ и коралловъ и т. д. Допустимъ, что одновременно съ погребеніемъ организмовъ въ осадки происходитъ медленное опусканіе дна и береговъ даннаго бассейна. Понятно, что въ эту вторую фазу зоны будутъ распредѣлены относительно первой фазы въ томъ же порядкѣ, но въ схемѣ должны явиться какъ бы надвинутыми на берегъ. Если такое погребеніе происходило значительный промежутокъ времени при явленіи постепеннаго погруженія, то въ результатѣ получится группа осадковъ съ погребенными въ нихъ организмами,—причемъ осадки явятся расположенными такъ, что осадокъ каждаго отдѣльнаго періода отложенія будетъ придвинутъ ближе къ берегу сравнительно съ предшествующимъ періодомъ. Еслибы представилась возможность прослѣдить такіа отложенія на болѣе или менѣе значительномъ пространствѣ, то, конечно, явилась бы возможность болѣе или менѣе постепенно перейти отъ фауны береговой къ фаунѣ глубокаго моря. Въ дѣйствительности крайне рѣдко можетъ представиться случай подобнаго рода. Обыкновенно наблюдаются отдѣльные разрѣзы, напр., между линиями *m* и *n*, которые во всякомъ случаѣ также даютъ возможность сдѣлать заключеніе о томъ, сопровож-

долось ли данное отложеніе опусканіемъ, поднятіемъ или покоемъ. На чертежѣ (см. фиг. 244) легко усмотрѣть, что при поднятіи или опусканіи осадки, соотвѣтствующіе даннымъ зонамъ, распредѣляются въ вертикальномъ направленіи въ томъ же самомъ порядкѣ, какъ и въ горизонтальномъ, т.-е. въ первомъ случаѣ имѣется постепенный переходъ отъ *d* къ *p*—какъ и въ направленіи горизонтальномъ. Потому при встрѣчѣ слоевъ съ ископаемыми организмами, когда приходится постепенно переходить отъ береговой фауны къ фаунѣ глубоководной, можно сдѣлать заключеніе, что данное отложеніе сопровождалось явленіемъ медленнаго опусканія; при обратномъ расположеніи, т.-е. когда снизу кверху приходится переходить отъ фауны глубоководной къ фаунѣ береговой, наоборотъ, данное отложеніе сопровождалось или поднятіемъ, или покоемъ. Изъ разбора древнихъ геологическихъ памятниковъ имѣется нѣсколько примѣровъ, вполне доказывающихъ возможность подобнаго рода выводовъ и нѣкоторые изъ нихъ уже были указаны выше (стр. 473). Осадки пермской системы въ восточной части Европ. Россіи весьма наглядно обнаруживаютъ часть чечевицы, въ которой фауна мелководья, какъ бы облекаетъ фауну глубоководную. Такой примѣръ съ разбираемой точки зрѣнія указываетъ, что отложеніе осадковъ первоначально происходило при медленномъ опусканіи, которое смѣнилось или поднятіемъ, или водный бассейнъ былъ выполненъ осадкомъ при полномъ покоѣ.

ПОНЯТІЕ ОБЪ ОДНОВРЕМЕННОСТИ ОТЛОЖЕНІЙ.

Опредѣленный характеръ расположенія слоевъ даетъ возможность судить о послѣдовательности отложенія извѣстной толщи осадочныхъ горныхъ породъ, а залеганіе данной горной породы среди совершенно одинаковыхъ породъ, но встрѣчающихся въ различныхъ мѣстностяхъ, даетъ нѣкоторую возможность прийти къ заключенію, что образованіе этой данной горной породы произошло въ различныхъ мѣстностяхъ въ одно и то же время. Это заключеніе, основанное исключительно на петрографическомъ характерѣ и опредѣленномъ способѣ залеганія горной породы, можетъ весьма часто повести къ ошибкамъ, потому что осадочныя породы одного и того же петрографическаго характера, могли отлагаться въ различные времена. Существенную помощь въ этомъ отношеніи оказываютъ ископаемые остатки флоры и фауны, дающіе возможность дѣлать заключеніе объ одновременности отложеній двухъ или нѣсколькихъ отдѣльныхъ и часто различныхъ по петрографическому характеру осадковъ.

Нѣкоторое знакомство съ условіями жизни современныхъ организмовъ, какъ на материкахъ, такъ и въ моряхъ, повидимому, показываетъ, что современный міръ не представляетъ достаточно данныхъ для наведенія. Но подобнаго рода выводъ только кажущійся. Дѣло въ томъ, что хотя извѣстныя физическія условія и вызываютъ опредѣленный характеръ населенія, но тѣмъ не менѣе, какъ показываютъ непосредственныя наблюденія, они не нарушаютъ родства въ современной фаунѣ и оста-

влиять полную возможность сужденія на основаніи ея объ одновременности образованій. Съ вышеуказанною цѣлью уже давно производились наблюденія, стремящіеся выяснитъ, насколько близко родство между отдѣльными населеніями современной геологической эпохи и насколько представляется возможнымъ отсюда дѣлать наведеніе для разбора съ палеонтологической точки зрѣнія одновременности образованій. Въ этомъ отношеніи весьма интересны наблюденія Филиппи, производившаго сравненія фауны моллюсковъ Средиземнаго моря, въ особенности частей его, прилегающихъ къ Южной Италиіи и Сициліи, съ фауною береговъ Великобританіи. Это сравненіе можно представить въ видѣ таблицы:

Моллюскп.	Велко-британія.	Сицилія.	Общіе виды.
Пластинчатожаберные .	198	188	84
Плеченогія	5	10	2
Брюхоногіе	217	367	63
Головоногіе	7	15	5
	427	580	154

Изъ 580 моллюсковъ, водящихся у береговъ Сициліи, и 427 — у береговъ Великобританіи, 154 или 15,3% представляются общими формами. Но здѣсь слѣдуетъ принять во вниманіе, что сравненіе произведено между такими отдаленными и различными по физическимъ условіямъ водными бассейнами, какъ типичное Средиземное море и море открытое, омывающее Великобританію. Несмотря на это, все-таки въ фаунѣ моллюсковъ обнаруживается значительное сходство. Подобныя же сравненія были произведены надъ фаунами другихъ странъ. Такъ морская фауна южной Италиіи имѣетъ въ ряду пластинчатожаберныхъ 68 формъ тождественныхъ съ Канарскими островами. Фауна Краснаго моря, еще до прорытія Суэзскаго канала, представляла 23% пластинчатожаберныхъ и 18% брюхоногихъ моллюсковъ, общихъ съ Средиземнымъ моремъ, а это послѣднее имѣло 17% пластинчатожаберныхъ и 14% брюхоногихъ, общихъ съ фауною Сенегала. Изъ этихъ примѣровъ также легко усмотрѣть, что, несмотря на отдаленность сравниваемыхъ бассейновъ, все-таки въ нихъ наблюдается извѣстное родство въ населеніи. Правда, здѣсь сравниваемые бассейны хотя и соединены между собою, но находятся на значительныхъ разстояніяхъ. Имѣются факты, доказывающіе извѣстное фаунистическое родство двухъ совершенно изолированныхъ водныхъ бассейновъ. Кесслеръ сдѣлалъ крайне интересное сравненіе фауны рыбъ Каспійскаго и Чернаго съ Азовскимъ морей (см. таблицу на стр. 570).

Изъ общаго числа, т-е. изъ 175 видовъ рыбъ, водящихся какъ въ Каспійскомъ, такъ и въ Черномъ съ Азовскимъ моряхъ, 41 видъ или 23,4% являються общими. Нужно имѣть въ виду, что Черное море съ Азовскимъ соединено протокомъ съ Средиземнымъ моремъ, тогда какъ

Рыбы.	Каспійское море.	Черное съ Азовскимъ.	Общія виды.
Морскія	0	80	Виды, общіе съ Средиземнымъ моремъ.
Солоноватоводныя	8	17	8
Приходныя	9	8	8
Полупроходныя	20	17	17
Разноводныя	8	8	8
	45	130	41

Каспійское совершенно изолировано, а потому, если отбросить виды настоящихъ морскихъ рыбъ, водящихся въ Черномъ морѣ, то количество общихъ формъ должно выразиться, по крайней мѣрѣ, 43⁰/₀.

Если въ осадкахъ, образующихся въ настоящее время, будутъ погребаться организмы, живущіе въ тѣхъ же водныхъ бассейнахъ, то разборъ окаменѣлостей дастъ полную возможность дѣлать заключеніе объ одновременности отложеній. Смерть и погребеніе рыбъ какъ Каспійскаго, такъ и Чернаго морей въ отлагающихся въ нихъ осадкахъ не только позволятъ опредѣлить одновременность отложеній, но отсутствіе въ осадкахъ Каспійскаго моря настоящихъ морскихъ рыбъ дастъ возможность сдѣлать заключеніе, что осадки послѣдняго бассейна отложились въ морѣ изолированномъ, т.-е. несвязанномъ протокомъ съ настоящими морями. Такое же заключеніе можно сдѣлать и изъ примѣровъ, приводимыхъ Филиппи и другими. Необходимо имѣть въ виду, что это понятіе объ одновременности отложеній извѣстной группы осадковъ примѣнимо только въ томъ случаѣ, когда сравненіе ископаемой фауны производятъ на небольшихъ разстояніяхъ, потому что различныя области распространенія организмовъ на большихъ пространствахъ могутъ въ значительной степени маскировать родство фаунъ и привести къ неправильнымъ выводамъ. Геологъ, изучая ископаемую морскую фауну въ какой-либо мѣстности Европы, съ цѣлью опредѣленія одновременности осадковъ, не будетъ непосредственно сравнивать ее съ американскою, а постарается въ своемъ сравненіи найти промежуточные звенья въ Европейской Россіи и на материкѣ Азіи. Только такимъ путемъ представляется полная возможность не только сдѣлать заключеніе объ одновременности отложеній, но и о томъ разнообразіи въ горизонтальномъ распространеніи фауны, которое наблюдалось въ разбираемый періодъ. Какъ уже замѣчено выше, зоологическія провинціи по мѣрѣ перехода отъ болѣе новыхъ къ болѣе древнимъ образованіямъ, постепенно расширяются, а потому среди древнихъ геологическихъ эпохъ представляется болѣе широкій масштабъ для опредѣленія одновременности образованія осадковъ, т.-е. въ этомъ послѣднемъ случаѣ сравненіе этихъ послѣднихъ можетъ быть производимо на разстояніяхъ большихъ, чѣмъ для новыхъ отложеній.

Остается еще разсмотрѣть возможность опредѣленія одновременности

геологическихъ отложеній въ томъ случаѣ, когда будутъ найдены наземныя или прѣсноводныя отложенія и одновременныя имъ морскія. Только организмы, общіе тѣмъ и другимъ, могутъ служить руководящею нитью, а потому на нихъ и нужно обратить вниманіе. Такими общими формами могутъ быть какъ наземныя растенія, такъ и наземныя животныя. Въ динамической геологіи были указаны тѣ случаи, которые практикуетъ въ настоящее время природа для захороненія въ осадкахъ наземныхъ организмовъ, и было показано, что какъ растеніямъ, такъ и животнымъ представляется одинаковая возможность попасть для погребенія въ прѣсноводный бассейнъ или въ сосѣднее море, а потому часто, при полномъ различіи фауны прѣсноводной и морской, полное тождество наземныхъ организмовъ можетъ служить нитью къ заключенію объ одновременности столь различныхъ образованій. Такимъ способомъ, напр., при помощи наземныхъ растеній была доказана одновременность осадковъ значительнаго прѣсноводнаго бассейна Оверни (Франція) съ морскими третичными образованіями. При помощи наземныхъ животныхъ была опредѣлена древность фосфоритовъ Керси (Франція) и показано, что эти прѣсноводныя образованія отлагались въ теченіе весьма значительнаго промежутка времени третичнаго періода.

Точно такъ же можно доказать одновременность прѣсноводныхъ и морскихъ отложеній находкою промежуточныхъ, т.-е. солоноватоводныхъ, въ которыхъ можетъ встрѣчаться смѣшанная фауна. Въ отложеніяхъ при устьяхъ рѣкъ, въ осадки дельты, могутъ быть вынесены и захоронены формы наземныя и прѣсноводныя, тогда какъ въ тѣ же устья могутъ проникать и погребаться и нѣкоторыя чисто морскія формы. Подобнымъ приемомъ опредѣлена древность „Вельда“, или „вельдской формаціи“, на которую смотрятъ, какъ на дельтовые образованія, одновременныя самымъ нижнимъ отложеніямъ мѣловой системы. Точно такъ же постепенное измѣненіе солоноватоводной фауны „пластовъ церитовъ“ вѣнскаго бассейна на востокъ въ морскую фауну „сарматскаго яруса“ Россіи дало возможность сдѣлать точное заключеніе объ ихъ одновременности.

Время изверженія массивныхъ горныхъ породъ точно такъ же можетъ быть доказано извѣстными приемами. Изверженныя породы настоящаго времени сопровождаются аналогичными имъ рыхлыми породами, которыя могутъ, отлагаясь или въ прѣсномъ, или въ солоноватомъ, или въ морскомъ бассейнѣ, погребать и живущіе тамъ организмы, которые и сохраняются въ видѣ окаменѣлостей. Точно такъ же залеганіе потоковъ и покрововъ среди вполне опредѣленныхъ осадочныхъ образованій можетъ дать матеріалъ для опредѣленія ихъ геологическаго возраста. Подобнымъ способомъ, напр., было опредѣлено время изверженія овернскихъ вулкановъ (центр. Франція), изверженія диабазовъ въ Англіи во время девонскаго періода и т. д.

Хотя понятіе объ одновременности геологическихъ образованій и можетъ быть принято въ прямомъ и узкомъ смыслѣ слова, но нужно имѣть въ виду, что такое опредѣленіе нельзя понимать, какъ извѣстный моментъ, или другой короткій промежутокъ времени. Изъ динамической

геологіи можно было видѣть, какіе значительныя промежутки времени необходимы какъ для размыванія древнихъ, такъ и для образованія новыхъ осадковъ, а потому въ геологіи понятіе объ одновременности понимается въ широкомъ значеніи этого слова, т.-е., опредѣляя находеніе однѣхъ и тѣхъ же окаменѣлостей въ слояхъ различныхъ мѣстностей, геологъ опредѣляетъ этимъ относительный одинаковый возрастъ. Такимъ опредѣленіемъ какъ бы указывается, что въ общемъ процессъ развитія земли шелъ вездѣ одинаковымъ путемъ и переживалъ одинаковыя стадіи. Руководство окаменѣлостями уже дало возможность установить извѣстные подраздѣленія и показать, что опредѣленная группа осадковъ, сопровождающаяся извѣстными окаменѣлостями всюду, гдѣ только встрѣчаются осадки предшествующихъ или послѣдующихъ эпохъ, находится къ нимъ въ опредѣленномъ отношеніи. Такъ, напр., осадки мѣловой системы всегда моложе юрской и древнѣ третичной; осадки каменноугольной—моложе девонской и древнѣ пермской и т. д.

Здѣсь же слѣдуетъ обратить вниманіе и на нѣкоторые понятія и термины, употребляемые геологами и находящіеся въ связи какъ съ вертикальнымъ, такъ и съ горизонтальнымъ распредѣленіемъ организмовъ. Такъ подъ именемъ эквивалентныхъ, или гомологичныхъ образованій понимаютъ такія, которыя содержатъ частью очень близкія, частью тождественныя формы. Этими терминами стараются опредѣлить принадлежность фауны этихъ осадковъ къ одинаковому періоду исторіи развитія земли, но оставляютъ вопросъ о полной одновременности осадковъ открытымъ. Подъ именемъ фацій, типовъ, областей и провинцій, понимаютъ различіе въ горизонтальномъ направленіи одновременныхъ образованій какъ въ палеонтологическомъ, такъ и въ петрографическомъ отношеніи. Такъ, напримѣръ, данная группа геологическихъ образованій можетъ включать въ себя фаціи: наземную, прѣсноводную, береговую, морскую, океаническую и т. д. Въ нѣкоторыхъ образованіяхъ подобное различіе въ фаціяхъ выступаетъ весьма рѣзко. Русскія каменноугольныя образованія, такъ называемаго, московскаго бассейна, въ ихъ сѣверномъ крылѣ, представляютъ весьма постепенный переходъ съ сѣвера къ югу отъ прибрежной фаціи къ фаціи открытаго моря. Такъ же рѣзко это выражено и въ каменноугольныхъ отложеніяхъ Сѣв. Америки, гдѣ восточная часть области представляетъ конгломераты, переходящіе къ западу въ песчаники съ наземными и болотными растеніями и со всѣми признаками прибрежныхъ образованій; наконецъ, еще западнѣ—песчаники замѣняются известняками съ настоящими морскими животными открытаго моря. Такихъ примѣровъ много и на нихъ будетъ обращено вниманіе въ свое время. Если различіе въ климатѣ, въ глубинѣ, морскія теченія и другія физическія причины вызываютъ въ настоящее время различіе въ населеніи, то тѣ же причины и въ предшествующія времена вызывали такое же различіе, а съ нимъ и возможность происхожденія областей, провинцій, типовъ и фацій.

ЗНАЧЕНІЕ ДЛЯ ГЕОЛОГИИ ПОНЯТІЯ О ВИДѢ.

Едва ли для какой-либо другой науки понятіе о видѣ представляет такое существенное и важное значеніе. Только въ геологіи организмъ приходится разсматривать не только въ горизонтальномъ, но и въ вертикальномъ направленіяхъ, т.-е., изучая его во времени, а потому здѣсь открывається возможность наблюдать въ вертикальныхъ разрѣзахъ горныхъ породъ какъ появленіе данной формы, такъ и ея наибольшее развитіе и исчезновеніе, или замѣну ея какою-нибудь новою формою.

Понятіе о видѣ присуще наукамъ біологическимъ съ самаго начала возникновенія въ нихъ классификацій и почти съ самаго начала этихъ послѣднихъ наблюдаются два рѣзко обозначившихся направленія. Одно изъ нихъ признаетъ видъ — какъ нѣчто неизмѣняющееся и постоянное, тогда какъ другое стоитъ за измѣненіе вида. Представителями первой группы ученыхъ являются: Линней, Кювье, Агассисъ, Д'Орбиньи и др., представителями второй или эволюціонистами — Ламаркъ, Жоффруа Сентъ-Илеръ, Эли-де-Бомонъ, Бухъ, Броньяръ, Дальтонъ, Унгеръ, Спенсеръ и, наконецъ, Дарвинъ.

Линней, одинъ изъ первыхъ классификаторовъ, остановился на опредѣленіи вида, какъ мелкой единицы или группы организмовъ, сходствующихъ между собою значительною суммою признаковъ. По его опредѣленію, признаки вида вложены въ него при самомъ его появленіи, и видовъ столько же, сколько ихъ было при началѣ творенія, т.-е. Линней признаетъ полное постоянство и неизмѣняемость вида. Другой ученый, Кювье, изъ своего знакомства съ животными организмами также приходитъ къ заключенію, сходному съ Линнеемъ, съ тѣмъ только различіемъ, что знаніе ископаемыхъ, не имѣющихъ своихъ представителей въ современной фаунѣ, заставило его допустить періодичность страшныхъ катастрофъ, уничтожавшихъ на земной поверхности все живое; затѣмъ новые акты творенія созидали новые организмы по типу старыхъ, но отличающіеся отъ этихъ послѣднихъ. Причина подобнаго взгляда на видъ, какъ на нѣчто постоянное, въ настоящее время находитъ себѣ довольно легкое объясненіе въ тѣхъ геологическихъ памятникахъ, съ которыми Кювье пришлось имѣть дѣло и которые, по состоянію науки того времени, могли быть довольно легко приняты какъ бы за образованія новѣйшія. Наблюдая такое рѣзкое различіе между фауною палеогеновыхъ отложеній парижскаго бассейна, принимаемыхъ Кювье за самыя новѣйшія образованія, и современной фауною, онъ долженъ былъ отыскивать причины такого рѣзкаго различія, а отсутствія въ то время свѣдѣній о болѣе новыхъ промежуточныхъ образованіяхъ, связующихъ эту болѣе древнюю фауну съ современной, заставило его допускать періодическое наступленіе катастрофъ. Агассисъ первоначально также признавалъ катастрофы, но болѣе общія, хотя въ то же время уже видѣлъ въ ряду организмовъ стремленіе къ совершенствованію; позднѣе онъ отказался отъ катастрофъ.

Д'Орбиньи также полагалъ, что разграниченіе различныхъ геологическихъ эпохъ зависѣло отъ причинъ, дѣйствовавшихъ на всей земной поверхности и истреблявшихъ на ней все живое, а потому находеніе въ различныхъ геологическихъ образованіяхъ сходныхъ формъ должно было привести его къ выводу, что за катастрофою слѣдовало появленіе новыхъ видовъ, по первоначальному типу.

Первымъ ученымъ, поднявшимъ свой голосъ противъ постоянства и неизмѣняемости вида, былъ современникъ Кювье — Ламаркъ. По мнѣнію этого послѣдняго, подъ именемъ вида необходимо понимать группу особей, происшедшихъ отъ себѣ подобныхъ. Тѣмъ не менѣе, трудность различать виды, вытекающее отсюда замѣшательство и рядъ фактовъ, собранныхъ Ламаркомъ, — все это заставляетъ его склониться къ измѣняемости вида. Культивированныя растенія и животныя невольно ставятъ вопросъ о способѣ ихъ происхожденія, потому что въ дикомъ состояніи не находятъ ни капусты, ни латука, ни собаки и т. д. Длинные, по мнѣнію Ламарка, такіе переходы. Привычка и образъ жизни опредѣляютъ форму тѣла, число и составъ органовъ. Боберъ, выдра, лягушка, поставленные въ необходимость доставать себѣ пищу изъ воды, должны были для того, чтобы держаться на ней, разставлять пальцы, — вотъ почему ихъ конечности и снабжены плавательною перепонкою. Жираффа, вынужденная доставать себѣ пищу съ высокихъ деревьевъ, выработала спеціальнѣйшій типъ. Антилопа, газель и другія быстро бѣгающія животныя, спасаясь отъ преслѣдованія хищниковъ, выработали особенную быстроту бѣга и т. д. Дѣлая общій обзоръ животнаго царства, Ламаркъ приходитъ къ заключенію, что общій рядъ животныхъ обнаруживаетъ прогрессъ и что возможно постепенно перейти отъ низшихъ организмовъ къ высшимъ. Отсюда онъ приходитъ къ заключенію, что первоначально жили только низкоорганизованныя формы и что чрезъ ихъ измѣняемость образовалась вся та серія организмовъ, которая нынѣ населяетъ земную поверхность. Такъ какъ низшіе организмы являются одною изъ первыхъ ступеней животнаго царства, то Ламаркъ долженъ былъ прійти къ заключенію, что въ природѣ представляется возможность самопроизвольнаго зарожденія (*generatio spontanea s. aequivoca*). Пораженный мнѣніемъ древнихъ ученыхъ объ общемъ океанѣ, покрывавшемъ нѣкогда всю землю, Ламаркъ склоняется къ тому, что наиболѣе древними животными были животныя морскія, а уже отъ нихъ произошли всѣ остальные. Морская черепаха произошла раньше наземной. По Ламарку, измѣненія вида обуславливаются двумя главными причинами: 1) стремленіемъ организмовъ къ прогрессивному развитію и 2) силою вѣшнихъ условій. Послѣднее служитъ какъ бы тормазомъ для перваго, а потому и встрѣчается мало переходныхъ формъ. Другой современникъ Кювье — Жоффруа Сентъ-Илеръ, вполне присоединился къ мнѣнію Ламарка, раздѣляя взглядъ на измѣняемость вида подъ вліяніемъ среды, и также смотрѣлъ на ископаемые остатки, какъ на предковъ нынѣ живущихъ организмовъ.

Эли-де-Бомонъ, зная о переходѣ нѣкоторыхъ видовъ изъ одной геологической эпохи въ другую, высказалъ мнѣніе, что трудно допустить

какіе бы то ни было перевороты, которые способствовали бы полному обновленію животнаго и растительнаго міра по всей земной поверхности. Такой же взглядъ раздѣлялъ и Леопольдъ фонъ-Бухъ. Другіе ученые, какъ, напр., извѣстный ботаникъ Гербертъ (въ 1837), даже прямо высказали мнѣніе, что видъ есть не что иное, какъ высшая и болѣе постоянная степень разности (*varietas*), и что первоначально было только по одному виду въ каждомъ родѣ растений, но чрезъ скрещиваніе ихъ произошли всѣ современные виды.

Съ особенною силою, успѣхомъ и талантомъ на защиту идеи объ измѣняемости вида выступаетъ знаменитый англійскій ученый Дарвинъ. Ученіе его, получившее полное право гражданства въ наукахъ біологическихъ, настолько извѣстно, что здѣсь достаточно намѣтить его только въ видѣ общихъ положеній. Уходъ за организмомъ можетъ способствовать его видоизмѣненію и полученію изъ него новой формы при помощи наслѣдственности, — отсюда первое его положеніе — наслѣдственность культуры, гдѣ человѣкъ мѣняетъ условія жизни организма и находитъ себѣ въ этомъ отношеніи помощь у природы.

Для полученія новыхъ формъ есть возможность дѣлать выборъ изъ наиболѣе совершенныхъ недѣлимыхъ и скрещиваніемъ получить изъ нихъ еще болѣе совершенныхъ. Отсюда два новыхъ положенія: разность недѣлимыхъ и наслѣдственность разности. Впрочемъ, и помимо воли человѣка, въ самой природѣ наблюдаются явленія, способствующія, по мнѣнію Дарвина, образованію новыхъ видовъ. Одно изъ такихъ явленій представляетъ борьба за существованіе, обусловленная значительно болѣшимъ появленіемъ недѣлимыхъ, чѣмъ сколько ихъ можетъ существовать, а потому организмъ, наиболѣе приспособленный къ этой борьбѣ, будетъ выходить изъ нея побѣдителемъ и чрезъ скрещиваніе съ такою же болѣе совершенною формою дастъ потомство съ болѣею суммою признаковъ, способствующихъ успѣху въ борьбѣ за существованіе; такъ какъ недѣлимые одного и того же вида поставлены въ болѣе тѣсныя условія существованія, то и борьба за него идетъ между ними наиболѣе сильная. Такой природный подборъ родичей можно возвести въ пятое положеніе Дарвина подъ именемъ естественнаго подбора. Борьба за существованіе и естественный подборъ родичей—два могущественнѣйшихъ дѣятеля природы, способствующихъ образованію новыхъ видовъ и, по мнѣнію Дарвина, жизнь вида значительно больше зависитъ отъ другихъ видовъ, чѣмъ отъ климата или какихъ-либо другихъ физическихъ условій. Переходныя формы должны быть въ ряду геологическихъ образованій, а такъ какъ о нихъ Дарвину въ то время было извѣстно мало, то онъ и обращаетъ свое вниманіе на неполноту геологическихъ памятниковъ, въ которой и ищетъ объясненіе отсутствію промежуточныхъ звеньевъ. Твердыя части организмовъ, по мнѣнію Дарвина, не прикрытые осадкомъ, должны распадаться на днѣ бассейна, а потому и лишены возможности сохраненія. По поводу этого должно замѣтить, что въ геологической литературѣ извѣстны довольно многочисленныя примѣры, указывающіе, что организмъ, будетъ ли онъ растительнаго или животнаго происхожденія,

повидимому, можетъ весьма значительный промежутокъ времени находиться на днѣ воднаго бассейна, не прикрытый осадкомъ. Это подтверждается раковинами устриць или другихъ моллюсковъ у которыхъ на внутренней сторонѣ раковины находятъ известковыя отложенія морскихъ червей, свидѣтельствующія, что, попавъ на дно бассейна, она настолько долго не была прикрыта осадкомъ, что не только успѣло вполнѣ разложиться внутреннее мягкое ея содержимое, но было даже время для поселения внутри раковины морскихъ червей и отложенія ими углекислой извести. Точно также и нѣкоторые растительные остатки, находимые въ геологическихъ образованіяхъ, представляютъ не менѣе наглядные слѣды продолжительнаго пребыванія ихъ на днѣ воднаго бассейна неприкрытыми осадками. Нахожденіе кусковъ, а иногда и стволовъ деревьевъ въ видѣ окаменѣлостей, просверленныхъ многочисленными ходами бурящихъ моллюсковъ или другихъ организмовъ, также свидѣлствуютъ, что куски деревьевъ долгое время лежали на днѣ воднаго бассейна, гдѣ бурящіе организмы и оставили въ нихъ слѣды своего пребыванія. Эти примѣры съ достаточною убѣдительною доказываютъ, что твердыя части организмовъ, попавшія въ водный бассейнъ, даже будучи не прикрыты отлагающимся осадкомъ, способны сохраняться крайне значительные промежутки времени.

Другое замѣчаніе, дѣлаемое Дарвиномъ, относится къ тому, что осадки происходятъ въ морѣ не по всему дну этого послѣдняго. Принимая во вниманіе вышесказанное о неспособности твердыхъ частей организмовъ сохраняться, будучи неприкрытыми осадками, Дарвинъ дѣлаетъ естественный выводъ о неполнотѣ геологической лѣтописи. Наблюденія послѣдняго времени надъ жизнью животныхъ на глубинахъ, а равно и превосходныя изслѣдованія Делесса и другихъ надъ осадками, образующимися въ современныхъ моряхъ и океанахъ, вполнѣ убѣдительно доказываютъ, что искать въ томъ, въ чемъ ищетъ Дарвинъ объясненіе неполноты геологической лѣтописи, въ настоящее время едва ли возможно.

Остальныя причины неполноты геологической лѣтописи, по мнѣнію Дарвина, заключаются въ рѣдкомъ нахожденіи прибрежныхъ и наземныхъ животныхъ, въ изслѣдованіи только незначительной части земной поверхности и въ томъ, что геологи мало обращаютъ вниманія на переходныя формы, а больше ищутъ различія. Первое замѣчаніе о рѣдкости нахожденія прибрежныхъ и наземныхъ животныхъ уничтожается третьимъ замѣчаніемъ, по которому изслѣдована еще незначительная часть земной поверхности. Для нахожденія прибрежныхъ и наземныхъ организмовъ необходимы известныя осадки или въ береговыхъ мѣстностяхъ, или при устьяхъ нѣкогда бывшихъ рѣкъ, или, наконецъ, нахожденіе прѣсноводныхъ или иныхъ отложеній, способныхъ, какъ указано было при изученіи современныхъ геологическихъ явленій, сохранять попавшіе въ нихъ организмы. При недостаточности изслѣдованій всей земной поверхности, конечно, еще ускользаютъ отъ вниманія многіе организмы; но уже и теперь наши знанія наземной фауны нѣкоторыхъ

геологическихъ эпохъ настолько обогатились, что даютъ возможность отмѣчать наиболѣе выдѣляющіяся черты этой послѣдней.

Послѣднее замѣчаніе Дарвина о томъ, что геологи ищутъ больше разлічія, чѣмъ сходства между ископаемыми организмами, вполне примѣнимо было также, до полученія правъ гражданства теоріи этого ученаго, и къ зоологамъ, и къ ботаникамъ. Приложение теоріи Дарвина къ изученію ископаемыхъ организмовъ, еще при жизни этого ученаго, не только доставило обширный матеріалъ для подтвержденія измѣняемости вида, но и дало ту основу, которой держатся нѣкоторые зоологи для классификаціи современныхъ млекопитающихъ. Работы Ваагена, Неймайра, Мойсисовича, о вымершихъ головоногихъ моллюскахъ, выдвинули обширные ряды переходныхъ формъ. Дэвидсонъ въ изслѣдованіяхъ плеченогихъ также представляетъ подобныя же ряды переходовъ. То же сдѣлалъ Мейеръ для брюхоногихъ третичныхъ образований. Въ области другихъ организмовъ также сдѣлано не менѣе важныхъ открытій съ точки зрѣнія эволюціонной теоріи. Рютимейеръ, Годри, Маршъ, Ковалевскій и другіе выдѣлили въ ряду млекопитающихъ цѣлыя группы, связанные непрерывными переходами и дающія возможность видѣть родство нѣкоторыхъ изъ нынѣ живущихъ формъ, казавшихся совершенно изолированными въ царствѣ млекопитающихъ настоящаго времени, съ формами также нынѣ живущими, но значительно отъ нихъ удаленными по своимъ признакамъ. Эти работы представляютъ возможность построенія генетической лѣстницы, указывающей на общность происхожденія многихъ формъ отъ одного корня. Находки зубастыхъ птицъ или первой птицы изъ литографическаго сланца Золенгофена представляютъ возможность связать столь изолированный въ настоящее время классъ птицъ съ пресмыкающимися и т. д.

Если присоединить къ вышесказанному уже вполне отмѣченную особенность въ послѣдовательности развитія и смѣнѣ цѣлыхъ группъ формъ какъ растительнаго, такъ и животнаго царствъ и переходъ во времени отъ низшихъ къ высшимъ организмамъ, то общая картина послѣдовательности развитія органической жизни выступаетъ еще рельефнѣе. Такъ, первыми растеніями, характеризующими древнѣйшія страницы жизни земли, являются тайнобрачныя, послѣдовательно во времени смѣняющіяся голосѣмянными и однодольными, уступающими далѣе свое мѣсто двудольнымъ. Изъ плеченогихъ наиболѣе древнія беззамковые, изъ пластинчатожаберныхъ — семейства, не имѣющія мантии, изъ головоногихъ — четырехжаберныя, причемъ болѣе простыя формы предшествуютъ болѣе сложнымъ. Изъ рыбъ первоначально появляются ганоидныя и сростножаберныя, постепенно во времени уступающія свое мѣсто костистымъ рыбамъ. Изъ первыхъ млекопитающихъ до сихъ поръ извѣстенъ только самый низшій порядокъ сумчатыхъ и т. д. При обзорѣ фауны и флоры различныхъ геологическихъ образований современемъ будетъ показана болѣе полная связь, но и указанныхъ примѣровъ достаточно для того, чтобы составить себѣ убѣжденіе въ полной возможности примѣненія эволюціонной теоріи Дарвина относительно измѣняемости вида къ древ-

нимъ ископаемымъ организмамъ и что, въ противоположность мнѣнію этого ученаго, геологическія образованія уже по настоящее время выдвинули цѣлые ряды разнообразныхъ переходныхъ формъ, количество которыхъ, безспорно, должно увеличиться по мѣрѣ расширенія свѣдѣній о геологическомъ строеніи различныхъ мѣстностей земного шара.

Если въ ученіи Дарвина строго различать наслѣдственность отъ подбора, то за первую необходимо признать значеніе общаго принципа, тогда какъ подборъ есть не болѣе какъ средство, при помощи котораго Дарвинъ объясняетъ общій принципъ, а потому, еслибы указаны были другія средства и возможность образованія видовъ помимо подбора родичей, это указало бы только на неправильность выбора средства для достиженія данной цѣли. Изъ многочисленныхъ возраженій, дѣлаемыхъ вышеприведенному ученію, нѣкоторые ученые указывали на недостатокъ переходныхъ формъ, но на эту сторону дѣла, какъ мы видѣли, обращалъ вниманіе и самъ Дарвинъ. Другіе ученые, принимая въ принципъ и наслѣдственность, и подборъ, видѣли въ послѣднемъ недостаточное средство для образованія новыхъ видовъ, если такой половой подборъ не будетъ сознательнымъ. М. Вагнеръ указываетъ, что всѣ образующіяся разновидности, какъ бы хорошо онѣ ни были приспособлены къ борьбѣ за существованіе, безъ сознательнаго полового подбора необходимо должны, чрезъ скрещиваніе съ основною формою, слиться съ этою послѣднею. Зейдель, основываясь на теоріи вѣроятности и принимая благоприятныя условія, вычислилъ, что каждая вновь образовавшаяся форма, подъ вліяніемъ свободнаго скрещиванія, въ теченіе короткаго времени должна вернуться къ первоначальному типу. На этомъ основаніи Вагнеръ признаетъ необходимымъ изолированіе или одной оплодотворенной женской особи, или обоихъ родичей, распложающихся скрещиваніемъ. Только, какъ онъ называетъ, „уединеніемъ родичей“ является возможность образованія новаго вида. Циттель находитъ, что теорія Вагнера вполне объясняетъ многія явленія въ географическомъ распространеніи животныхъ и въ особенности замѣняющія формы, встрѣчающіяся въ сосѣднихъ областяхъ. По его мнѣнію, муміи крокодиловъ и ибисовъ египетскихъ пирамидъ, захороненныя 6000 лѣтъ тому назадъ, или зерна пшеницы и ячменя свайныхъ построекъ Швейцаріи не представляютъ ни малѣйшихъ отличій отъ нынѣ живущихъ ихъ потомковъ, тогда какъ искусственнымъ подборомъ и изолированіемъ неподходящихъ особей весьма легко въ короткое время произвести новые разновидности и виды.

Многія явленія, а равно часто и, участіе самого человѣка могутъ способствовать нарушенію установившагося равновѣсія въ природѣ и этимъ нарушеніемъ давать толчекъ для образованія вида или при помощи уединенія родичей, или вызывая болѣе сильную борьбу за существованіе. Въ 1506 году, когда былъ открытъ островъ Св. Елены, вся поверхность его была покрыта лѣсомъ. Въ настоящее время пять шестыхъ острова лишены растительности, а значительная часть существующей состоитъ изъ европейскихъ, американскихъ, африканскихъ и австралійскихъ формъ, которыя распространились здѣсь съ такою быстротою, что почти совер-

шенно вытѣснили туземныя формы. Въ четыре столѣтія исчезло на островѣ до 100 мѣстныхъ видовъ. Пешель указываетъ на подобное же явленіе въ Новой Зеландіи, гдѣ англійскія травы вытѣсняють мѣстную растительность, гдѣ европейская домашняя муха оттѣсняетъ мѣстную новозеландскую синюю павозную муху и т. д. Здѣсь въ короткое время наблюдается измѣненіе мѣстной флоры и отчасти фауны и замѣна ихъ формами другихъ мѣстностей. Но сколько есть еще другихъ явленій, могущихъ способствовать тому же нарушенію равновѣсія! Высыхание болотъ и уничтоженіе лѣсовъ должны повлечь за собою измѣненія въ мѣстной фаунѣ и флорѣ, хотя и въ ничтожныхъ сравнительно размѣрахъ. Измѣненіе климата данной мѣстности точно также должно отзываться губительно на извѣстной части населенія. Принимая во вниманіе различныхъ геологическихъ дѣятелей, въ нихъ можно найти еще болѣе крупныхъ факторовъ, способныхъ нарушить установившееся равновѣсіе. Явленія поднятій и опусканій, сообщающія отдѣльнымъ мѣстностямъ совершенно особый климатъ, должны быть приняты, какъ одинъ изъ наиболѣе сильныхъ факторовъ, способствующихъ измѣняемости вида. Представимъ, что на границѣ какой-либо зоологической провинціи, подъ вліяніемъ естественнаго подбора родичей, образовалась новая разновидность. Опускание мѣстности подъ уровень моря можетъ поставить данную зоологическую провинцію въ такое положеніе, что одна изъ ея окраинъ, положимъ та, гдѣ появилась новая разновидность, явится совершенно изолированной отъ остальной области. Понятно, что въ этомъ изолированномъ участкѣ представляется полная возможность чрезъ скрещиваніе изъ новой разновидности установиться новому виду. То же самое можно допустить, если предположить, что подъ вліяніемъ поднятія среди зоологической области образовался горный кряжъ, раздѣлившій данную область на два совершенно различныхъ участка, въ которыхъ недѣлимья одного и того же вида явились поставленными въ совершенно различныя условія. Явленіе поднятій и опусканій можетъ въ этомъ случаѣ вполне способствовать уединенію родичей. Точно также, если между сосѣдними морями будетъ уничтоженъ размываніемъ или опусканіемъ раздѣляющій ихъ перешеекъ, или одно и то же море явится, въ силу извѣстнаго поднятія или отложенія осадка, раздѣленнымъ—и въ томъ, и другомъ случаѣ явятся новыя условія, могущія способствовать или усиленной борьбѣ за существованіе, или уединенію родичей. То и другое можетъ повести къ образованію разновидностей, а затѣмъ и новыхъ видовъ. Отсюда видно, что въ распоряженіи природы находится весьма значительный запасъ факторовъ, способствующихъ нарушенію разъ установившагося равновѣсія, а съ нимъ—и образованію новыхъ видовъ.

Прежде чѣмъ окончательно признать измѣняемость вида, необходимо бросить взглядъ на тѣ данныя, которыя указывали бы, что есть организмы, жизнь которыхъ на земной поверхности или угасла на памяти человѣка, или, благодаря его содѣйствію, обнаружила необыкновенно быстрое развитіе. Если къ этой группѣ фактовъ отнести находки, сдѣланныя при изученіи остатковъ доисторическаго человѣка, то въ этомъ

отношеніи имѣются поразительныя свидѣтельства того, что человѣкъ засталъ еще на земной поверхности такихъ громадныхъ вымершихъ толстокожихъ, какими были мамонтъ и сибирскій носорогъ. Кромѣ того, во время его жизни угасли плоскоблѣнный быкъ и туръ—два громадныхъ быка не только времени доисторическихъ, но, какъ туръ, и время эпоса; по Герберштейну туръ вымеръ только въ 16-мъ столѣтіи. Наиболѣе поразительно быстрое исчезновеніе представляетъ одна птица — додо (*Didus ineptus*). Эту птицу впервые видѣли датчане на Иль-де-Франсѣ (въ 1598 г.), когда они нашли этотъ островъ еще вполне необитаемымъ. Короткія крылья, неспособныя поддерживать на воздухѣ тяжелаго тѣла, лишали ее возможности летать, а потому охота за нею въ короткое время способствовала совершенному ея истребленію. Самые тщательные поиски не обнаруживаютъ больше существованію этой птицы и только описанія ея, сдѣланныя натуралистами послѣ начала семнадцатаго столѣтія, указываютъ, что эта птица была большого размѣра и крайне своеобразной формы; по своему внѣшнему виду она отличалась отъ страуса, казуара и всѣхъ извѣстныхъ птицъ; полагаютъ, что окончательное ея истребленіе надо отнести къ 1750 г. Другой примѣръ подобнаго же рода можно привести изъ китообразныхъ — морскую корову (*Rhytina Stelleri*). Это животное было открыто у береговъ Камчатки, въ 1741 году, въ такомъ огромномъ количествѣ, что ея мясомъ снабжали въ продолженіе двадцати семи лѣтъ корабли, отправлявшіеся въ Америку. Такая значительная охота на это животное была причиною окончательнаго его истребленія, и съ 1768 года уже больше не видали ни одного экземпляра.

Въ приведенныхъ примѣрахъ указаны формы, подвергшіяся въ болѣе или менѣе короткій срокъ совершенному уничтоженію, но сколько есть отдѣльныхъ, частныхъ примѣровъ, указывающихъ на вытѣсненіе нѣкоторыхъ формъ изъ определенной мѣстности. Факты подобнаго рода извѣстны не только изъ временъ доисторическихъ, но и историческихъ. Многія формы, какъ, напр., сѣверный олень, достигали въ своемъ распространеніи предѣловъ южной Франціи, боберъ нѣкогда пользовался громаднымъ распространеніемъ по всей Европейской Россіи. Точно такъ же извѣстно и относительно соболя, что это животное достигало въ своемъ распространеніи болѣе западныхъ предѣловъ Европейской Россіи, тогда какъ нынѣ оно оттѣснено за р. Лену. Олени, лани и косули первоначально водились въ Великобританіи въ такомъ изобиліи, что одна охота давала отъ пятисотъ до тысячи головъ, — въ настоящее время эти животныя сохранились только въ заповѣдныхъ рощахъ. Такому же истребленію подверглись въ этой странѣ: выдра, куница, хорекъ, дикая кошка, лисица, барсукъ, боберъ, кабанъ и др. Дрохва, прежде столь обыкновенная въ Великобританіи, нынѣ или совершенно истреблена въ нѣкоторыхъ графствахъ этой страны, или же встрѣчается въ одиночку, рѣдкими экземплярами.

Способствуя уничтоженію видовъ, человѣкъ въ то же время для нѣкоторыхъ изъ нихъ является весьма сильнымъ распространителемъ. Извѣстно, что въ Америкѣ, до открытія ея Колумбомъ, не было лошадей

и всадники Кортеса производили панической страхъ на туземныхъ жителей. Съ этого времени лошади расплодился въ Америкѣ съ такою быстротою, что, по Гумбольдту, въ однихъ пампасахъ Буэносъ-Айреса ихъ не менѣе трехъ миллионѣвъ головъ. То же самое надо сказать и относительно рогатаго скота, который также былъ завезенъ въ Америку европейцами. Въ тѣхъ же пампасахъ насчитываютъ до двѣнадцати миллионѣвъ коровъ. Первые свиньи привезены въ Америку также Колумбомъ и разводились на островѣ Санъ-Доминго, откуда уже и развозились по материкъ Америки всюду, гдѣ селились испанцы. Спустя полустолѣтіе, ихъ распространение въ этой странѣ опредѣлялось 25° с. и 40° ю. широты. Весьма интересный примѣръ, указывающій, съ какою быстротою можетъ размножаться и расселяться потомство отъ одной пары, представляетъ размножение сѣвернаго оленя. Три экземпляра этого животнаго были привезены въ Исландію въ 1773 году и пущены на волю; въ теченіе сорока лѣтъ они до того размножились, что въ различныхъ участкахъ ихъ встрѣчали стадами въ сорокъ и даже въ сто головъ. Фактовъ подобнаго рода размноженія формъ при участіи человѣка множество, и они съ наглядностью свидѣтельствуютъ въ пользу того, какое сильное вліяніе долженъ имѣть человѣкъ, внося, часто безъ умысла, новые элементы въ данную флору или фауну и вызывая этимъ новыя условія, то способствующія болѣе сильной борьбѣ за существованіе, то какъ бы уединяя родичей и давая имъ возможность образовать не только новыя разности, но, вѣроятно, и новыя виды.

Вымирание видовъ во всякомъ случаѣ показываетъ, какое ничтожное количество формъ исчезло съ лица земли на памяти жизни на ней человѣка, а потому можно сдѣлать заключеніе, что вообще періодъ жизни на землѣ установившагося вида обнимаетъ собою болѣе или менѣе значительныя промежутки времени и что время жизни на землѣ человѣка представляетъ въ общемъ циклъ жизни земли крайне ничтожное звено.

Ученіе Дарвина, уничтоживъ разъ навсегда понятіе о постоянствѣ организмовъ и доказавъ ихъ измѣнчивость, въ то же время уничтожило и понятіе о видѣ, — какъ формулу. Линнеевская формула вида утратила всякое значеніе, и самое опредѣленіе организма было этимъ новымъ ученіемъ предоставлено произволу. Если и до настоящаго времени нѣкоторые натуралисты стремятся, согласно эволюціонному ученію, дать виду опредѣленную формулу, то такое стремленіе можетъ быть только условнымъ и временнымъ. Даже и самъ Дарвинъ не даетъ такого опредѣленія вида, которымъ бы могъ воспользоваться практикъ-геологъ или біологъ, при систематическомъ изученіи организмовъ. По мнѣнію Дарвина, не всѣ разновидности достигаютъ степени вида, а могутъ угасать въ своемъ зачаточномъ состояніи или же болѣе или менѣе продолжительное время оставаться разновидностями. При размноженіи разновидностей до такой степени, что она превзойдетъ численностью породившій ее видъ, она можетъ быть принята за самостоятельный видъ, а видъ за разновидность. Отсюда очевиденъ произволъ въ опредѣленіи вида и

разновидности. Одинъ изъ наиболѣе видныхъ послѣдователей эволюціонной школы, Геккель, старается провести границу между двумя сходными видами вымираніемъ промежуточныхъ разностей: тогда крайніе члены должны быть приняты за самостоятельные виды. Другіе послѣдователи того же направленія стараются въ настоящее время смотрѣть на видъ, какъ на изолированныя разновидности. По ихъ мнѣнію, признаніе вида можно допустить въ томъ случаѣ, когда вымерла родоначальная форма, отъ которой произошли разновидности; въ такомъ случаѣ связь между ними утеряна и, несмотря на значительную сумму признаковъ, общихъ двумъ или нѣсколькимъ разновидностямъ, между ними есть скачокъ и нѣтъ переходовъ.

Такая неопредѣленность вида, естественно вытекающая изъ понятія объ измѣняемости этого послѣдняго, даетъ крайне значительный произволъ при изученіи и описаніи ископаемыхъ формъ. Въ ряду послѣдователей эволюціонной школы, въ силу этого, можно отмѣтить два направленія; одни, придавая виду широкое значеніе, включаютъ въ понятіе о немъ группу организмовъ, связанныхъ между собою переходами, другіе— понятіе о видѣ переносятъ почти на разновидность. Перваго направленія держатся по преимуществу англійскіе и американскіе геологи, второго— нѣмецкіе. Если для первыхъ предѣлы вида ограничены отсутствіемъ свѣдѣній о дальнѣйшей связи, то вторые, принимая ничтожные признаки, хотя и условные, для установенія вида, тѣмъ самымъ въ сильнѣйшей степени обременяютъ систематику громадною массою новыхъ формъ и наименованій, для естественной классификаціи которыхъ со временемъ необходимо будетъ дать ту же генеалогію, какую даютъ ученые, понимая видъ въ широкомъ значеніи.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

къ I тому „Геологии“.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.

А.

Авгититъ 411.
Авгитовый андезитъ 403.
— трахитъ 391.
Айсберги 130.
Алебастръ 346.
Амфиболитъ 421.
Анализъ гуртовой 296.
Анамезитъ плагиоклазовый 404.
Ангидритъ 347.
Андезитъ роговообманк. 398.
— авгитовый 403.
Антрацитъ 363.
Апофизы 520.
Аркозъ 425.
Артезианскіе колодцы 36.
Асфальтъ 365.
Атмосфера. Геологическая дѣятельность 14. Переносъ твердаго матеріала 17.
Атоаллы 264.
Афанитъ диабазовый 399.
— известковый 401.

Б.

Базальтовый туфъ 433.
— лава 405.
Базальтъ лейцитовый 408.
— меллитовый 409.
— нефелиновый 408.
— плагиоклазовый 404.
Базанитъ 407.
Базисъ, см. кристаллизаціонный остатокъ.
Балки 66.
Банки 92.

Бараны лбы 115.
Барранкосъ 140.
Барханы 26.
Бассейнъ 485.
— опусканія 494.
Батибій 258.
Батолиты 374.
Батометрическія зоны 566.
Бевенкипитъ 392.
Белониты 321.
Белоносфериты 385.
Береговая волна 79.
Бересы 93.
Бертрана ливза 311.
Бобовая руда 359.
Болота 250.
Болотная руда 50, 359.
Бомбы вулканическія 151, 424.
Бомы 68.
Бонербей 428.
Борозды ледниковыя 117.
Бороланитъ 392.
Ботнеръ, см. циркъ.
Богхедъ 362.
Брекчія 427.
Бури сейсмическія 196.
Бурий желѣзнякъ 359.
Бурий уголь 360.
Бухонитъ 407.
Бѣлоглазка, см. лёссъ.
Бѣра закопъ 75.

В.

Вавка сѣрая 427.
Валуны 423.
Вариолитъ 400.
Верлитъ 410.
Видоизмѣненія горныхъ породъ 327, 454.

Видъ въ геологій 573.
Витрофиръ 385.
Вихизитъ 402.
Включенія въ минералахъ 315.
Внутренность земли 225.
Возезитъ 389.
Вода. Геологическая дѣятельность 28. Подземное движеніе 28. Движеніе по земной поверхности 63. Размываніе 63. Переносная сила 82. Участіе въ вулканическихъ явленіяхъ 231. Прониканіе въ горныя породы 28.
— грунтовая 30.
— почвенная 30.
Водопады 69.
Водопроницаемый слой 29.
Водоупорный слой 29.
Волна береговая 79.
— сейсмическая 187.
Вулканиты 376.
Вулканическая дѣятельность 134. Значеніе для геологій 240. Участіе воды 231. Продукты 145. Причины 217.
Вулканическія образованія. Сохраненіе животныхъ 274.
Вулканическія бомбы 151, 424.
— брекчій 428.
— дымъ 154.
— камни 150, 424.
— пепель 18, 151, 424.
— песокъ 151, 424.
Вулканы 134. Распредѣленіе 140. Изверженія 154. Высота 143. Строеніе 134.
Вулканы грязные 179.
— искусственные 232, 518.
— подводные 177.

Вывѣтриваніе породъ 327, 454.
Вѣковыя колебанія 209.
Вѣчные огни 182.

Г.

Габбро 405.
Galionella ferruginea 50
Гальки 423.
Гафы 92.
Гейзеры 45.
Геллефлита 415.
Геологическая дѣятельность организмовъ 244.
— атмосферы 14.
— воды 28.
— ледниковъ 100.
Геологія. Опредѣленіе 1. Литература XV. вспомога- тельныя науки 1. Исторія 3. Раздѣленіе на отдѣлы 12.
— динамическая 14.
Гидатоморфизмъ 448.
Гидато-пироморфизмъ 446.
Гидростатическій уровень 29.
Гидратахлоритъ 405.
Гиперстенитъ 406.
Гипотеза Канта-Лапласа 219.
Гипсъ 346.
Гистерогенетическіе шпиры 289.
Гіаломезанъ 405.
Глетчеры, см. ледники.
Глина 429.
— сланцеватая 431.
Глинистый желѣзнякъ 357.
— сланецъ 431.
Глобосфериты 385.
Гнейсо-гранитъ 381.
Гнейсъ 412.
Гнѣздо, см. штокъ.
— землетрясенія 185. Опре- дѣленіе разстоянія до эпи- центра 199.
— глубины 201.
Годографъ 200.
Голля опытъ 501.
Гомологичныя отложенія 552.
Горная мука 357.
Горный компасъ 476.
Горныя породы. Видоизмѣ- неніе 327. Вывѣтриваніе 327. Классификація 343. Методы изслѣдованія 393. Микроскопическія изслѣ- дованія 300. Основная масса 332. Отдѣльность 279. Постороннія массы 291. Происхожденіе 434. Прониканіе воды 28. Струк- тура 284. Удѣльный вѣсъ 299. Метаморфизмъ 436. Пластичность 502.
— массивныя 374.
— метаморфическія 438.
— обломочныя 422.
— плутоническія 374, 436.

— простыя 343.
— сложныя 373.
— глубинныя 374.
— интрузивныя 374.
— лавовыя 375.
— эффузивныя 374.
— ирруптивныя 375.
— вулканическія 374.
— зоогеповыя 435.
— пзверженныя 435.
— осадочныя 434.
— фитогепоныя 435.
Гороховый камень 45, 319.
Горшечный камень 419.
Горы 536. Возрастъ 545. Про- исхожденіе 546. Тектоника 536. Пластика 536.
— ледяныя 130.
— насыпныя 538.
— складчатыя 510.
— сбросовыя 539.
Гравитъ 422.
Гранититъ 482.
Гранитъ 380.
— письменный 382.
— протопиновый 383.
— мусковитовый 383.
— роговообманковый 383.
— турмалиновый 383.
Граносфериты 385.
Гранофиръ 385.
Гранулитъ 415.
Графитъ 359.
Грейзенъ 383.
Грунтовая вода 30.
Грязные вулканы 179.
Гуртовый анализъ 296.
Гюмбеля опытъ 504.

Д.

Дайки 137.
Дайхиты 375.
Дацитъ 397.
Деготь горный 365.
Дельты 35.
Депежная руда 50, 359.
Дерновая руда 50, 359.
Динамическая геологія 14.
Динамометаморфизмъ 510.
Дислокація 473.
Дитронитъ 392.
Диабазовый афанитъ 399.
— мидальный камень 401.
Диабазъ 398.
— салитовый 399.
— ольвиновый 399.
Діалазы 487.
Діоритъ 395.
Добрѣ опыты 284, 446, 503, 510.
Дождь. Размывающее дѣй- ствіе 63.
Долеритъ плагиоклазовый 404.
— нефелиновый 408.
Долины поперечныя 74.
— разрыва 484.
— обнаженія 484.

Долины 62.
Доломитъ 350. Происхожденіе 351.
Домитъ 391.
Дунитъ 411.
Дымъ вулканическій 153.
Дюпы 21. Сохраненіе въ нихъ наземныхъ животныхъ 274.

Ж.

Желѣзный оолитъ 358.
Желѣзнякъ бурый 359.
— глинистый 357.
— красный 357.
— магнитный 358.
— шнатовый 357.
— угольный 357.
Животныя. Вліяніе ихъ на измѣненіе земной поверх- ности 257. Сохраненіе ихъ остатковъ 271.
Жидкость. Сушина 296.
— Туля 295.
Жилы 520.

З.

Зажоры 99.
Законъ Бэра 75.
Залежь 470.
Зальбанды 520.
Заторы, см. зажоры.
Землетрясенія 184. Области распространенія 191. Послѣдствія 193. Продолжи- тельность 190. Связь съ временами года и поло- женіемъ дуны 191. Скорость распространенія 189. Характеръ распро страненія 186. Явленія, прово- дящія ихъ 192. Гнѣздо 185. Центръ 185. Опре- дѣленіе глубины 201.
Землетрясенія волнообраз- ныя 185.
— соотрасательныя 185.
— толчкообразныя 185.
— линейныя 186.
— трансверсальныя 186.
— центральныя 186.
Змѣвикъ, см. серпентинъ.
Зоны батометрическія 566.
Значеніе для стратиграфій 567.
— абиссальная 567.
— плитстая 98.
— кораллинтъ 566.
— ламипарій 566.
— метаморфическія 456.
— вулканоръ 566.
— песчаная 98.
— илеченогихъ 566.

И.

Изверженія вулкановъ 153.
 Число продолжительность 157.
 Известковый афанитъ 400.
 — ключи 41.
 — туфъ 43, 349.
 — патекъ 348.
 Известнякъ 348. Происхожденіе его 351.
 Известь. Круговоротъ ея въ водѣ 257.
 Изгибы слоевъ 481.
 Изосейсмическая линія 186.
 Икряной камень 349.
 Иль диатомовый 256.
 — глобгеритовый 260.
 — радиоларіевый 260.
 — итероподовый 260.
 Инъекціонные шлары 289.
 Инъекціонная гипотеза 445.
 Искусственный вулканъ 232, 518.
 — ледникъ 109.
 Исторія геологін 3.
 Источники 31.
 — питающіеся водами рѣкъ 31.
 — питающіеся отъ сокрытія рѣкъ 32.
 — питающіеся водою глетчеровъ 33.
 — ювенильные 56.
 — вадозные 56.
 — восходящіе или бьющіе 35.
 — минеральные, см. ключи.
 — горные 33.
 Итаколумитъ 421.

К.

Кальдера 139.
 Каменная соль 344.
 Каменноугольные пожары 439.
 Каменный уголь 361.
 Камень гороховый 45, 349.
 — вулканическій 150, 424.
 — икряной 349.
 — горшечный 419.
 — миндаальный 401.
 Камера сравнительная 303.
 Кампюнитъ 401.
 Каньоны 67.
 Каолинъ 428.
 Капельники 43.
 Карманы Ванъ-деръ-Брѳка 526.
 Карры, см. шратты.
 Карстовыя явленія 33.
 Каръ, см. циркъ.
 Катавотры 62.
 Кекуры 99.
 Кварцитъ 425.
 Кератофиръ 390.

— кварцевый 386.
 Керсантитъ 396.
 Керсантопъ 396.
 Клинцитъ 414.
 Кларъ 426.
 Классификація горныхъ породъ 343.
 Ключи. Измѣняемость концентраціи и состава 56.
 — желѣзные 49.
 — известковые 41.
 — кремнеземные 45.
 — минеральные 39.
 — нефтяные 54.
 — содержащіе углекислоту 53.
 — соляные 51.
 — струпистые 50.
 Колобаци въковыя 209.
 Колоды артезианскіе 36.
 — ледниковые 111.
 — Ванъ-деръ-Брѳка 526.
 Комнасъ горный 476.
 Конгломератъ 426.
 Конглодабазъ 399.
 Конкреціи 291.
 Конкреціонные шлары 289.
 Конституціонные шлары 289.
 Контактъ-метаморфизмъ 441.
 Копусы побочные вулкановъ 139.
 Коралловые рифы 261.
 Кораллы 261.
 Корненожки 258.
 Корнубіанитъ 413.
 Корситъ 396.
 Косейсмальная линія, см. изосейсмическая.
 Котловина 485.
 Котлы 72.
 Красный желѣзнякъ 357.
 Кратеры 134.
 Кремль 356.
 Кристаллизаціонный остатокъ 332.
 Кристаллизація интрателлурпическая 324.
 — эффузивная 324.
 Кристл опыты 103.
 Кумулиты 335.
 Куполовидные холмы 116.
 Куполь 516, 498.
 Курфюрсты 537.
 Курчавыя скалы 115.

Л.

Лава 146.
 — базальтовая 150, 405.
 — глыбовая 149.
 — лейцитовая 409.
 — водная 152.
 — волнистая 149.
 — агломератная 150.
 — огненно-жидкая 146.
 — трахитовая 150.
 — туфовая 150.
 Лавины 102.

Лагуны 92, 264.
 Лакколиты 510, 548.
 — прикозбекскіе 550.
 Лапилли 151, 424.
 Лапласа гипотеза 219.
 Ласо лиза 311.
 Латеритъ 430.
 Лаурвкитъ 389.
 Лбы бараны 115.
 Ледники 100. Образование ихъ 103. Размѣры 105. Движеніе и причина его 107.
 — искусственные 109.
 Ледниковая полпровка 116.
 — шлѳовка 116.
 Ледниковыя мельницы 111.
 — борозды 114, 116.
 — колоды 110.
 — полосы грязи 109.
 — ручьи 110.
 — столы 110.
 — трещины 109.
 — шрамы 114, 116.
 Ледъ. Геологическая дѣятельность 98.
 — глетчерный 103, 343.
 Ледяныя горы 130.
 Лейкофиръ 399.
 Лейцититъ 409.
 Лейцитовая порода 409.
 — лава 409.
 Лейцитовый базальтъ 408.
 — сѣнитъ 392.
 Лейцитофиръ 393.
 Лептоклазы 487.
 Лердолитъ 411.
 Лѣсъ 430.
 Лигнитъ 360.
 Лиманы 90.
 Лимбургитъ 411.
 Лиза Бертрапа 311.
 — Ласо 311.
 Линія сѣговая 101.
 — антиклинаяльная 481.
 — изосейсмическая 186.
 — эпицентръическая 186.
 — простиранія 476.
 — паденія 476.
 — спиклинаяльная 481.
 — тектоническая 520.
 Липаритъ 387.
 Лиственитъ 418.
 Литература геологін XV.
 Ложно-ледниковыя явленія 118.

М.

Маары 137.
 Магма базальтъ 411.
 Магнитный желѣзнякъ 358.
 Масло горное 365.
 Мезостазисъ 332.
 Мелафиръ 401.
 Мелл 92.
 Меллштовый базальтъ 409.
 Мельницы ледниковыя 111.
 Мергель, см. рухлягъ.

Метаморфизмъ 436.
 — механический 510.
 Методы изслѣдованія гор-
 ныхъ породъ 293.
 Методы наблюденія земле-
 трясевей 193.
 Методъ Вожницкаго 338.
 — Кёппгсбергера 303.
 — отмучиванья 295.
 — Сушина и Горбаха 296.
 — Суабо 208.
 — Рейгера 296.
 — Шафгошъ-Чёрча 295.
 Микрогранитъ 379.
 Микроскопическіе препара-
 ты. Приготовленіе ихъ 300.
 Микроскопическія изслѣдо-
 ванія горныхъ породъ 300.
 Микрхимическія реакціи
 336.
 Миндальный камень диаба-
 зовый 401.
 Минералы, входящіе въ со-
 ставъ горныхъ породъ 289.
 Строепіе ихъ изъ зонъ и
 микролитовъ 323. Разъ-
 ёденность и перемѣщенія
 325.
 Миннетте 389.
 Миссуритъ 411.
 Міаскитъ 392.
 Моллюски 261.
 Мовчикитъ 401.
 Монзонитъ 389.
 Морены 112.
 Морскія теченія 81.
 Мостъ землетрясенія 189.
 Мохеты 146.
 Мраморъ 348.
 Мука горная 357.
 Мульда 481.
 Мусковитовый гранитъ 383.
 Мура, см. оплывина.
 Мѣль 350.

Н.

Нагельфлю 426.
 Наклонъ 474.
 Наластаніе несогласное
 513.
 — переметное 514.
 Наслоеніе 470.
 Нагекъ известковый 348.
 — кремневый 356.
 Нефелинитъ 408.
 Нефелиновый базальтъ 408.
 — долеритъ 408.
 Нефритъ 418.
 Нефть 365.
 Новообразованія въ горныхъ
 породахъ 327.
 Нордмаритъ 389.
 Норитъ 406.
 Нунатакъ 129.

О.

Обвалы 60.
 Обсидіанъ 394.
 Овраги 66. Вліяніе на кли-
 малъ 68.
 Одновременныя отложенія
 568.
 Озера. Прорывы ихъ 95.
 — соляныя 93.
 — скопленія въ нихъ расти-
 тельныхъ остатковъ 254.
 Озерная руда 50, 359.
 Окаменѣлости 552.
 Оливиновые породы 410.
 — диабазы 399.
 Оолитъ желѣзный 358.
 Оплывина 82.
 Оползніи 58.
 Опусканія 215.
 — въковыя 209. Причины
 ихъ 238.
 — круговыя 497.
 Опыты Голля 501.
 — Гюмбеля 504.
 — Добре 284, 446, 503, 510.
 — Эдемса и Никольсона 505.
 — Кпка 505.
 — Кристи 108.
 — Спринга 504.
 — Тивдаля 107.
 — Треска 109, 504.
 — Шанкуртуа 508.
 Организмы. Геологическая
 дѣятельность 244. Связь съ
 мѣстообитаніемъ 558. Влі-
 яніе на нихъ давленія 559,
 свѣта 559, температуры 559,
 природы берега и дна 562.
 Осадки рѣчные 84.
 — морскіе 96.
 — океаническіе 96.
 — пелагическіе 97.
 — прибрежныя 97.
 Основная масса горныхъ по-
 родъ 332.
 — кристаллически-зернистая
 332.
 — микрокристаллич. 332.
 — микрофанитовая 332.
 — скрытнокристал. 332.
 — микрофельзитовая 332.
 — порфирова 333.
 — стекловатая 334.
 — микрофлюидальная 335.
 — гломеропорфиритовая 336.
 — гялопипитовая 336.
 — пнтерсертальная 336.
 — пилотакситовая 336.
 Остеолитъ 355.
 Осыни 15.
 Отдѣльность горныхъ породъ
 279. Происхожденіе ея 283.
 — базальтческая 281.
 — параллелепипедальная 283.
 — плитообразная 280.
 — полиэдрическая 283.

— сланцеватая 280.
 — столбчатая 281.
 — сфероподальная 289.
 — шаровидная 289.
 Отливы 81.
 Отложенія гомологичныя 572.
 — одновременныя 568.
 — эквивалентныя 572.
 Отмучиваніе 295.
 Отпечатокъ 532.
 Офкальцитъ 348.
 Офитъ 401.

П.

Палагонитъ 405.
 Палагититъ 400.
 Палеоникритъ 410.
 Палтеллеритъ 389.
 Пелагическіе остатки 96.
 Пемза 394.
 Пепель вулканической 18,
 151, 424.
 Пеперитъ 433.
 Перекрытіе 496.
 Перидотиты 410.
 Перлитъ 393.
 Песокъ 422.
 — вулканической 151, 424.
 — пемзовый 424.
 Песчанякъ 424.
 Петрографія 279.
 Петрографическій эквива-
 лентъ 290.
 Петрографическія формулы
 376.
 Петролеумъ 365. Происхо-
 жденіе его 369.
 Пешеры 61. Сохраненіе въ
 нихъ животныхъ 276.
 Пикртовый порфиритъ 411.
 Пикритъ 410.
 Пирамидальные камни, см.
 трехгранники.
 Промеридъ 386.
 Проморфизмъ 439.
 Письменный гранитъ 382.
 Плагіоклазовый анамезитъ
 404.
 — базальтъ 404.
 — долеритъ 404.
 Пластъ, см. слой.
 Плутонитъ 374.
 Поверхность земная. Движе-
 ніе по ней воды 63. Дѣй-
 ствіе на нее атмосферы 14,
 животныхъ 257, растений
 244.
 Подводные вулканы 177.
 Подзолъ 357.
 Поднятія 210. Причины ихъ
 238.
 Пожары камешпоугольные
 439.
 — минералогическихъ кол-
 лекцій 440.
 Покровы 515.
 Полировальный сланецъ 357.

Полировка ледникова 116.
 Поперечная долины 74.
 Порфиритъ 397.
 — авгитовый 399.
 — лабрадоровый 400.
 — пикритовый 411.
 — роговообманковый 397.
 — слюдяной 397.
 Порфиродъ 416.
 Порфиръ гизекитовый 392.
 — графитовый 385.
 — кварцевый 385.
 — либеперитовый 392.
 — ортоклазовый 390.
 — перлитовый 393.
 — пироксеновый кварцевый 386.
 — ромбовый 390.
 — сѣнитовый 390.
 — смолянокаменный 387.
 — фельзитовый 385.
 — шаровой 386.
 Потоки 515.
 — лавовые 146.
 Почвенная вода 30.
 Почвы 247.
 Препараты микроскопическіе. Приготовленіе ихъ 300.
 Прибрежные осадки 97.
 Приливы 81.
 Причины вулканическихъ явленій 217.
 — наклона слоевъ, образованія складокъ, сдвиговъ и сбросовъ 499.
 Провалы 62.
 Провинціи зоологическія 565.
 Продукты вулкановъ 145.
 — возгонки 146.
 Происхожденіе горныхъ породъ 434.
 — горъ 535.
 — доломита 351.
 — известняка 351.
 — каменныхъ углей 365.
 Прониканіе воды въ горныя породы 28.
 Проиплтъ 398.
 Простираніе слоевъ 476.
 Протеробазъ 399.
 Протогнийовый гранитъ 383.
 Пуддингъ, см. конгломератъ.
 Пуласкитъ 389.
 Пыль метеорная 17.
 — пясчатая 17.

Р.

Размываніе 63, 526.
 Рапиды, см. далаиды.
 Ралаквы 382.
 Растенія. Вліяніе ихъ на земную поверхность 244.
 Растительные остатки. Скопленія ихъ въ рѣкахъ 253; въ моряхъ и океанахъ 254.
 Разложеніе ихъ въ водѣ 245.

Реакціи микрхимическія 336.
 Рифы барьерные 264.
 — береговые 264.
 — коралловые 261.
 — лагунные 264.
 — окаймляющіе 264.
 Ріолитъ 387.
 Роговикъ 356.
 Роговообманковый андезитъ 397.
 — гранитъ 333.
 Розсыпи 15.
 Рула болотная 50, 359.
 — бобовая 359.
 — денежная 50, 359.
 — дерновая 50, 359.
 — озерная 50, 359.
 Рухлякъ 351. Происхожденіе 351.
 Рѣки 69. Количество переносимыхъ осадковъ 84. Скопленіе или остатковъ наземныхъ растеній 253. Гибель въ нихъ животныхъ 271.

С.

Салитовый діабазъ 399.
 Сальзы 179.
 Самородъ 355.
 Сбросъ 488.
 Сбросовая впадина 494.
 Сбросовый выступъ 494.
 Сдвигъ 488.
 Сейсмическія бури 196.
 — волны 187.
 — линія 186.
 Сейсмографы, см. сеймометры.
 Сейсмометры 197.
 Сейсмоскопы 196.
 Секрещіи 292.
 Септаріи 291.
 Серпентинъ 412.
 Сѣнитъ 389.
 — лейцитовый 392.
 — нефелиновый 391.
 — элеолитовый 392.
 — цирконовый 392.
 Скалы курчавыя 115.
 Складка-сдвигъ 491.
 — сбросъ 491.
 Склады 481. Причины ихъ 499.
 — антиклинальная 481.
 — воздушная 485.
 — гетероклиналия 481.
 — изоклиналия 481.
 — моноклиналия 485.
 — синклиналия 481.
 Скорпи 151.
 Сланецъ авгитовый 418.
 — актинозитовый 418.
 — амфилогитовый 416.
 — аспидный 432.
 — глаукофановый 418.

— глипистый 431.
 — горючій 431.
 — грифельный 432.
 — диоритовый 421.
 — квасцовый 432.
 — кровельный 432.
 — отгретитовый 420.
 — парагонитовый 416.
 — полнривальный 357.
 — пятнистый 420.
 — рисовальный 432.
 — роговообманковый 417.
 — серицитовый 420.
 — слюдяной 417.
 — ставролитовый 420.
 — стьровакковъ 432.
 — тальковый 418.
 — точильный 432.
 — турмалиновый 421.
 — хіастолитовый 420.
 — хлоритовый 418.
 Сланцеватая глина 431.
 Слой 467. Наклонъ его 474.
 Изгибы 481. Простираніе 476.
 — водоупорный 29.
 — водонепроницаемый 29.
 Смола горная, см. асфальтъ.
 Смоляной камень фельзитовый 387.
 — трахитовый 393.
 Современные геологическія явленія 14.
 Солончакъ 344.
 Соль каменная 344.
 Сольфатары 146.
 Сопки, см. вулканы, куполы.
 Сордалитъ 402.
 Сохраненіе животныхъ въ пещерахъ 276.
 — въ вулканическихъ образованияхъ 274.
 — въ торфяникахъ 272.
 Спизозитъ 420.
 Способъ Щабо 298.
 Спринга опыты 504.
 Сравнительная камера 303.
 Сталагмиты 43.
 Сталактиты 43.
 Стаффы 41.
 Столбъ Федорова 314.
 Столы ледниковыя 119.
 Стратиграфія 467.
 — палеонтологическая 551.
 — петрографическая 467.
 Строеніе горныхъ породъ 284.
 — вариолитовое 287.
 — волокнистое 285.
 — гранитовидное 285.
 — кристаллически-зернистое 285.
 — ленточное 286.
 — листоватое 285.
 — метасоматическое 289.
 — миндалевидное 288.
 — оолитовое 286.
 — параллельно-линейное 285.

— пизолитовое 287.
 — плитчатое 286.
 — полосатое 286.
 — пористое 288.
 — порфировидное 286.
 — протосоматическое 289.
 — псевдосферолитовое 287.
 — пузырчатое 288.
 — сфероподальное 286.
 — сферолитовое 287.
 — чешуйчатое 285.
 — шлаковидное 288.
 — шпоровое 288.
 — ячешчатое 288.
 — зональное 323.
 Структура горных породъ, см. строение.
 Стяжения, см. конкреции.
 Суглинки 430.
 Сферосидеритъ 357.
 Слабо способъ 298.
 Сѣдло 481.
 Сѣрая важка 432.

Т.

Тахлитъ 405.
 Тералитъ 407.
 Террасы 529.
 Тефритъ 407.
 Течения морскія 81.
 Тешенитъ 407.
 Тиндаля опыты 107.
 Тоналитъ 396.
 Топанхоанганга 427.
 Торосы 100.
 Торфъ 360.
 Торфяники 250. Сохраненіе въ нихъ наземныхъ животныхъ 272.
 Травертино 45, 349.
 Трахитъ 390.
 — кварцевый 387.
 Треска опыты 108, 504.
 Трескучая соль 344.
 Трехгранники 21.
 Трещины 436.
 — ледниковыя 109.
 Трихиты 320.
 Тромометръ 196.
 Турмалиновый гранитъ 383.
 Туфъ базальтовый 433.
 — зеленокаменный 432.

А.

Авачинская сопка 175.
 Австралія 262, 265.
 Агъ-Сибирь 182.
 Адельгейдъ 40.
 Адельбергская пещ. 61.

— известковый 43, 349.
 — кремневый 356.
 — палагонитовый 433.
 — пензовый 433.
 — порфировый 432.
 — трахитовый 433.
 — фонолитовый 433.

У.

Угли каменные 361. Происхожденіе ихъ 365.
 Уголь затемненіа. Определеніе его 309.
 Уголь падеія 476.
 Уголь бурый 360.
 — каменный 361.
 Угольный желѣзнякъ 357.
 Удѣльный вѣсъ горныхъ породъ 299.
 Умтениитъ 389.

Ф.

Фація 572.
 Фельзитовый порфиръ 385.
 — смоляной камень 387.
 Фельзитъ 386.
 Фельзосфериты 385.
 Фельзофиръ 385.
 Филлитъ 419.
 Фирнь 102, 343.
 Флѣцъ 470.
 Флексора 488.
 Фонолитъ 392.
 Форелленштейнъ 406.
 Фосфоритъ 355.
 Фояитъ 392.
 Фульгуриты 440.
 Фумаролы 145.

Х.

Холмы куноловидныя 116.
 Хрящъ 422.

Ц.

Царапины ледниковыя 116.
 — произведенныя рѣчными льдами 118.

Центръ землетрясенія, см. глѣздо.
 Цирки 104.

Ч.

Черноземъ 430.

Ш.

Шальштейнъ 433.
 Шанкуртуа опытъ 508.
 Шарражъ, см. перекрытіе.
 Шпалерфельсъ 406.
 Шпарты 288.
 Шлифовка ледниковая 116.
 Шонкнитъ 392.
 Шпатовый желѣзнякъ 357.
 Шрамы ледниковыя, см. царапины.
 Шратты 64, 527.
 Штокп 519.
 Шунгитъ 363.

Щ.

Щебень 423.

Э.

Эйлизитъ 410.
 Эквивалентныя отложенія 572.
 Эквиваленты петрографическія 290.
 Эклоцитъ 422.
 Электромагнитъ. Примѣненіе его къ петрографическимъ изслѣдованіямъ 294.
 Эпидиоритъ 399.
 Эпицентръ 185.
 Эратическія валуны 423.
 Эссекситъ 407.

Я.

Ядро наружное 553.
 — внутреннее 553.

УКАЗАТЕЛЬ МѢСТНОСТЕЙ.

Адидже, см. Эчь.
 Адриатическое море 86.
 Азовское море 86, 345.
 Азорскіе острова 49.
 Айбары 36.
 Акишйрякъ 126.
 Алабама 61.
 Альбанскія горы 165, 409, 433.

Алагезъ 123, 175.
 Алайскій хр. 127.
 Аллеганы 54, 365.
 Алтай 20, 33, 61, 123, 348, 386, 390, 397, 407, 417, 423, 517, 548.
 Алушта 206.
 Альбюль 40.
 Альма 206.

Альпы 33, 61, 64, 82, 101, 347, 385, 417, 422, 426, 537, 544.
 Амазонская рѣка 96.
 Амiата 165.
 Аму-Дарья 84.
 Анаволо 30.
 Анапа 180.
 Ангара р. 346.
 Англия 23, 80, 402, 428, 522, 527.
 Анды 132, 403.
 Апшеронскій полуостровъ 18, 182.
 Арало-Каспійская низменность 95.
 Араратъ 123, 174, 440.
 Аршанъ-Булакъ 41.
 Арсендаль 359.
 Арпзола 67.
 Армянское плоскогорье 173, 394, 403.
 Аррашъ о-въ 387.
 Арсена 182.
 Архангельская губернія 347, 383, 414, 417.
 Архипелагъ Греческій 168.
 Асса р. 17, 475.
 Атлантическій океанъ 81, 96, 178.
 Атрио-дель-Кавалло дол. 158.
 Ать-баши-тау 126.
 Ауссигъ 282.

Б.

Баденъ-Баденъ 41.
 Байскій заливъ 207, 530.
 Баксанскій ледникъ 121.
 Баку 54, 182, 209.
 Балтійскій портъ 80.
 Балхашъ оз. 95.
 Барезъ 39.
 Барколдай 126.
 Барнафель 45.
 Барнуковская пещера 61.
 Баффиновъ зал. 130.
 Бахмутъ 346.
 Бахтемиръ 76.
 Беллевиль 39.
 Берельскій ледникъ 125.
 Бизинги ледн. 121.
 Билинь 440.
 Бирманская имперія 54.
 Благодать г. 359.
 Богемія 393, 408, 415, 417, 429, 519.
 Боклетъ 40.
 Болгары 76.
 Волда 76.
 Бордфельдскій источникъ 49.
 Бохумъ 36.
 Болдоръ 22.
 Бразилія 417, 421, 427.
 Бретань 23.
 Брианцовка х. 346.
 Бугъ р. 90, 384.
 Бурбонъ 40, 149.

Бѣлое море 81, 214.
 Бѣлуха 124.
 Бѣ 346, 451.

В.

Вайвара 79.
 Вайкато 48.
 Валамо 401.
 Ванноро 268.
 Валь-дель-Бове 166.
 Везувій 134, 145, 147, 148, 151, 158, 333, 409.
 Велычка 52, 62, 344.
 Венгрія 62, 339, 394, 398, 403, 448, 519.
 Венеція 92.
 Вестфалія 36, 357, 386, 401.
 Викторія конт. 132.
 Виленская губернія 18.
 Вилъбадъ 38.
 Виллой р. 348.
 Вимальбургъ 61.
 Висбаденъ 41.
 Витимъ 176, 393.
 Виши 40.
 Владимірская губ. 346.
 Волга 59, 61, 75, 87.
 Вологодская губ. 52, 346.
 Волховъ р. 87.
 Вольнская губ. 360, 384, 405.
 Вольскъ 59.
 Воронежская губ. 355.
 Вулкано 167, 448.
 Вуокса р. 72, 87.
 Выгъ-озеро 74.
 Высокая г. 359.
 Вытегра 556.
 Вѣна г. 31.
 Вѣрный г. 205.
 Вюртембергъ 38.
 Вятская губ. 346.
 Вяхтелево 43.

Г.

Гавайи о-въ 170, 405.
 Гайленрейтерская пещ. 61.
 Гамбьерская группа 269.
 Гангъ р. 77, 84, 89.
 Гандерейскій ледн. 121.
 Гарцъ 347, 402, 406.
 Гатчина 43.
 Гаукадаль 45.
 Гаштейнъ 39, 41.
 Гекла 171.
 Гельголандъ 80.
 Георгиевскій мон. 79.
 Геркуланумъ 275.
 Германия 385, 387, 402, 407.
 Гималайска горы 102.
 Гирвасъ 73, 461.
 Гисгюбель 40.
 Гиссарскій хр. 127.
 Гобн 19.
 Голландія 23.
 Гольфштремъ 78, 242.

Гостиллицы 43.
 Готль 40.
 Грандъ-Шартрезъ 495.
 Гремовъ о-въ 177.
 Греспельскій кол. 36.
 Гренландія 129, 404.
 Греція 62, 530.
 Гриндельвальдскій ледн. 105.
 Гродненская губ. 356, 360.
 Грозная кр. 365.
 Грушевка 363, 485.
 Гумбольдта ледн. 105, 129.
 Гуайякплъ 151.
 Гуунгъ-Тенгеръ 134.

Д.

Дагаурскій ледникъ, см. Девдоракскій.
 Даннемора 359.
 Д'Аньино оз. 53, 162, 163.
 Даубенское оз. 34.
 Девдоракскій ледн. 122.
 Дедюхинскіе ключи 41.
 Джалабадъ-Аганъ 41.
 Джитымъ-тау 126.
 Дзерче р. 33.
 Днѣпровскій кряжъ 327, 414, 429.
 Днѣпръ р. 69, 76, 90.
 Днѣстръ р. 76, 90.
 Дове ледникъ 128.
 Домбровское мѣсторож. 363.
 Донецкій бассейнъ 67, 363.
 Донъ р. 59, 76, 87.
 Драва р. 75.
 Дрбуртъ 40.
 Друскенинскіе ист. 52, 57.
 Дунай р. 31.
 Дыхъ-су ледн. 121.

Е.

Евпаторія 206.
 Евфратъ 77.
 Екатеринбургская губ. 346, 363.
 Елопатакъ 49.
 Енисей р. 99.

Ж.

Желтая рѣка 84.
 Желѣзпородскъ 49.
 Женевское озеро 86.
 Жупанова соп. 175.

З.

Загверскіе источники 50.
 Закавказье 41.
 Зальцкаммергутъ 346.
 Зальцунгенъ 52.
 Зардаль ледн. 127.
 Заттольмъ о-въ 210.

Зеравшанскій ледн. 127.
Зибенбургенъ 389, 392, 398.
Зильбербергъ 40.
Зюдерзее 95.

И.

Иванчукъ 76.
Изенгофъ р. 32.
Илецкая защита 345.
Иматра 72, 291.
Имбабуру 153.
Ингурскій ледникъ 121.
Индъ р. 77.
Иремель г. 16.
Ирландія 251, 404, 443, 541.
Иртышъ р. 77.
Ирравади р. 54.
Исазаръ 59.
Искія о-въ 165, 391.
Иславдія 45, 171, 357, 389,
393, 394, 404, 448.
Испанія 67.
Италія 41, 44, 54, 409.

I.

Иеллоустонскій паркъ 49.
Иоанна Богослова о-въ 178.
Йоркшейръ 80.

К.

Кавказъ 51, 61, 119, 173, 209,
280, 360, 365, 387, 389, 394,
396, 397, 398, 401, 405, 406,
542.
Казанская губ. 347.
Казань 76.
Казбекъ 121, 403.
Кайзерштуль 393, 409, 411.
Калабрія 193, 205.
Калужская губ. 362.
Каменецъ-Подольскъ г. 32,
61.
Камени о-въ 168.
Камниавія 44.
Камчатка 175, 394.
Канарскіе острова 407.
Кангердлугоакск. ледн. 129.
Каработова гора 181.
Кара-Бугасъ 93.
Карагомы 122.
Кара-Кумъ 27.
Каринтія 32.
Карсбадъ 40, 45.
Карпаты 541.
Каррара 348.
Карсть 61.
Каспійское море 54, 93, 182,
209, 345.
Кастель г. 83.
Катавія 156, 166, 276.
Катла вул. 172.
Катунскій ледн. 124.
Качканаръ 66, 359, 406.

Квинстоунъ 70.
Кьвито 140.
Керченскій полуо-въ 180, 365.
Кивачъ водн. 74.
Кизилкоба немц. 61.
Кизимешъ 175.
Киплауа вулк. 149; 171.
Киргизская степь 360.
Киркдэльская пещ. 61.
Кисловодскъ 53.
Киссингенъ 40.
Китай 18, 44.
Кіевская губ. 60, 360, 384.
Клермонъ-Ферранъ 45, 352.
Ключевская сопка 157, 176.
Колорадо 67, 489.
Колумбусъ 36.
Кольскій полуо-въ 215, 414.
Кольванское оз. 20.
Коневецъ о-въ 423.
Косевина 152.
Косоголъ оз. 176.
Костромская губ. 346.
Котонахи 153, 154, 171.
Кракатау 152, 154, 165.
Красное море 262.
Крейцпахъ 40.
Кресфельдская пещ. 61.
Кроноцкая сопка 176.
Крымъ 34, 62, 64; 83, 389,
397, 423, 540, 549.
Ксеръ-вцо 43.
Кубань 121, 360.
Куйвоени 32.
Кумани о-въ 183.
Кумъ-Таръ 27.
Кунгуръ г. 347.
Кура 60.
Куришъ-Гафъ 92.
Курляндія 347.
Курская губ. 355.
Кучукъ-Кой 61.
Кызылъ-Кумъ 27.

Л.

Лаахерское оз. 138, 391, 393,
408, 409, 433.
Лабрадоръ 132, 407.
Лавень-сарп 100.
Ладожское озеро 25, 384.
Ламаншъ 80.
Ланды 23.
Ланцерота о-въ 157.
Ланцы 43.
Ла-Плата 77.
Ласи 61.
Лебяжинская ст. 76.
Леденга р. 52.
Ледовитый океанъ 81, 100.
Ледяное море 118.
Лева р. 77, 90, 251.
Либенштейнъ 40.
Ливерпуль 24, 81.
Литовка р. 30.
Липкоявшеиъ 272.
Липарскіе о-ва 167, 394.
Липецкіе ист. 50.

Лиссабонъ 204.
Литва 51.
Лифляндія 347.
Ловрецъ 61.
Локъ-Вотанъ 182.
Лось остр. 183.
Луга 61.
Люенъ 40.
Люксембургъ 36.
Люцеръ 73.
Лиймъ-Реджинъ 59.

M.

Малка р. 121.
Малыпскіе ключи 41.
Мангышлакъ 360.
Мареканка р. 136.
Маріенбадъ 53.
Марціальныя воды 50.
Мауна-Кеа 170.
Мауна-Лоа 148, 170.
Мазень р. 81.
Мексиканскій заливъ 78, 88.
Мендорфъ 36.
Меньшикова атоллъ 268.
Мерекюль 79.
Миссинни р. 77, 84, 88, 253.
Митены 498.
Міаскъ 392.
Модена 54, 183.
Монбланъ 106, 484.
Монголія 177.
Монпелье 61.
Монте-Астроли 162.
Монте-Барбаро 162.
Монте-Нуово 157, 162, 163.
Монте-Сомма 137, 158.
Монте-Фрументо 167.
Монте-Эпомео 156, 165.
Монть-Венто 34.
Монъ-Маргръ 34.
Монъ-Сенисъ 223.
Москва г. 36, 435.
Муравни д. 362.
Мугоджары 20.
Мусъ-Туръ ледн. 126.

N.

Набамбребисъ 180.
Нарвскій водопадъ 71.
Нарзанъ 53.
Нарова р. 24, 71.
Неаполитанскій зал. 207, 256.
Нева р. 37, 59, 87, 534.
Нейенгофъ 32.
Нейзальцверкъ 36.
Национальній прк. 49.
Нерубайскіе хутора 276.
Нибл 32.
Нижгородская губ. 61, 347,
351, 529.
Нижне-Гриндельвальдск.лед
105, 106.
Нижній-Новгородъ 59, 75.
Нилъ р. 84, 87.

Ниагара р. 69.
Ниагарскій водопадъ 69.
Новая Гретада 183.
Новая Зеландія 47, 132, 357,
388, 394, 411, 418, 579.
Новая Земля 128, 213.
Новгородская губ. 362, 425.
Норвегія 390, 392, 524.
Нордкапъ 212.
Норфолькъ 23, 80, 356.
Нѣманъ р. 25.

О.

Обу 181.
Оверпъ 45, 54, 352, 389, 393,
443, 519.
Огайо 36.
Одесса 59, 60.
Ока р. 25.
Оленекъ р. 346.
Олонеккая губ. 49, 74, 252,
353, 359, 363, 384, 396, 398,
401, 414, 420, 426, 428, 461,
464, 480.
Онега р. 76.
Онежское озеро 401, 531, 535.
Онтарио оз. 70.
Ореза 40.
Оренбургская губ. 51, 360.
Оризабо пикъ 140.
Орипоко р. 77, 272.
Орокайкорао 48.
Орловская губ. 355.
Остзейскій край 32, 51, 206,
360, 485.
Остъ-Иидін 208.
Охтасъ рч. 32.

II.

Па-де-Кале 61.
Пальма остр. 139.
Пантеллерія о-въ 389.
Парголовскія высоты 37.
Парижъ 36.
Парма 54.
Пекло 181.
Пентелконъ 348.
Періеръ 59.
Пермская губ. 52, 62.
Петербургъ 30, 37, 58, 86.
Петергофъ 43.
Петрова ледникъ 126.
Петрозаводекъ 50.
Печора р. 76, 100, 213.
Пинскія болота 252.
Пирепен 385, 411, 420.
Пломбьеръ 40, 41, 446.
По р. 86.
Подольская губ. 355.
Польша 363.
Помея 274, 557.
Панданангъ 153, 183.
Понокалетпетъ 134.
Португалія 392.
Поруллена 67.

Поръ-Порогъ 74.
Протиди о-въ 165.
Пруссія 25.
Псковская губ. 347.
Пудосъ дер. 43.
Пуццуоли 40, 207.
Пьяно-дель-Лаго 166.
Пюп-де-Домъ 443, 139.
Пютерлакскія ломк. 383.

P.

Равенна г. 87.
Рантумъ с. 23.
Рахмановскіе ключи 41.
Ратлинъ остр. 443.
Ревель г. 24, 36.
Рейнъ р. 73, 84, 408.
Рейхенгалль 52.
Римъ 44.
Риенна 75.
Рионъ р. 360.
Ріо-Тинто 40.
Рокка-Монфина 166, 407.
Рона р. 86.
Роннеби 40.
Роннебургъ 40.
Ронскій ледн. 113.
Россбергъ 61.
Ротмахана оз. 48.
Рофенъ-Вернагъ 107.
Рюдерсдорфъ 36, 73.
Рязанская губ. 362, 529.
Ружіеро 443.

C.

Саарбрюкенскій бассейнъ
366.
Сабрина о-въ 177.
Сайма оз. 72.
Саксонія 61, 386, 397, 401,
416, 429, 432, 440.
Саллаегп 32.
Сангай 139, 157, 171.
Сандвичевы о-ва 170, 265.
Санторинъ 167, 403, 518.
Санъ-Ремо 31.
Санъ-Рокъ 23.
Санъ-Филиппо 44.
Санцало 194.
Санъ-Яго 443.
Саратовъ г. 59.
Сары-Джазъ 127.
Сары-Ясы р. 126.
Сасуно 183.
Сахалинъ о-въ 78.
Сахара 14, 26, 271, 274.
Са-Чжеу 26.
Св. Елены о-въ 578.
Св. Лаврентія р. 99.
Св. Павла о-въ 407.
Севастополь 206, 255.
Семечигъ в. 175.
Сентъ-Луи 36.
Сереговъ 52.
Сестрорѣцкы 24.

Сибирь 97, 251, 253, 273, 346,
348, 360, 363, 390, 393, 394,
396, 401, 420, 440.
Симбирская губ. 59, 351.
Симето р. 69.
Синдоро вулк. 134.
Сицилія 166, 184.
Сиерра Невада (Америка) 427.
Сиерра Невада (Испанія) 67.
Скандинавія 210, 252, 359,
385, 390, 402, 407, 422, 424.
Скаптаръ-Юкюль 149, 172.
Славянскъ 51, 346, 441.
С. Нектеръ 40.
Собачья пещера 53.
Соловецкій монастырь 214.
Сользуйское болото 272.
Сольфатара 44, 162, 448.
Спа 49.
Средиземное море 81, 564,
569.
Старая Русса 52, 57, 346.
Стасфуртъ 52, 344, 346.
Ст.-Готардъ 103, 224.
Стокгольмъ 210.
Столыпинскій пет. 49.
Стромболи 155, 157, 167.
Стрѣлошная сопка 175.
Сувандо оз. 95.
Суматра о-въ 168
Суна р. 74.
Суффолькъ 80.
Сухумъ г. 208.
Сызрань 61, 351.
Сыръ-Дарьинская область 41.
Сѣверная Америка 23, 411.
Сѣверная Двина 76, 213.
Сѣверный Выгъ 74.
Сясь р. 99.

T.

Тайпала руч. 95.
Танги о-ва 268.
Таманскій полуо-въ 180, 365.
Тандурекъ 173.
Татарскій пр. 78.
Таупо 48.
Темборо 152.
Темза р. 81.
Тенерифъ 33, 394, 403, 448.
Тевлицъ 40.
Терекъ р. 87, 122.
Терскей-гау 126.
Терскіе источники 41.
Тетарата 48.
Тивдія 350.
Тизегарп ледн. 122.
Тироль 347, 352, 397, 402, 465.
Тввильцъ 360.
Тоблахъ 75.
Тобольская губ. 94.
Тобольскъ 77.
Толбоча вулк. 176.
Томская губ. 41.
Тороушна 68.
Торре-дель-Греко 53.
Торре-дель-Филозофо 19.

Тоскана 40, 44.
Трансильванія 50.
Тріестъ 19.
Тульская губ. 362.
Турбако 183.
Туркестанъ 62, 360.
Туръ г. 36.
Туя р. 511.
Тянь-Шань 125, 423.

У.

Ураль 62, 348, 363, 384, 397,
401, 403, 405, 408, 409, 422,
423, 536, 539.
Ураль р. 76.
Уральская сонка 15.
Усольские ист. 52.
Уссурийскій край 177.
Утахъ 67.

Ф.

Фасса дол. 352.
Ферганская область 68.
Финляндія 250, 348, 359, 385,
390, 397, 402, 415, 417, 420,
423.
Финскій заливъ 36, 79, 87,
100.
Фихтельгебирге 400, 401, 410,
411, 422.
Флегрейскія поля 53, 162, 391.
Флорида 262.
Форось 61.
Франца Іосифа земля 128.
Франценсбадъ 49.
Франція 23, 36, 54, 61, 355.
Фрисландія 23.
Фришъ-Гафъ 92.
Фушіяма 172.

Х.

Хадамесь 26.
Харьковская губ. 52.
Херсонская губ. 360, 384.
Хогландъ 390, 417.
Холму-портъ 33.
Хоруйо 170.

Ц.

Цагъ-Донъ 122.
Царицынъ 209.
Царскосельскія высоты 37
206.
Циклурги ледн. 122.
Цейскій ледн. 122.
Цимлянская станція 59.
Цирквичское оз. 32.
Цѣхощинскіе источн. 58.
Цхарцхаро перев. 280.

Ч.

Чарышъ р. 61.
Чаны оз. 95.
Чатырдагъ 61.
Челекенъ 54.
Черниговская губ. 429.
Черное море 345.
Черный Яръ 76.
Чжунгарія 28.
Чпли 132, 157, 171, 208.
Чингель г. 61.
Чолдырь 173.
Чусовая р. 508.

Ш.

Шамуни 118.
Шварцвальдъ 523.
Шевелючъ 176.
Шладебахъ 36.
Шотландія 38, 357, 362, 387,
414, 527.

Шперенбергъ 36, 344.
Шницбергъ 128, 253.
Штакельбергъ 40.
Шунга 363.
Шуси 40.
Шафгаузенъ г. 73.

Щ.

Щуровскаго ледн. 126.

Э.

Эванен 394, 397.
Эзель о-въ 32, 63, 499.
Эйсблинкъ ледн. 130.
Экуадоръ 150.
Эмба р. 282.
Эльборусъ 120.
Эмсъ 40.
Эри оз. 70.
Эррасъ 32.
Эстляндія 32, 79, 100.
Этна 136, 151, 157, 166.
Эчь 86.
Эйфель 398, 442.

Ю.

Юра (горн. хр.) 542.

Я.

Ява 168, 183, 403.
Яйла 34.
Якутскъ 77.
Ялгуба 400.
Ямбургъ 61.
Явъ-Майевъ 129, 253.
Японія 172.
Яковское устье 76.