

РУКОВОДСТВО  
къ  
**МЕТАЛЛУРГИИ**

СОЧИНЕНИЕ

ДОКТОРА Д. ПЕРСИ,

Профессора въ Горной Школѣ въ Лондонѣ.

ПЕРЕВЕДЕНО И ДОПОЛНЕНО

Горнымъ Инженеромъ

**А. Добронизскимъ.**

---

СЪ ЧЕРТЕЖАМИ ВЪ ТЕНСТА

ТОМЪ ВТОРОЙ

ИСТОРИЯ ЖЕЛѢЗНАГО ДѢЛА. — ФИЗИЧЕСКІЯ И ХИМИЧЕСКІЯ СВОЙСТВА  
ЭТО СПЛАВЫ. — ЖЕЛѢЗНЫЯ РУДЫ. — ПЛАВКА РУДЪ ПРЯМО И

С.-ПЕТЕРБУРГЪ

Типографія А. И. У

На углу Невскаго и Владимірскаго

## ПРЕДИСЛОВІЕ.

Предлагаемый переводъ сдѣланъ мною не съ англійскаго оригинала, но съ французскаго перевода Петигана и Ронна. Не находя ничего сказать противъ той части руководства Перси, гдѣ авторъ относится собственно къ теоріи дѣла, я не вполне былъ удовлетворенъ описательною его частью и вотъ почему позволилъ себѣ дѣлать въ нѣкоторыхъ мѣстахъ отступленія отъ оригинала. Вполнѣ нелишнимъ счелъ я также воспользоваться тѣми дополненіями, которыя сдѣлали къ металлургіи Перси во французскомъ переводѣ гг. Петиганъ и Ронна, и въ нѣмецкомъ—гг. Кнаппъ и Веддингъ, а также полезнымъ нашелъ пополнить свой переводъ нѣкоторыми журнальными статьями, равно какъ и выписками изъ другихъ сочиненій. Всѣ эти источники мною поименованы въ выноскахъ. За непремѣнную обязанность считаю также выразить мою искреннюю признательность Н. Н. Покровскому, который съ полною готовностью изъявилъ согласіе раздѣлить со мной часть трудовъ по предлагаемому изданію и перевелъ, по моей просьбѣ, въ историческомъ обзорѣ, статью о пудлингованіи (стр. 27 — 42) и, въ отдѣлѣ химическихъ свойствъ, статьи о дѣйствіи кислотъ на чугуны и о сплавахъ желѣза (стр. 264—336).

А. Добронизскій.



# ОГЛАВЛЕНИЕ.

## ИСТОРИЯ ЖЕЛѢЗНАГО ДѢЛА.

I. Жельзо у древнихъ . . . . .	1
II. Выплавка чугуна . . . . .	7
III. Употребленіе нагрѣтого дутья . . . . .	19
IV. Примененіе теряющихся изъ доменной печи газовъ . . . . .	22
V. Продувиваніе . . . . .	27
VI. Жельзное дѣло въ Россіи . . . . .	42

## КНИГА I.

### ФИЗИЧЕСКІЯ И ХИМИЧЕСКІЯ СВОЙСТВА ЖЕЛѢЗА.

Физическія свойства . . . . .	101
Химически чистое жельзо; способъ Берцеліуса для его полученія . . . . .	101
Кристаллизациа . . . . .	103
Магнетизмъ . . . . .	104
Вязкость . . . . .	104
Удельный теплородъ . . . . .	105
Расширеніе отъ теплоты . . . . .	105
Дѣйствіе теплоты . . . . .	105
Пережженое жельзо . . . . .	106
Проницаемость жельза . . . . .	107
Прозрачность жельза . . . . .	107
Кристаллическое и волокнистое жельзо . . . . .	108
Вліяніе ковки въ холодномъ состояніи; опытъ Вляквилля . . . . .	109
Вліяніе сотрясеній на сложеніе жельза . . . . .	111
Химическія свойства . . . . .	112
Атомическій вѣсъ . . . . .	112
Жельзо и кислородъ . . . . .	112
Закись жельза . . . . .	114
Окись жельза; красная жельзная окись . . . . .	115
Водная окись жельза . . . . .	118
Окись жельза и известь . . . . .	119
Магнитная окись жельза . . . . .	120
Жельзная окалина . . . . .	121
Жельзная кислота . . . . .	124
Жельзо и вода . . . . .	127
Жельзо и сѣра . . . . .	129
Малосѣристое жельзо . . . . .	130
Полусѣристое жельзо . . . . .	130

<i>Односѣрнистое желѣзо</i> . . . . .	130
Дѣйствіе водорода при высокой температурѣ . . . . .	132
Дѣйствіе водяныхъ паровъ . . . . .	132
Дѣйствіе углерода . . . . .	133
Дѣйствіе окиси желѣза . . . . .	134
Дѣйствіе сѣрнистой закиси или окиси желѣза . . . . .	135
Дѣйствіе окиси свинца . . . . .	135
Дѣйствіе углекислыхъ кали или натра . . . . .	136
Дѣйствіе угля, смѣшаннаго съ баритомъ или известью . . . . .	137
Дѣйствіе сѣрнистыхъ соединеній другихъ металловъ . . . . .	137
Дѣйствіе кремнезема . . . . .	138
Совокупное дѣйствіе кремнезема и угля . . . . .	138
Дѣйствіе кремнекислыхъ и борнокислыхъ щелочей . . . . .	139
Дѣйствіе кремнекислаго и борнокислаго марганца . . . . .	140
<i>Двусѣрнистое желѣзо</i> . . . . .	140
<i>Двусѣрнистое желѣзо или сѣрный колчеданъ</i> . . . . .	141
<i>Магнитный колчеданъ</i> . . . . .	143
<i>Окислено-сѣрнистое желѣзо</i> . . . . .	143
<i>Сѣрнистая закись желѣза, желѣзный купоросъ</i> . . . . .	144
<i>Сѣрнистая окись желѣза</i> . . . . .	146
<b>Дѣйствіе пожара на сѣрнистыя соединенія желѣза</b> . . . . .	147
Односѣрнистое желѣзо . . . . .	148
Двусѣрнистое желѣзо . . . . .	149
<b>Желѣзо и азотъ</b> . . . . .	149
Исслѣдованія Берголе, Тенара, Савара, Дебре, Шавгейтля, Маршанъ, Буффа, Фреми, Раммельсберга, Буи, Буссиноли . . . . .	149
<i>Азотнокислая закись желѣза</i> . . . . .	158
<i>Азотнокислая окись желѣза</i> . . . . .	159
Пассивное желѣзо . . . . .	161
<b>Желѣзо и фосфоръ</b> . . . . .	162
<i>Соединенія желѣза съ фосфоромъ</i> . . . . .	162
Вліяніе фосфора на желѣзо . . . . .	165
Дѣйствіе сѣры на фосфористое желѣзо . . . . .	167
Дѣйствіе втористаго кальція на фосфористое желѣзо . . . . .	169
Дѣйствіе углерода на фосфористое желѣзо . . . . .	170
<i>Фосфорнокислая закись желѣза</i> . . . . .	170
<i>Трехъ-основная фосфорнокислая закись желѣза</i> . . . . .	171
<i>Фосфорнокислая закись желѣза и амміакъ</i> . . . . .	172
<i>Фосфорнокислая окись желѣза</i> . . . . .	173
Дѣйствіе желѣза, при возвышенной температурѣ, на фосфорнокислую известь въ присутствіи угля . . . . .	174
Дѣйствіе желѣза, при высокой температурѣ, на фосфорнокислую известь, въ присутствіи свободныхъ углерода и кремнія . . . . .	176
Дѣйствіе фосфора на желѣзо, содержащее сѣру . . . . .	177
<b>Марганецъ и фосфоръ</b> . . . . .	177
<b>Желѣзо и мышьякъ</b> . . . . .	178
<i>Полумышьяковистое желѣзо</i> . . . . .	178
<i>Мышьяковистое желѣзо</i> . . . . .	178
<i>Двумышьяковистое желѣзо</i> . . . . .	179
<i>Мышьяковистыя соединенія желѣза различныхъ составовъ</i> . . . . .	180
<i>Мышьяковистокислая закись желѣза</i> . . . . .	181
<i>Двумышьяковокислая закись желѣза</i> . . . . .	181



<i>Мышьяковокислая окись железа</i> . . . . .	181
Цементованіе желѣза или стали мышьякомъ . . . . .	183
<b>Кремній</b> . . . . .	184
Атомическій вѣсъ . . . . .	184
Аморфный кремній . . . . .	184
Способы полученія кремнія . . . . .	185
Графитовидный кремній . . . . .	187
Алмазный или октаэдрический кремній . . . . .	188
Кремнистый водородъ . . . . .	191
Хлористый кремній . . . . .	193
Водная окись кремнія . . . . .	193
Кремній и азотъ . . . . .	195
<b>Марганецъ и кремній</b> . . . . .	196
<b>Желѣзо и кремній</b> . . . . .	197
Возстановленіе кремнія углемъ въ присутствіи желѣзной окиси и другихъ основаній . . . . .	199
Взаимное дѣйствіе кремнистаго и фосфористаго желѣза . . . . .	201
Кремнистое желѣзо, нагрѣтое съ односѣрнистымъ желѣзомъ . . . . .	201
Закись желѣза и кремнеземъ . . . . .	202
Возстановленіе кремнекислой закиси желѣза углемъ . . . . .	205
Кремнекислая окись железа . . . . .	207
Обожженная на воздухѣ кремнекислая закись желѣза . . . . .	207
Вытопка кремнекислой закиси желѣза, содержащей фосфоръ . . . . .	208
<b>Желѣзо и вольфрамъ</b> . . . . .	208
Закись желѣза и борная кислота . . . . .	208
Окись желѣза и борная кислота . . . . .	209
<b>Желѣзо и углеродъ</b> . . . . .	209
Способъ полученія углеродистаго соединенія желѣза . . . . .	210
Дѣйствіе окиси углерода на желѣзо . . . . .	211
Цементованіе углеродомъ . . . . .	214
Дѣйствіе твердаго углерода на желѣзо . . . . .	215
1. Въ атмосферѣ окиси углерода . . . . .	215
2. Въ атмосферѣ водорода . . . . .	215
Ковкій чугунъ . . . . .	221
Количество углерода въ желѣзѣ . . . . .	223
Наибольшее количество углерода, поглощаемаго чистымъ желѣзомъ . . . . .	225
Желѣзо, марганецъ и углеродъ . . . . .	228
Виды, въ которыхъ углеродъ находится въ желѣзѣ . . . . .	228
Дѣйствіе кремнія на желѣзо, содержащее углеродъ . . . . .	246
Дѣйствіе сѣры на желѣзо, содержащее углеродъ . . . . .	247
Дѣйствіе марганца на сѣрнистый чугунъ . . . . .	254
Дѣйствіе фосфора на желѣзо, содержащее углеродъ и сѣру . . . . .	256
Зеркальный чугунъ и кремнеземъ при накаливаніи . . . . .	258
Дѣйствіе мѣди на желѣзо и марганецъ, содержащіе углеродъ . . . . .	259
Уменьшеніе количества кремнія въ чугунѣ, при плавкѣ его съ одною окисью желѣза, или съ прибавкою марганца . . . . .	260
Плавка сѣрнистаго чугуна съ фосфористымъ чугуномъ, безъ прибавки и съ прибавкою марганца . . . . .	260
Углекислая закись железа . . . . .	261
Углекислая окись железа . . . . .	262
<b>Желѣзо и водородъ</b> . . . . .	263
Дѣйствіе на чугунъ слабой сѣрной и хлористоводородной кислотъ . . . . .	264

Бѣлый чугунокъ . . . . .	264
Исслѣдованія Хана . . . . .	265
Сѣрый чугунокъ . . . . .	268
Дѣйствіе морской воды на чугунокъ . . . . .	269
Сохраненіе чугуна и желѣза въ морской водѣ . . . . .	271

## СПЛАВЫ ЖЕЛѢЗА.

Желѣзо и мѣдь . . . . .	272
Вліяніе сѣры, кремнія и мѣди на качества желѣза и стали . . . . .	276
Желѣзо и цинкъ . . . . .	279
Желѣзо, мѣдь и цинкъ . . . . .	283
Сплавъ Кера . . . . .	283
Сплавъ Айха . . . . .	283
Стерро-металлъ . . . . .	284
Таблица опытовъ по сопротивленію растигиванію стерро-металла . . . . .	285
Виды латуни или неокисляемый чугунокъ . . . . .	286
Желѣзо и марганецъ . . . . .	287
Желѣзо и олово . . . . .	287
Испытаніе способа Штирлинга для приданія рельсамъ твердости помощью олова . . . . .	289
Дѣйствіе олова на чугунокъ . . . . .	291
Желѣзо и титанъ . . . . .	292
Привиллегія Мунета . . . . .	295
Желѣзо и свинець . . . . .	297
Желѣзо и сурьма . . . . .	299
Желѣзо и висмутъ . . . . .	300
Желѣзо и никкель . . . . .	300
Самородное желѣзо, каролиты . . . . .	303
Желѣзо и ковальтъ . . . . .	305
Желѣзо и ртуть . . . . .	306
Желѣзо и серебро . . . . .	308
Желѣзо и золото . . . . .	310
Желѣзо и платина . . . . .	311
Желѣзо и родій . . . . .	314
Желѣзо и палладій . . . . .	314
Желѣзо и осмійстый иридій . . . . .	315
Желѣзо и глиній . . . . .	315
Присутствіе глиніи въ металлахъ вугль . . . . .	317
Желѣзо и хромъ . . . . .	320
Желѣзо и вольфраммъ . . . . .	324
Исслѣдованія Бернулли . . . . .	326
Дѣйствіе волчеца на чугунокъ . . . . .	328
Употребленіе вольфрама при производствѣ литой стали . . . . .	329
Приготовленіе и употребленіе вольфрама . . . . .	332
Желѣзо и молибденъ . . . . .	333
Желѣзо и ванадій . . . . .	333
Желѣзо и танталъ . . . . .	333
Желѣзо и калий . . . . .	334
Желѣзо, натрій и литій . . . . .	334
Желѣзо и глицій . . . . .	335

ЖЕЛѢЗО И БАРИЙ . . . . .	335
ЖЕЛѢЗО И СТРОНЦІЙ . . . . .	335
ЖЕЛѢЗО И КАЛЬЦІЙ . . . . .	335
ЖЕЛѢЗО И МАГНІЙ . . . . .	336

## КНИГА II.

## ЖЕЛѢЗНЫЯ РУДЫ.

ОПИСАНІЕ ЖЕЛѢЗНЫХЪ РУДЪ . . . . .	337
Магнитный жельзнякъ . . . . .	338
Франклинитъ . . . . .	339
Титанистый жельзнякъ . . . . .	340
Красный жельзнякъ . . . . .	341
Желѣзный блескъ . . . . .	342
Красный желѣзнякъ . . . . .	342
Бурый жельзнякъ . . . . .	342
Шпатоватый жельзнякъ . . . . .	343
Глинистые жельзняки . . . . .	345
Кремнеземистые жельзняки . . . . .	347

## МѢСТОРОЖДЕНІЯ ЖЕЛѢЗНЫХЪ РУДЪ ВЪ РОССИИ.

ЖЕЛѢЗНЫЯ РУДЫ УРАЛЬСКАГО ХРЕВТА . . . . .	348
Магнитный жельзнякъ . . . . .	349
Хромистый жельзнякъ . . . . .	354
Красный жельзнякъ . . . . .	355
Бурый жельзнякъ . . . . .	355
Таблица разложеній уральскихъ бурыхъ желѣзняковъ . . . . .	359
Жельзный блескъ . . . . .	360
Титанистый жельзнякъ . . . . .	360
ЖЕЛѢЗНЫЯ РУДЫ ЛУГАНСКАГО ОКРУГА . . . . .	360
Стильская руда . . . . .	360
Руда селенія Скотоватой . . . . .	361
Никитовская руда . . . . .	361
Государево-Баерацкая руда . . . . .	362
Собіевская руда . . . . .	362
Буловинская руда . . . . .	363
Городищенская руда . . . . .	363
МѢСТОРОЖДЕНІЯ ОЛОНЕЦКАГО ГОРНАГО ОКРУГА . . . . .	364
Магнитный жельзнякъ . . . . .	364
Жельзный блескъ . . . . .	365
Бурый жельзнякъ . . . . .	366
МѢСТОРОЖДЕНІЯ ВЪ СИБИРИ . . . . .	366
МѢСТОРОЖДЕНІЯ ВЪ ВЕЛ. КН. ФИНЛЯНДСКОМЪ . . . . .	367

## ПРОВЫ ЖЕЛѢЗНЫХЪ РУДЪ.

I. Провы сухимъ путемъ . . . . .	367
<i>Печи и приборы</i> . . . . .	368
Самодувныя печи . . . . .	368
Печи съ дутьемъ . . . . .	369
Тигли и ихъ приготовленіе . . . . .	371
<i>Флюсы</i> . . . . .	372
Кремнеземъ, стекло, фарфоровая глина . . . . .	372
Глинистый сланецъ, огнепостоянная глина, доменные шлаки, буровое стекло, известь, плакиковый шпатъ . . . . .	373
<i>Взятіе или уменьшеніе на пробу</i> . . . . .	374
<i>Выборъ и количество флюса</i> . . . . .	374
<i>Производство пробы</i> . . . . .	378
Пробы въ самодувномъ горну . . . . .	378
Пробы въ печахъ съ дутьемъ . . . . .	381
Пробы въ тигляхъ безъ набойки . . . . .	382
Провы мокрымъ путемъ . . . . .	383
<i>Раствореніе</i> . . . . .	384
<i>Раскисленіе</i> . . . . .	386
<i>Анализъ мырью</i> . . . . .	388
<i>Опредѣленіе титра</i> . . . . .	389
Желѣзомъ . . . . .	390
Солями закиси желѣза . . . . .	391
Двойной солью сѣрнокислой закиси желѣза и сѣрнокислой окиси аммонія . . . . .	391
Щавелевой кислотой . . . . .	392
<i>Производство пробы</i> . . . . .	392
Кислымъ хромовокислымъ кали . . . . .	392
Минеральнымъ хамелеономъ . . . . .	394
Сравненіе обоимъ способамъ между собой . . . . .	397
Таблица, показывающая сравнительные результаты сухихъ и мокрыхъ пробъ . . . . .	398
<i>Опредѣленіе желѣза по весу</i> . . . . .	399
Опредѣленіе главнѣйшихъ составныхъ частей въ желѣзныхъ рудахъ . . . . .	400
<i>Гигроскопическая влажность</i> . . . . .	400
<i>Химически соединенная вода</i> . . . . .	401
<i>Углекислота</i> . . . . .	401
<i>Органическія вещества</i> . . . . .	401
<i>Марганецъ</i> . . . . .	402
<i>Цинкъ, мѣдь, свинецъ</i> . . . . .	403
<i>Кремнеземъ</i> . . . . .	403
<i>Глиноземъ</i> . . . . .	404
<i>Известь и магнезія</i> . . . . .	405
<i>Сѣра и фосфоръ</i> . . . . .	405

## ПОДГОТОВЛЕНІЕ РУДЪ КЪ ПЛАВКѢ.

Цѣль предварительной подготовки . . . . .	407
Вывѣтриваніе желѣзныхъ рудъ . . . . .	408
Обжиганіе . . . . .	410

<i>Обжиганіе въ кушахъ</i> . . . . .	411
<i>Обжиганіе въ печахъ</i> . . . . .	414
Измелъченіе рудъ . . . . .	423

## КНИГА III.

## ПЛАВКА РУДЪ НА ЖЕЛЪЗО.

ОВЩЕЕ ОБОЗРѢНІЕ . . . . .	425
Древніе способы полученія желъза . . . . .	426
Добыча желъза въ Индіи . . . . .	426
Руды, горючій матеріалъ, печи, воздухоудные приборы. . . . .	427
<i>Печи первого разряда</i> . . . . .	428
<i>Печи второго разряда</i> . . . . .	433
<i>Печи третьего разряда</i> . . . . .	434
<i>Экономическіе выгоды</i> . . . . .	439
Добыча желъза въ Бирмань . . . . .	444
Плавка на островѣ Борнео . . . . .	448
Плавка желъзныхъ рудъ во внутренней Африкѣ . . . . .	451
Плавка на Мадагаскарѣ . . . . .	454
Каталанскій способъ . . . . .	455
Исторія . . . . .	455
<i>Составъ руды</i> . . . . .	458
Горня . . . . .	458
Фурма . . . . .	461
<i>Водотрубная воздухоудка, водяной барабанъ или тромпа</i> . . . . .	462
Дѣйствіе тромпы . . . . .	463
Устройство отдѣльныхъ частей тромпы . . . . .	464
Цилиндрической барабанъ . . . . .	465
Преимущества и недостатки тромпы . . . . .	467
Полезное дѣйствіе тромпы . . . . .	468
Молотъ и наковальня . . . . .	469
Рабочіе . . . . .	471
Веденіе процесса . . . . .	472
Теорія процесса . . . . .	477
<i>Условія, оказывающія вліяніе на свойства получаемого въ каталанскомъ горну     желъза</i> . . . . .	487
<i>Свойства получаемого въ каталанскихъ горнахъ желъза</i> . . . . .	491
<i>Заключеніе</i> . . . . .	491
Усовершенствованія въ каталанскомъ процессѣ . . . . .	492
Корсиканскій или итальянскій способъ . . . . .	495
Руды; устройство горна . . . . .	497
Производство работы . . . . .	498
Продукты первой операціи . . . . .	499
Ихъ обработка . . . . .	500
Плавка въ измѣцкихъ сыродутныхъ горнахъ . . . . .	501
Плавка въ штукъ-офенахъ . . . . .	503
Шведскія печи . . . . .	504
Устройство осмундской печи . . . . .	505

Озерныя руды . . . . .	506
Способъ ихъ добычи . . . . .	506
Составъ озерныхъ и болотныхъ рудъ . . . . .	507
Финляндскія <i>markhyttor</i> . . . . .	511
Сырودутная печь . . . . .	512
Блауфенъ . . . . .	516
Новѣйшіе способы . . . . .	519
Способъ Клея . . . . .	520
Способъ Рентона . . . . .	523
Способъ Шено . . . . .	528
Способъ Йятеса . . . . .	537
Способъ Гурлта . . . . .	540
Способъ Назарова . . . . .	547
Заключеніе . . . . .	551



# ИСТОРИЯ ЖЕЛѢЗНАГО ДѢЛА.

## I. ЖЕЛѢЗО У ДРЕВНИХЪ.

Изъ всѣхъ металлургическихъ операцій, выдѣлку ковкаго желѣза изъ рудъ можно считать наиболѣе простою. Въ самомъ дѣлѣ, стоитъ только взять кусокъ краснаго или бураго желѣзняка и нагрѣвать его втеченіи нѣсколькихъ часовъ древеснымъ углемъ, наблюдая при томъ, чтобы онъ былъ по возможности плотно окруженъ этимъ горючимъ матеріаломъ, и весь кусокъ болѣе или менѣе совершенно превратится въ желѣзо, удобное дляковки и способное вытягиваться въ полосы. По этому первоначальные способы полученія желѣза, которые еще и до настоящаго времени сохранились въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Европы, въ Индіи, въ Африкѣ и пр., требуютъ отъ рабочаго несравненно менѣе искусства чѣмъ выдѣлка, напримѣръ, бронзы. И въ самомъ дѣлѣ, это послѣднее производство требуетъ отъ него знакомства и со свойствами и плавкою мѣди, и олова и съ искусствомъ отливки; а потому и очень естественно, что употребленіе людьми желѣза предшествовало употребленію бронзы. Не смотря на это, нѣкоторые археологи противнаго мнѣнія, по той причинѣ, что бронзовые остатки древности попадаются довольно часто, тогда какъ желѣзо въ этихъ остаткахъ есть величайшая рѣдкость. Но не должно забывать, что желѣзо, даже въ сухихъ климатахъ, очень скоро ржавѣетъ, тогда какъ бронза противится разрушительному дѣйствию атмосферы даже въ сырости. Такимъ образомъ, если-бы даже въ древности желѣзо имѣло и всеобщее распространеніе, то и тогда трудно было-бы надѣяться найти обильные остатки его теперь, такъ какъ способы для предохраненія желѣза отъ ржавчины уже навѣрное не были извѣстны древнимъ.

Кому, когда и при какихъ условіяхъ впервые пришла мысль выдѣлывать изъ камня, встрѣчаемаго подъ ногами, металлъ, который-бы впоследствии могъ служить матеріаломъ для разносторонней дѣятельности человѣческой, объ этомъ исторія не сохранила намъ никакого достовѣрнаго повѣствованія. Наиболѣе древними остатками желѣзной промышленности, сохранившимися до нашего времени, мы можемъ считать недавно найденные среди Синайскихъ

обломковъ шлаки, совершенно похожіе по виду на желѣзные; появленіе ихъ должно отнести къ домоисеевской эпохи. Письменное-же указаніе на существованіе желѣза, впервые мы находимъ у Моисея, который говоритъ, что въ шестомъ колѣнѣ отъ Каина—братоубійцы, у Ламеха и Селмы родился сынъ Овела, который былъ ковачемъ всякаго издѣлія изъ мѣди и желѣза <sup>1)</sup>). По нашему лѣтосчисленію это должно было быть за 3000 лѣтъ до Р. Х.

Не смотря, однако-же, на это указаніе древнѣйшихъ еврейскихъ преданій, многіе историки приписывали желѣзу болѣе позднѣйшее происхожденіе, желая утвердить изобрѣтеніе способовъ его выдѣлки каждый за своимъ народомъ. Такимъ образомъ, напримѣръ, Діодоръ Сицилійскій говоритъ, что первое открытіе способовъ обработки желѣза принадлежитъ будто-бы Даггилямъ горы Ида во Фригії, въ Малой Азїи, которымъ самое происхожденіе желѣза открылось случайно, пожаромъ лѣсовъ, росшихъ на мѣсторожденіяхъ желѣзныхъ рудъ.

Мы не остановимся на розысканіи тѣхъ народовъ, которые впервые ввели у себя выработку желѣза, такъ какъ подобное розысканіе и невозможно, да притомъ и совершенно бесполезно. Вѣроятно все, что первоначальные способы обработки желѣза явились самобытно у многихъ народовъ и развивались во многихъ странахъ независимо, по мѣрѣ успѣховъ ихъ цивилизаціи. Мы остановимся только нѣсколько на такихъ свидѣтельствахъ, историческая достовѣрность которыхъ не подлежитъ сомнѣнію и которыя могутъ показать намъ, въ какое время и въ какомъ положеніи выдѣлка желѣза находилась у разныхъ народовъ.

Разрѣшеніе вопроса было-ли желѣзо въ употребленіи въ Египтѣ въ героическія времена и употреблялась-ли сталь при сооруженіи тамошнихъ памятниковъ, дало поводъ къ многочисленнымъ спорамъ и разбирательствамъ. И, благодаря всѣмъ производившимся по этому поводу изслѣдованіямъ, мы можемъ съ увѣренностью сказать, что въ Египтѣ желѣзо было уже довольно распространено во времена Моисея, т. е. за 1700 лѣтъ до Р. Х.

Между прочимъ, вопросъ этотъ еще недавно былъ разбираемъ Гейнрихомъ Риндъ <sup>2)</sup>). Авторъ этотъ говоритъ, что подобно тому, какъ въ Греціи, между періодами гомерическихъ поэмъ и историческимъ, желѣзо было во всеобщемъ употребленіи, такъ и въ Египтѣ, въ этотъ-же періодъ, хотя, нѣтъ сомнѣній, начавшись раньше, оно уже не составляло рѣдкости. Въ гробу Себо <sup>3)</sup>, изслѣдованномъ Риндомъ, и который, по его мнѣнію, не былъ открытъ приблизительно около двухъ тысячъ лѣтъ, онъ нашелъ на массивныхъ дверяхъ

<sup>1)</sup> Кн. Быт. Глава IV, ст. 22.

<sup>2)</sup> Thebes: its Tombs and their Tenants, etc. (Фивы: ея гробницы и ихъ владѣльцы, древніе и современные, съ замѣткою объ открытіи Некрополя) Гл. VIII, стр. 218, 1862.

<sup>3)</sup> Себо, какъ кажется, родился въ 68, а умеръ въ 9 году до Р. Х.



внутреннихъ усыпальницъ кольца и гвозди «которые были столь-же блестящи «и такъ-же мягки, какъ будто они были только что вынесены изъ кузницы».

Но такъ какъ Египетъ самъ по себѣ, желѣзныхъ рудъ не имѣлъ, что доказано всеми послѣдующими изысканіями, то необходимо предположить, что желѣзо привозилось туда изъ другихъ странъ, и вѣроятно Финиціянами, которые, кромѣ того что имѣли собственные рудники, проникли еще въ Испанію, страну богатую рудоносностью, и оттуда развозили желѣзо по всему побережью Средиземнаго моря. Послѣ Финиціянъ Карфагеняне, а потомъ Римляне продолжали разрабатывать испанскіе желѣзные рудники.

Ассиріянамъ желѣзо такъ же хорошо извѣстно, какъ то доказываютъ намъ изслѣдованія Лайярда, столь обогатившія британскій музей многочисленными и самыми интересными предметами, найденными имъ въ развалинахъ Ниневіи. Между этими вещами нельзя не обратить вниманія на различныя домашнія орудія, какъ напримѣръ, ломы, молотки, ножи, пилы и проч. Между прочимъ, въ числѣ ихъ находится пила, которая совершенно похожа на употребляемая и въ настоящее время плотниками для роспилки крупныхъ бревенъ. Пила эта была описана и нарисована Лайярдомъ<sup>1)</sup>. Она состоитъ изъ клинка 3.60 фут. длиною и по всей длинѣ она имѣетъ 4.72 дюйм. ширины, исключая одного конца, гдѣ она сьужена вѣроятно для того, чтобы быть вдѣланной въ деревянную рукоятку, слѣды которой и дѣйствительно замѣтны. Другой конецъ пилы, къ великому прискорбію сломанный, вѣроятно былъ такой-же. Металлъ этой пилы сильно проржавѣлъ, но тѣмъ не менѣе, не лишился способности притягиваться магнитомъ; а такъ какъ при условіяхъ, въ которыхъ находилась эта пила, магнитной окиси въ ней образоваться не могло, то и должно заключить, что въ ней, подъ корой ржавчины, сохранилось еще металлическое желѣзо. По настоящему виду невозможно опредѣлить, была-ли она выдѣлана изъ желѣза, или изъ стали, это могло-бы быть раскрыто только тщательнымъ химическимъ анализомъ. Какъ образчикъ произведеній древней металлуріи, ржавая пила эта представляетъ собою громадный интересъ. Найдена она была въ сѣверо-западномъ дворцѣ Нимрода, и, какъ предполагаютъ, появленіе ея на свѣтъ не могло быть позже 880 г. до Р. Х., но по всей вѣроятности она и еще болѣе древняго происхожденія.

Употребленіе желѣза, вмѣсто бронзы, на выдѣлку напр. молотковъ, служить яснымъ доказательствомъ, что оно не могло быть въ тѣ времена дороже бронзы, но по всей вѣроятности даже значительно ея дешевле. Справедливость этого вывода какъ нельзя болѣе подтверждается еще и цѣлой массой другихъ предметовъ, вырытыхъ изъ той-же мѣстности, и въ которыхъ бронза покрываетъ только собой желѣзную основу. Съ разрѣшенія Г. Лайярда, мы изслѣ-

<sup>1)</sup> Discoveries in the ruins of Nineveh and Babylon (Открытія въ развалинахъ Ниневіи и Вавилона), p. 195; 1853.

довами одинъ изъ подобныхъ предметовъ и составили ему описаніе, которое было приложено въ 1853 году къ изданному имъ сочиненію <sup>1)</sup>. Это былъ небольшой, отлитый кусокъ, изображающій собой переднюю ногу быка, которая составляла ножку круглой желѣзной подставки, покоящейся на трехъ подобныхъ ножкахъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ она была сильно разтѣдена и въ верхней части своей была надтреснута. Когда ее распілили, то внутри ея найдена была желѣзная основа, которая сверху была залита въ бронзу. Отлитый металлъ былъ совершенно однородный и плотно, безъ малѣйшихъ промежутковъ, прилегалъ къ желѣзу. Было очевидно, даже при простомъ взглядѣ, что желѣзо это было залито въ бронзу, но никакъ не вставлено въ нее послѣ отливки, въ чемъ насъ увѣрилъ также и Робинзонъ Пимлико, человекъ въ высшей степени опытный въ дѣлѣ отливки бронзы. Образчикъ этотъ можетъ повести къ нѣкоторымъ, весьма интереснымъ замѣткамъ. Желѣзо было употреблено въ этомъ случаѣ въ дѣло или для того, чтобы соблюсти экономію въ бронзѣ, идущей на украшеніе, или потому, что этого требовало само сооруженіе. Въ первомъ случаѣ необходимо, чтобы желѣзо имѣло меньшую цѣнность противъ бронзы, а слѣдовательно и было болѣе обыкновенно, нежели то предполагали, а это обстоятельство, наконецъ, въ свою очередь, доказываетъ высказанное уже выше предположеніе, что причину столь рѣдкаго нахожденія желѣза въ остаткахъ древности должно искать именно только въ его способности скоро окисляться и разрушаться на воздухѣ.

Другіе остатки ассирійскаго желѣза заслуживаютъ также не меньшаго вниманія; это суть части кольчуги и двѣ каски съ бронзовыми украшениями. Каски эти сильно проржавѣли, но форма ихъ сохранилась довольно хорошо, и по нимъ все-таки можно опредѣлить, что желѣзо, изъ котораго онѣ выдѣланы, превосходнаго качества, и работа ихъ указываетъ на весьма искуснаго мастера.

Начало желѣзнаго дѣла въ Англіи неизвѣстно. Но по всей вѣроятности, еще до вторженія Цезаря, бретонцы употребляли уже въ дѣло желѣзо и имѣли понятіе о возстановленіи его изъ рудъ. Также почти не подлежитъ сомнѣнію, что римляне извлекали желѣзо въ большомъ количествѣ, и преимущественно въ мѣсахъ Деана <sup>2)</sup> и графства Суссексъ (*Weald of Sussex*), гдѣ еще и до настоящаго времени можно встрѣтить значительныя кучи прежнихъ шлаковъ, между которыми часто открывали римскія монеты и другія

<sup>1)</sup> Въ прибавленіи, стр. 670.

<sup>2)</sup> *The Forest of Dean; an historical and descriptive account, etc.* (Деанскій лѣсъ; историческія и описательныя показанія, извлеченныя изъ личныхъ наблюденій и печатныхъ источниковъ; сост. Николль); стр. 212 и т. д. 1858. Того-же автора: *A Lecture to the archeological Association* (Чтеніе въ археологическомъ обществѣ), 23 іюля, 1860 года.

древности<sup>1)</sup>. Между шлаками, попадающимися въ Суссексѣ находили монеты, царствованій Нерона, Веспасіана и Деоклитіана съ весьма многочисленными обломками различной римской посуды; а въ лѣсахъ Деана находили монету времени Траяна.

Металлъ извлекался изъ рудъ прямо въ видѣ ковкаго желѣза, способами, весьма похожими на Каталанскій, съ которымъ мы познакомимъ читателей ниже. Судя по шлакамъ, весьма богатымъ желѣзомъ и брошеннымъ въ отвалъ, должно заключить, что желѣзо добывалось римлянами изъ рудъ далеко не вполне. Тѣмъ не менѣе нельзя утверждать, чтобы они были совершенно неискусными металлургами. Конечно, открытіе чугуна и плавка рудъ въ доменныхъ печахъ дали возможность извлекать металлъ почти на чисто; но способъ римлянъ полученія изъ рудъ прямо ковкаго желѣза, которое иногда неправильно называютъ чугуномъ (*Smelting*), нельзя и сравнивать съ доменнымъ процессомъ. Онъ скорѣе приближается къ нынѣшнимъ способамъ переработки чугуна въ желѣзо, при которыхъ шлаки получаютъ съ меньшимъ содержаніемъ металла.

Само собою разумѣется, что начало желѣзнымъ разработкамъ Суссекса и пр. было положено все-таки самими бретонцами, и задолго до покоренія ихъ острова римлянами. Уже до нашествія Цезаря, образованность обитателей Британскаго острова была на значительной степени развитія. И въ самомъ дѣлѣ, умѣнье управлять лошадыю и введеніе тѣхъ усовершенствованій въ военное искусство, съ которыми ихъ засталъ покоритель галловъ, ставятъ ихъ несравненно выше того дикаго состоянія, которое имъ почему-то обыкновенно приписываютъ. Если положить, что введеніе желѣза въ какомъ нибудь народѣ выражаетъ конецъ его дикаго состоянія и начало его образованности, то должно необходимо допустить, что бретонцы пережили уже этотъ періодъ, какъ, между прочимъ, ясно доказываютъ и тѣ страшныя кося, которыя находились прикрѣпленными къ осямъ ихъ колесницъ, не говоря уже о самыхъ колесницахъ, которыя также не могли быть построены безъ посредства желѣзныхъ инструментовъ. Цезарь говоритъ, что монета этого народа отчасти состояла изъ *желѣзныхъ колецъ*, стоимость которыхъ опредѣлялась ихъ вѣсомъ (*utuntur aut ocre aut annulis ferreis, ad certum pondus examinatis, pro nummo*); и такъ какъ далѣе онъ говоритъ также, что бронзу они получали изъ заграницы (*oere utuntur importato*), то можно прямо сказать, что слѣдовательно желѣзо выдѣлывалось у нихъ дома. Пред-

<sup>1)</sup> Contributions to Literature, Historical, antiquarian and metrical (Материалы, доставленные исторію, древностями и пр. соч. Маркъ-Антонія Ловера (Lover); M. A. F. S. A), p. 85, 1854. Historical and Archeological Memoir on the Iron works of the South - East of England (Историческія и археологическія замѣтки о желѣзныхъ заводахъ на юго-востокѣ Англій, и преимущественно въ Суссексѣ.)

положивъ это, трудно допустить, чтобы руды, залегающія въ ихъ собственныхъ мѣсахъ, ускользнули отъ нихъ. Какова-бы ни была ошибка Цезаря, когда онъ говоритъ, что Британія *мало* вырабатываетъ желѣза (*nascitur ibi in maritimis regionibus ferrum sed; ejus exigua est copia*), <sup>1)</sup> повѣствованіе его все-таки ясно указываетъ, что ему было извѣстно существованіе желѣза на этомъ островѣ, и трудно было-бы объяснить, какимъ образомъ, помимо указаній самихъ бретонцевъ, свѣдѣнія объ этомъ металлѣ дошли-бы до него. Кромѣ того должно замѣтить, что «морская страна», о которой онъ говоритъ, были по всей вѣроятности мѣста Кента и Суссекса.

Келлеръ, президентъ общества антикваріевъ въ Цюрихѣ, опубликовалъ интересный трактатъ объ четырехугольныхъ болванкахъ ковкого желѣза, косо-обрубленныхъ со всѣхъ сторонъ, такъ что они имѣли видъ какъ-бы двойной пирамиды. Болванки эти найдены были въ различныхъ мѣстностяхъ Швейцаріи, безъ всякаго слѣда горновъ. Вѣсъ ихъ измѣняется отъ 9 до 17 фунтовъ. Келлеръ находитъ, что болванки эти должны быть похожи на тѣ, о которыхъ говоритъ Цезарь; что это была грубая форма желѣза, въ которую оно выдѣлывалось въ первоначальныхъ каталанскихъ горнахъ и въ этомъ видѣ оно продавалось въ различныхъ мѣстности, гдѣ уже изъ болванокъ выдѣлывались желѣзные вещи.

Первоначальные способы полученія желѣза должны были, естественно, различаться, сообразно съ качествомъ рудъ, изъ которыхъ оно добывалось; но общій ихъ характеръ былъ почти повсемѣстно одинъ и тотъ же. Кромѣ рукъ человѣческихъ, при этомъ не употребляли никакихъ другихъ механизмовъ. Дѣлали небольшіе каменные очаги, располагая ихъ на мѣстахъ, болѣе возвышенныхъ, съ тѣмъ, чтобы подвергать ихъ болѣе сильному притоку воздуха. Въ эти очаги закладывали руду вмѣстѣ съ полѣпьями сухихъ дровъ и дрова разжигали, при чемъ притекающій свободно воздухъ поддерживалъ горѣніе, и легкоплавкія части рудъ сами собой отдѣлялись, а остающаяся губчатая масса желѣза проковывалась ручными молотами. Операция продолжалась два и три дня, и въ результатъ получалось нѣсколько фунтовъ желѣза. Очевидно, что при этой операциіи успѣхъ дѣла болѣе всего зависѣлъ отъ благоприятнаго теченія вѣтра и отъ свойствъ горючаго. Этотъ патриархальный способъ полученія желѣза Мунго-Паркъ (шотландецъ, родившійся въ 1771 году и путешествовавшій по Нигеру въ 1795 г.) засталъ еще во внутренней Африкѣ. Въ томъ-же видѣ, нѣтъ сомнѣнія, онъ и по нынѣ существуетъ между дикими народами.

Первыя улучшенія въ выдѣлкѣ желѣза, конечно должны были направиться къ тому, чтобы оградить себя отъ случайностей погоды и измѣчивости

<sup>1)</sup> De Bell. Gall., lib. V cap. XII.

свойствъ горячаго матеріала, и много времени прошло прежде, пока нанали на мысль, какъ это сдѣлать. Первое неудобство отстранили введеніемъ мѣховъ, при посредствѣ которыхъ капризный токъ вѣтра замѣнился правильной струей вдуваемаго воздуха, а второе—замѣненіемъ дровъ, горючія свойства которыхъ измѣняются со временемъ года и съ состояніемъ атмосферы, древеснымъ углемъ, т. е. горючимъ матеріаломъ, совершенно сухимъ, имѣющимъ постоянный и однообразный составъ и способнымъ, въ меньшемъ объемѣ развивать высшую степень жара.

## II. ВЫПЛАВКА ЧУГУНА.

Овладевъ способами управлять дутьемъ и располагая горючимъ матеріаломъ, сохранявшимъ постоянныя качества, направились къ улучшеніямъ въ устройствѣ очаговъ. Такъ какъ вся масса рудъ, изъ которыхъ желѣзо можетъ быть получено, заключаетъ этотъ металлъ въ окисленномъ состояніи, и выдѣленіе изъ нихъ желѣза можетъ быть достигнуто только прикосновеніемъ руды съ раскисляющими газами, происходящими при горѣніи угля, то по этому первоначальныя, низкіе и открытые горна могли служить только для весьма богатыхъ и легкоплавкихъ рудъ, а по мѣрѣ того, какъ желѣзная промышленность распространялась на руды болѣе трудноплавкія, печи потребовалось возвышать, и ихъ постепенно возвышали, придавая имъ различныя формы и различную внутреннюю вмѣстимость.

Высокія печи въ особенности стали распространяться въ VIII вѣкѣ, когда были открыты изобильныя рудники въ Штиріи. Тамъ печи эти получили названіе Stücköfen, и оттуда онѣ распространились по всей Германіи, Франціи и Швеціи. Долгое время печи эти, вмѣстѣ съ оставшимися во многихъ мѣстностяхъ низкими горнами, были единственными приборами, въ которыхъ первобытная металлургія обрабатывала свои руды, получая изъ нихъ прямо желѣзо или сталь, которыя тѣми-же мастерами перерабатывались и въ издѣлія.

Наконецъ только въ концѣ XII или началѣ XIII вѣка произошло капитальнѣйшее открытіе для желѣзнаго дѣла, это—открытіе чугуна. Не смотря на всю важность этого изобрѣтенія, даващаго столь сильный переворотъ всей желѣзной промышленности, время открытія его съ точностью неизвѣстно. Тѣмъ не менѣе, открытіе чугуна намъ кажется какъ нельзя болѣе естественнымъ. Полученіе желѣза изъ рудъ въ высокихъ печахъ, при значительной температурѣ, само собою разумѣется, не могло обойтись безъ того, чтобы часть желѣза не превращалась при этомъ въ чугунъ, а вѣсь чугуна, мало отличающійся отъ вѣса желѣза, и самый наружный видъ его, не позволили

смѣшать его со шлакомъ, но скорѣе могли заставить тѣхъ, кому впервые удалось открыть его, ближе ознакомиться съ его свойствами, что, конечно, между прочимъ, навело и на возможность полученія изъ него также и ковкаго желѣза.

Наиболѣе древнимъ памятникомъ чугунаго производства въ Англіи, относящимся къ XIV столѣтію, Ловеръ считаетъ найденную имъ въ церкви Бурветшъ (Суссексъ) чугунную доску, на которой находятся рельефные крестъ и надпись. По мнѣнію многихъ компетентныхъ антикваріевъ, доска эта можетъ считаться единственною по стилю той эпохи. Надпись на ней сильно попорчена, такъ какъ она долгое время находилась подъ ногами богомольцевъ. Буквы ломбардскія и надпись, при внимательномъ разсматриваніи, кажется слѣдующая:

«ORATE P. ANNEMA JHONE COLINE (или COLINS).»

«Молитесь за душу Джона Коллина.

«На сколько удалось мнѣ собрать свѣдѣній объ личности, о которой гласитъ эта доска», говоритъ Ловеръ, — «это долженъ быть одинъ изъ членовъ древней въ Суссексъ фамиліи Коллиновъ. Фамилія эта впослѣдствіи переселилась въ Сомершъ (Sokenersh), и вмѣстѣ съ соседними жителями занималась фабрикаціей желѣза въ мѣстечкѣ, которое и по настоящее время носитъ имя *Sokenersh-Furnace*.<sup>1)</sup>»

Первыя чугуныя пушки, по мнѣнію Ловера, были отлиты въ 1543 г. (35 годъ царствованія Гейнриха VIII), въ Букстеттѣ, въ Суссексъ, нѣкимъ Ральфомъ Хогге,<sup>2)</sup> который пригласилъ къ себѣ въ компанію Петра Бодъ, француза, по всей вѣроятности съ цѣлью научиться отъ него лучшимъ способамъ отливки. Но, какъ кажется, компанія эта работала не долго; потому что, какъ повѣствуетъ преданіе, «Джонъ Джонсонъ, приглашенный на службу вышепоименованнымъ Петромъ Бодъ, вскорѣ превзошелъ своего хозяина въ отливкѣ пушекъ, изготовляя ихъ болѣе гладкими и болѣе совершенными. А сынъ его Фома Джонсонъ, весьма опытный работникъ, изготовилъ въ 1595 году, и даже ранѣе, графу Кумберландъ сорокъ двѣ чугуныя глыбы, изъ коихъ каждая вѣсила 166 пудовъ.<sup>3)</sup> Не вполне однако доказано, былъ-ли именно Суссексъ мѣстомъ всѣхъ этихъ операцій.

Агрикола, родившійся въ 1494 и умершій въ 1555 году, какъ кажется, зналъ о существованіи чугуна, потому что онъ пишетъ: «желѣзо изъ рудъ легко плавится и его можно отливать. Когда то-же самое желѣзо, по осво-

<sup>1)</sup> Contrib. to Liter., Historic. Antiqu. and metrical. p. 97.

<sup>2)</sup> Тамъ-же стр. 144. Sur l'autorité de Holinshed, t. II, p. 960.

<sup>3)</sup> Sur l'autorité de Holinshed, t. II, p. 403.

«боженіи его отъ шлаковъ, накалить до красна (что нѣмецкій переводчикъ «Агриколы обозначаетъ словомъ frischen—рафинировать), <sup>1)</sup> то оно становится «ковкимъ и можетъ быть обрабатываемо молотками и вытягиваемо.»

Въ шестнадцатомъ столѣтіи, съ каждымъ днемъ увеличивающееся разстройство лѣсовъ, причиненное «всепожирающими желѣзными заводами», какъ ихъ называлъ Евелинъ, надѣлало страшной тревоги. По этому въ первыхъ-же годахъ царствованія Елисаветы (1558—1603), послѣдовалъ приказъ, въ силу котораго запрещалось кому-бы то ни было, подъ опасеніемъ штрафа въ сорокъ шиллинговъ законной англійской монетой, рубить деревья или части деревьевъ, а равно и обращать ихъ въ уголь или другой горючій матеріалъ, пригодный для фабрикаціи желѣза. Приказъ этотъ не распространялся лишь на графства Суссексъ, Суррей и на лѣса Кента <sup>2)</sup>.

Въ 1584 году, т. е. въ двадцать седьмой годъ царствованія Елисаветы, былъ изданъ другой приказъ, имѣющій цѣлью предохранить отъ истребленія строевой лѣсы и графствъ Суссексъ и Суррей, и Кента. «Усматривая», говоритъ этотъ приказъ,—«что по причинѣ крайняго нерадѣнія, или по причинѣ «страшнаго множества желѣзныхъ заводовъ, которые существовали и существуютъ еще въ лѣсахъ графствъ Суссексъ, Суррей и Кентъ, строевые лѣса этихъ мѣстностей претерпѣваютъ страшныя поврежденія, и въ самое короткое время могутъ быть окончательно истреблены, если не принять противъ того мѣры. Мы повелѣваемъ, чтобы съ будущаго праздника Пасхи, «не было воздвигаемо въ вышепоименованныхъ графствахъ ни одного горна, «ни одной кузницы, ни одного завода для выдѣлки желѣза.» Далѣе этимъ приказомъ уже окончательно, подъ опасеніемъ штрафа въ сорокъ шиллинговъ, запрещалось рубить деревья и обугливать ихъ для употребленія на дѣло желѣзныхъ заводовъ. <sup>3)</sup>

Приказъ этотъ, должно сознаться, былъ довольно жестокъ; значеніе его совершенно равносильно тому, какое имѣло-бы въ наше время самое строгое ограниченіе въ добычѣ каменнаго угля. Но дѣлать было нечего; въ царствованіе Елисаветы уменьшеніе лѣсовъ дошло до такой степени, что дѣйствительно должно было опасаться, что дерево, составлявшее тогда единственный горючій матеріалъ и въ общегитіи, дойдетъ до цѣнности неимовѣрной. Съ другой стороны и англійскій флотъ могъ сильно тревожиться, видя, какъ исчезали одно за другимъ эти громадныя деревья, столь необходимыя для

<sup>1)</sup> Georg Agrikola's Mineralogische Schriften, übersetzt von Ernst Lehman. Freyberg, 3 T., Bd. II, S. 227; 1810.

<sup>2)</sup> Some Account of the Worshipful Company of Ironmongers, etc. (Нѣкоторыя свѣдѣнія о почетной компаніи торговцевъ желѣзомъ, почерпнутыя изъ ихъ собственныхъ архивовъ и другихъ подлинныхъ источниковъ, сост. Джонъ Николь); р. 84; 1851.

<sup>3)</sup> Тамъ-же, стр. 118.

постройки его знаменитыхъ судовъ, которые, даже долго спустя, Евелинъ (род. въ 1620 г.) считалъ, послѣ Бога, единственной защитой англійскаго народа, и которые въ наше время, въ эпоху броненосныхъ судовъ, само собою разумѣется, не стоили-бы почти ровно ничего. Вотъ причина почему, въ описываемую нами эпоху, люди подобные Евелину, должны были съ предубѣжденіемъ смотрѣть на чугуны и желѣзо.

Евелинъ говоритъ, что въ его время въ гр. Суссексъ, благодаря опустошеніямъ, которые тамъ произвели желѣзные и стеклянные заводы, остались только самые ничтожные слѣды, а мѣстами такъ и слѣдовъ не осталось, отъ древняго Андрадсвальда, который простирался на 120 миль въ длину и на 30 въ ширину. «Нѣтъ сомнѣнія, говоритъ онъ далѣе,—что для нашихъ желѣзныхъ и пильныхъ заводовъ были-бы болѣе удобны прекрасныя рѣчки и величественныя лѣса Новаго Свѣта, нежели наши истощенныя мѣстности.

Настало время, когда нужно было серьезно стараться изыскать средства замѣнить древесный уголь ископаемымъ, и такимъ образомъ снова принялся за добычу желѣза изъ рудъ. Каменный уголь находилъ себѣ уже примѣненіе въ домашней жизни еще съ 853 года, какъ то положительно доказываетъ одно пожалованье, данное въ это время аббатству Петербору. Въ 1239 г. Гейнрихъ III даровалъ гражданамъ Ньюкэстля грамоту на разработку каменнаго угля. Въ другой грамотѣ, его-же царствованія, изданной въ 1245 году, мы встрѣчаемъ выраженіе «*carbо maris*», т. е. *морской уголь*, и подъ этимъ именемъ онъ продолжалъ быть извѣстнымъ еще не въ слишкомъ давнее время. Въ томъ-же документѣ упоминается также и объ угольныхъ коняхъ, и объ жалованьяхъ находящимся при нихъ рабочимъ. Употребленіе каменнаго угля въ Лондонѣ и его предмѣстьяхъ воспрещалось королевскою прокламаціей Едуарда I, по причинѣ отдѣляемыхъ этимъ горючимъ сѣрнистыхъ паровъ; только одни кузнецы исключались изъ этой прокламаціи; но двадцать лѣтъ спустя даже дворецъ отапливался каменнымъ углемъ. Въ своемъ описаніи Англій, помѣщенномъ въ началѣ хроники, изданной въ 1577 году Холиншедомъ, Харрисонъ писалъ: «Сѣверная и западная части нашего отечества заключаютъ въ себѣ такія неисчерпаемыя богатства каменнаго угля, что ихъ «будетъ вполне достаточно для всего Англійскаго королевства. И нѣтъ сомнѣнія, что скоро будутъ вынуждены обратиться къ ихъ помощи, если не «будутъ стараться вести лѣса лучше, чѣмъ въ настоящее время. И дѣйствительно, не смотря на то, что весьма значительное количество каменнаго «угля везется на материкъ, онъ весь расходуется, кромѣ кузницъ, для кухонь «и квартиръ, какъ это можно уже видѣть въ большей части прибрежныхъ «городовъ, гдѣ до сихъ поръ не имѣли другаго горючаго матеріала, кромѣ «торфа. Миѣ не понятно, почему каменный уголь еще до сихъ поръ не при- «вивается въ графствѣ Суссексъ, гдѣ кузнецы, за неимѣніемъ этого горючаго



«матеріала, принуждены работать на древесномъ углѣ. Я думаю, что длина «перевозки, въ этомъ случаѣ, есть слишкомъ слабое для насъ извиненіе послѣ «того, какъ уголь нашъ перевозится на континентъ» <sup>1)</sup>).

29 февраля 1611 года, королемъ Яковомъ I была выдана Симону Стюртвену привилегія, на тридцать одинъ годъ, на употребленіе «морского или горнаго угля» при различныхъ металлургическихъ операціяхъ и въ особенности при извлеченіи и фабрикаціи желѣза. Судя по словамъ Стюртвена, въ то время въ Англіи существовало *восемьсотъ* желѣзныхъ заводовъ, изъ нихъ 400 были расположены въ графствахъ Сюррей, Кентъ и Суссексъ, 200 въ герцогствѣ Валлійскомъ и 20 въ графствѣ Ноттингамъ; 180 остальныхъ заводовъ были расположены въ другихъ мѣстностяхъ Англіи, Шотландіи <sup>2)</sup> и Ирландіи. Тотъ-же авторъ говоритъ, что въ то время одинъ заводъ тратилъ древеснаго угля болѣе чѣмъ на сумму 500 фунт. стерл. (12.500 фр.). Экономія, которую соблюдали только одни желѣзные заводы, со введеніемъ каменнаго угля, онъ опредѣляетъ въ 320.000 фунтовъ стерлинговъ (8 милліоновъ франковъ) ежегодно. Въ своемъ сочиненіи, изложенномъ въ формѣ вопросовъ и отвѣтовъ и озаглавленномъ *Metallica*, онъ между прочимъ ставитъ слѣдующій вопросъ: «Какія средства должно употребить, чтобы сдѣлать ископаемый уголь столь же пригоднымъ къ металлургическимъ операціямъ, какъ дерево или древесный уголь»? Слѣдующій за этимъ отвѣтъ не разрѣшаетъ задачу, но онъ какъ-бы нѣсколько указываетъ на коксованіе, точное опредѣленіе котораго онъ скрылъ съ умысломъ. Вотъ этотъ отвѣтъ: «Есть три средства: первое состоитъ въ томъ, чтобы сдѣлать ископаемый уголь способнымъ производить совершенно тотъ-же жаръ, какой даетъ дерево или древесный уголь, т. е. чтобы онъ давалъ пламя ни болѣе ни менѣе дѣятельное какъ то, которое даютъ дерево и древесный уголь; второе средство состоитъ въ удаленіи изъ каменнаго угля всѣхъ вредныхъ веществъ, которыя противны хорошимъ качествамъ металла; наконецъ третье средство есть введеніе и прибавленіе въ ископаемый уголь всѣхъ тѣхъ свойствъ, которыми обладаетъ древесный и которые должны также находиться и въ земляномъ углѣ». Сочиненіе *Metallica* вообще преисполнено педантизмомъ и заключаетъ въ себѣ до крайности смѣшную терминологию.

Въ скоромъ времени, однако, за нераденіе и непримѣненіе изобрѣтенныхъ процессовъ къ дѣлу, привилегія была отнята отъ Стюртвена, а въ 1613 г. передана Джону Ровенсонъ. Говорятъ, что Ровенсонъ съ успѣхомъ привелъ въ

<sup>1)</sup> The History of Fossil Fuel, the Collieries and Coal Trade of Great Britain (Исторія ископаемаго горючаго матеріала, каменно-угольныхъ копей и торговли каменнымъ углемъ въ Великобританіи); p. 305; 1841.

<sup>2)</sup> Доддей въ своемъ трактатѣ, опубликованномъ въ 1665 г., говоритъ, что Шотландія вовсе не производила желѣза.

исполненіе то, что только обѣщалъ Стюртвенъ; но фактовъ для подтвержденія этого мнѣнія мы не находимъ. Послѣдствіемъ этой привиллегіи былъ выходъ сочиненія «*Treatise of metallica*». На основаніи этого трактата, какъ кажется, Ровенсону должно приписать честь изобрѣтенія такъ-называемыхъ *сыродутныхъ горновъ* или *волчьихъ печей* (*fours à loupe*), рафинировочныхъ печей и *отдѣльныхъ топковъ*, при которыхъ расплавляемое или накаливаемое вещество находится отдѣльно отъ горючаго матеріала; отражательныя печи имъ описаны весьма ясно. Сочиненіе свое онъ заканчиваетъ фразой, что «въ то время, какъ прежде на постройку обыкновеннаго желѣзнаго завода, необходимо было затратить капиталъ, считая дешево, не менѣе 1000 или 1500 фунт. стерл. (25.000 до 37.000 фр.), отнынѣ, благодаря этому новому изобрѣтенію (т. е. его собственному), капиталъ въ 100 фунт. стерл. (2.500 фр.) дасть тѣ-же результаты, при посредствѣ каменнаго угля и новыхъ печей, если только мѣсто завода позволить установить подобную печь».

Послѣ Ровенсона, попытки примѣненія каменнаго угля, къ обработкѣ желѣзныхъ рудъ были производимы еще Гомбльтономъ, докторомъ Лорденомъ, но только Додлей изъ Типтона принадлежитъ окончательная честь разрѣшеніи столь важной экономической задачи.

Додъ Додлей былъ четвертый незаконный сынъ Эдуарда Лорда Додлей и Елисаветы, дочери Вильяма Томлинсонъ, изъ Додлей. Онъ родился въ 1599 г. и былъ похороненъ 25 октября 1684 г. въ церкви св. Елены въ Ворчестерѣ. Онъ женился на Елеонорѣ, дочери Франциска Гейтоу, которая погребена 3 декабря 1675 г. въ той-же церкви. Потомковъ отъ него, какъ кажется не осталось. Онъ былъ полковникомъ въ войскахъ Карла I, и генераломъ артиллеріи у принца Маврикія. На памятникѣ его, поставленномъ у южной стѣны церкви св. Елены, написано, что онъ былъ заключенъ въ тюрьму и приговоренъ къ обезглавленію, но что приговоръ этотъ не приведенъ въ исполненіе <sup>1)</sup>.

Додлей напечаталъ отчетъ о своихъ опытахъ надъ обработкой желѣза на ископаемомъ углѣ, а самые способы обработки онъ тщательно скрывалъ. Заглавіе его сочиненія было: *Dud Dudley's Metallum Martis*, или *способъ выдѣлки желѣза на морскомъ углѣ и плавленія, очищенія и перечищенія металловъ на томъ-же горючемъ матеріалѣ*. Лондонъ, 1665 г.

Въ 1619 году Додъ Додлей вышелъ изъ Оксфордскаго университета, чтобы принять на себя управленіе отцовскимъ заводомъ, находящемся въ Пеннетѣ (Ворчестерѣ). Заводъ этотъ состоялъ изъ одной доменной печи и двухъ

<sup>1)</sup> Генеалогію его мы заимствуемъ изъ *Herald's Visitation of the County of Stafford*, сочиненія, изданнаго въ 1663 г. и находящагося въ настоящее время въ военной коллегіи въ Лондонѣ. Надпись его памятника перепечатана въ *Nash's Worcestershire*, t. II, app. 149.

горновъ, дѣйствующихъ древеснымъ углемъ. Такъ какъ лѣсъ въ это время съ каждымъ днемъ все болѣе и болѣе истощался, а между тѣмъ почти возлѣ самаго завода находились богатѣйшіе залежи каменнаго угля, то Додлей очень естественно пришло желаніе попробовать замѣнить древесный уголь этимъ новымъ горючимъ матеріаломъ. Онъ измѣнилъ нѣсколько, какъ онъ говоритъ, устройство своихъ печей и былъ на столько счастливъ при первой своей попыткѣ, что добылъ желѣзо *съ выгодой*. Качества металла были найдены вполне удовлетворительными, но количество его не превосходило трехъ тоннъ въ недѣлю. Додлей тотчасъ-же увѣдомилъ о своихъ успѣхахъ отца, который и испросилъ у короля себѣ привиллегію на тридцать одинъ годъ. Въ слѣдующій за полученіемъ этой привиллегіи годъ, 1 мая, случилось страшное наводненіе, уничтожившее не только заводъ Додлей, но и многіе другіе заводы. Разрушеніе Додлей, какъ пишетъ онъ, было по истинѣ праздникомъ для остальныхъ заводчиковъ, которые, благодаря ему, въ послѣднее время должны были почти прекратить дѣйствіе своихъ заводовъ, такъ какъ имъ приходилось продавать желѣзо гораздо дешевле, чѣмъ оно имъ самимъ обходилось. Злоба заводчиковъ на Додлей дошла до того, что они подали на него жалобу королю, увѣряя, что получаемое имъ желѣзо вовсе негодно къ употребленію, вслѣдствіе чего Додлей велѣно было прислать въ Лондонъ образчики издѣлій, предназначенныхъ для арміи и флота, съ тѣмъ, чтобы они были тамъ изслѣдованы компетентными лицами. Результатъ этихъ изслѣдованій былъ благопріятенъ для Додлей и такимъ образомъ всѣ заводчики и продавцы желѣза принуждены были замолчать. Въ такомъ положеніи дѣла оставались до двадцать перваго года царствованія короля Іакова I (1624), когда парламентъ уничтожилъ всѣ привиллегіи. Заводовладѣльцы хотѣли воспользоваться этимъ закономъ, и ввести и у себя выдѣлку желѣза на ископаемомъ горючемъ матеріалѣ; но лорду Додлей и его сыну удалось все-таки оставить за собой привиллегію хотя не на всѣ тридцать одинъ годъ, но на четырнадцать лѣтъ. Степень успѣха, которой достигъ Додлей въ это время въ своемъ изобрѣтеніи, можетъ опредѣлиться тѣмъ, что онъ имѣлъ возможность продавать желѣзо въ то время по 1 р. 25 к. за пудъ (300 фр. за тону). Кромѣ того, на заводѣ своемъ онъ изготовлялъ также и чугуны издѣлія, которыя были превосходнаго качества и продавались несравненно дешевле произведеній всѣхъ другихъ заводовъ.

Однако, не смотря на эти успѣхи, постоянныя противоудѣйствія и интриги другихъ желѣзныхъ заводчиковъ, не имѣвшихъ достаточно прозорливости, чтобы оцѣнить всю важность новаго изобрѣтенія, и постоянныя издержки на опыты подорвали наконецъ энергію и истощили средства Додлей, такъ что онъ былъ вынужденъ закрыть заводы и былъ посаженъ въ тюрьму. До насъ сохранились слѣдующія подробности о причинахъ, обусловившихъ этотъ триумфъ остальныхъ

заводчиковъ. Додлей построилъ еще печь въ Гимлей (Стаффордшейръ), гдѣ онъ выплавлялъ огромную массу чугуна на каменномъ углѣ; но такъ какъ у него не было собственныхъ горновъ для передѣлки этого чугуна въ торговое желѣзо, то онъ и припужденъ былъ продавать его сосѣднимъ заводчикамъ, которые не только что не платили ему за его товаръ денегъ, но даже, гдѣ только возможно, безславили его произведенія. Додлей вынужденъ былъ отдать эту печь заводчикамъ, работавшимъ на древесномъ углѣ, а самъ поѣхалъ въ Аскью (*Askew*, Бриджъ), гдѣ построилъ печь 27 квадр. футовъ, всю изъ камня и къ ней припаровилъ мѣхъ, несравненно большаго размѣра, нежели обыкновенные. Въ печи этой онъ еженедѣльно выплавлялъ до 450 пуд. чугуна—количество въ то время громадное. Но и здѣсь не повезло несчастному Додлей: случилось возмущеніе и построенные имъ мѣха были разрушены, да кромѣ того подоспѣла къ этому-же времени тяжба, и онъ, *несправедливо*, какъ онъ выражается, былъ посаженъ въ тюрьму въ Лондонѣ, за долгъ въ нѣсколько тысячъ фунтовъ стерлинговъ. Однако, на четырнадцатомъ году царствованія Карла I, не смотря на самыя ожесточенныя сопротивленія со стороны весьма многихъ лицъ, Додлей получилъ еще привиллегію на употребленіе каменнаго угля и торфа «не только для выдѣлки чугуна и желѣза, но и для плавки, отливки и рафинованія на этомъ горючемъ всевозможныхъ рудъ, минераловъ и металловъ». Судьба и тутъ продолжала свои преслѣдованія. Вступивъ въ компанію съ двумя капиталистами Бристоля, онъ заложилъ въ 1651 г. новую печь въ окрестностяхъ этого города, и тотчасъ-же припужденъ былъ начать новый процессъ съ своими новыми компаньонами, которые, едва успѣли подписать контрактъ, завладѣли капиталами и матеріалами Додлей, которые, до того времени, находились въ ихъ рукахъ въ видѣ залоговъ, а затѣмъ безчестнѣйшимъ образомъ донесли на него, что онъ былъ роялистомъ, тогдашнему правительству Кромвеля. Все это принесло страшнѣйшій ущербъ капиталамъ Додлей, такъ какъ къ тому-же и привиллегія-то его въ это время потеряла силу.

Додлей сообщаетъ также о попыткѣ весьма многихъ лицъ, которымъ Кромвель и тогдашній парламентъ выдали привиллегію на выдѣлку желѣза на каменномъ углѣ. Громаднѣйшія печи, съ огромнѣйшей затратой капиталовъ, воздвигались въ Деанскомъ лѣсу, и ни одна изъ нихъ не принесла благотворныхъ результатовъ. Додлей, пріѣхавшій по приглашенію, осматрѣлъ всѣ построенные приборы и прямо объявилъ, что они дѣйствовать не могутъ. Вторая привиллегія была выдана Кромвелемъ Джону Коплей, но опыты его, произведенные въ окрестностяхъ Бристоля, также не привели ни къ какимъ результатамъ. Въ 1657 году наконецъ всѣ поголовно отказались, за невозможностью, вести желѣзное дѣло на ископаемомъ горючемъ матеріалѣ.

По возвращеніи Стюартовъ на англійскій престолъ, лордъ Додлей, съ

прискорблемъ видя, что никто не могъ привести начатое имъ дѣло къ благополучному окончанію, почти въ первый-же день приѣзда Карла II представилъ ему записку, убѣждая правительство содѣйствовать дѣлу, на которомъ, по его пророческимъ словамъ, Англія можетъ основать свое богатство и могущество. Но это послѣднее усиліе Доддея не имѣло успѣха, и онъ болѣе не старался дать какой-нибудь ходъ своему изобрѣтенію, а вскорѣ и умеръ.

Не смотря на всѣ громадныя заслуги Доддея, мы не можемъ не сознаться, что самъ онъ, какъ вообще и большая часть изобрѣтателей, нѣсколько преувеличиваетъ достоинства своего способа; такимъ образомъ онъ говоритъ между прочимъ, что получаемый имъ чугунъ не только что дешевле получаемого на древесномъ углѣ, но что онъ отличается отъ него и несравненно лучшими качествами. Доддей продавалъ свой чугунъ по 4 фунт. стерл. за тонну (41½ коп. за пудъ), а брусковое желѣзо по 12 фунт. ст. (1 р. 25 коп. за пудъ); цѣна чугуна, выплавленного на древесномъ углѣ, въ это время было 6 фунт. стерл. 62½ коп. пудъ), а желѣза—отъ 15 фунт. до 18 фунт. ст. за тонну (отъ 1 р. 56 к. до 1 р. 87½ к. пудъ). Въ своемъ трактатѣ Додъ Додлей не дѣлаетъ никакого указанія на самую суть своего изобрѣтенія, но нѣтъ сомнѣнія, что онъ вмѣсто каменнаго угля употреблялъ коксъ. Единственные остатки отъ его работъ въ Аскью (*Askew*) состоятъ изъ шлаковъ.

Послѣ того какъ Додлей окончательно оставилъ всѣ попытки фабрикаціи желѣза на каменномъ углѣ, по словамъ Плота, попытки эти были возобновлены въ Стафордѣ, нѣкимъ Блевстономъ, уроженцемъ южной Германіи, который построилъ въ Вендесбюри печь, дѣйствующую каменнымъ углемъ и притомъ такую, «въ которой до руды достигало только пламя горячаго матеріала». По всей вѣроятности это была отражательная печь; успѣха не имѣла <sup>1)</sup>).

Въ *Philosophical Transactions* за 1676 г., т. XI, стр. 931, мы находимъ статью Гейнриха Поуль (*Poole*), который, описывая современные ему заводы Деакскаго лѣса, говоритъ, что единственнымъ горючимъ матеріаломъ на нихъ былъ древесный уголь, и что было произведено много опытовъ употребленія на это дѣло каменнаго угля, которымъ мѣстность эта изобиловала, но ни одинъ изъ нихъ не привелъ къ удовлетворительнымъ результатамъ. Рабочіе того времени, на основаніи своихъ наблюденій, увѣряли, что пламя каменнаго угля, какъ-бы жарко оно ни было, не проникаетъ достаточно мельчайшія частицы руды, вслѣдствіе чего значительная часть находящагося въ ней металла остается нерасплавленной. Тогдашнія доменные печи имѣли 24 фута въ квадратѣ съ наружной стороны, около 30 фут. высоты и отъ 8 до

<sup>1)</sup> The Natural History of Staffordshire (Естественная исторія графства Стаффордъ, сост. Робертъ Плотъ) Oxford., p. 128, 1866.

10 фут. ширины въ распарѣ. Воздухонувную машину Поуль описываетъ такимъ образомъ: «Позади печи находятся два громадныя мѣха, союда которыхъ проведены въ небольшое отверстіе, лежащее близъ пода. Они приводятся въ движеніе барабаномъ съ кулаками, помещеннымъ на оси огромнаго колеса, приводимаго въ движеніе водой, подобно колесамъ на мельницахъ. Кулаки эти были расположены такимъ образомъ, что они нажимали попеременно то тотъ, то другой мѣхъ и такимъ образомъ выгоняли изъ нихъ воздухъ. Едва-же мѣхъ освобождался отъ дѣйствія кулака, то прикрѣпленный къ концу его противовѣсъ, заставлялъ его снова расширяться, и слѣдовательно снова наполняться воздухомъ». Чугунъ превращается въ желѣзо на рафинировочныхъ горнахъ, имѣющихъ видъ «открытаго тигля» и дѣйствующихъ каменнымъ углемъ.

Громадный промежутокъ времени истекъ прежде, нежели возобновились попытки обработки желѣзныхъ рудъ на каменномъ углѣ; и только наконецъ въ 1735 году, нѣкто Авраамъ Дерби съ полнѣйшимъ успѣхомъ разрѣшилъ эту задачу на заводѣ Колеброкъ (Шропшеъръ). На этомъ-то самомъ заводѣ нѣкогда отецъ Авраама примѣнилъ формовку при отливкѣ чугуна. Фамилія Дерби поэтому принадлежитъ къ числу наиболѣе почетныхъ въ исторіи желѣзнаго дѣла Великобританіи.

Около эпохи Ворчестерской битвы (3 сентября 1651), печь Колеброкъ Дэлъ принадлежала одному изъ членовъ фамиліи Вольфъ. Это тотъ самый Вольфъ, который спряталъ послѣ сраженія бѣгущаго короля у себя въ овницѣ, въ то время какъ жена его угощала преслѣдовавшихъ короля солдатъ хлѣбомъ и пивомъ. Вслѣдъ за этимъ заводъ перешелъ въ руки Фокса, который отливалъ на немъ ядра и гранаты для правительства. Вслѣдствіе разрыва плотины, заводъ этотъ сильно пострадалъ и принужденъ былъ остановить свои дѣйствія, а самъ Фоксъ отправился съ Петромъ Великимъ въ Россію и дальнѣйшая исторія его неизвѣстна.

Около 1670 г. Джошъ Дерби занималъ возлѣ Додлей (Ворчестеръ) ферму, известную подъ именемъ *the Wren's Nest*. Онъ женился въ 1675 г. и прижилъ сына, которому далъ имя Авраамъ (1677) и котораго впоследствии онъ отдалъ въ ученіе къ мастеру солодомольныхъ мельницъ въ Бирмингамѣ. Въ 1698 году срокъ ученія его окончился, онъ женился и переѣхалъ въ Бристоль, гдѣ самъ открылъ мастерскую мельницъ. Шесть лѣтъ спустя онъ поѣхалъ въ Голландію, откуда вывезъ съ собой нѣсколькихъ литейщиковъ мѣди, и въ 1706 г., въ компаніи съ четырьмя личностями, открылъ въ Бристолѣ мѣдно-литейный заводъ, которому далъ названіе *Babstist Mills*. Въ это-же время пришла ему идея, замѣнить мѣдь чугуномъ и онъ уговорилъ своихъ мастеровъ-голландцевъ попробовать отливать чугунъ въ песчанныя формы, но опытъ этотъ не удался.

Въ это-же время случилось въ герцогствѣ Валлійскомъ одному пастуху, по имени Джонъ Томасъ, благополучно доставить своему хозяину заблудившееся въ горахъ и застигнутое тающими снѣгами стадо и получить за то въ награду четырехъ спасенныхъ имъ овецъ. Молодой пастухъ тотчасъ-же продалъ съ нихъ шерсть и приобрѣлъ такимъ образомъ средства на покупку новаго платья, а затѣмъ, продавши и самыхъ овецъ и почувствовавъ себя такимъ образомъ ужъ чуть-ли не капиталистомъ, молодой Джонъ рѣшился оставить свое ремесло и отпросился у хозяина итти въ Бристоль искать счастья. Но такъ какъ, не имѣя мѣста, онъ могъ быть силой завербованъ въ войска, тѣмъ болѣе, что это было во время войны герцога Мальборуга, то онъ и просилъ, чтобы хозяинъ порекомендовалъ его, какъ ученика, одному изъ родственниковъ своихъ въ *Baptist Mills*. Такимъ образомъ, во ожиданіи, когда онъ приищеть себѣ мѣсто, Джонъ Томасъ оставался на этомъ мѣдномъ заводѣ. Когда, при этомъ, въ одинъ прекрасный день ему удалось присутствовать при неудачныхъ опытахъ голландцевъ надъ отливкою чугуна, онъ сказалъ Аврааму Дерби, что кажется онъ понимаетъ причину неудачи голландцевъ. Онъ испросилъ позволеніе самому попробовать отливку, и вдвоемъ съ Авраамомъ Дерби провелъ цѣлую ночь въ литейной. Результатомъ этой ночи былъ отлитый ими, еще до наступленія утра, чугунный котель. Затѣмъ было положено вступить Джону Томасъ на службу къ Аврааму Дерби и держать свое изобрѣтеніе въ секретѣ. Другіе заводчики провѣдали объ этомъ и старались всѣми мѣрами переманить Джона къ себѣ, предлагая ему двойное жалованье и пр., но онъ остался вѣренъ своему хозяину и даже вѣрность свою выказалъ и его вдовѣ и дѣтямъ во время ихъ несчастій. Съ 1709 до 1728 г. члены семейства Томасъ были повѣренными въ дѣлахъ потомковъ Авраама Дерби, и болѣе ста лѣтъ послѣ той ночи, когда Томасъ и его хозяинъ достигли возможности отливать чугунъ въ форму изъ тонкаго песка, набитаго въ деревянную раму, въ которой продѣланы отверстія для прохода воздуха, способъ этотъ все еще держался въ секретѣ. Литейна постоянно была закрыта, и только обладатель секретомъ могъ проникнуть въ нее.

Вмѣстѣ съ другими компаньонами завода *Baptist Mills*, на Дерби смотрѣли также, какъ на сумасшедшаго и неразумно тратящаго капиталы на безплодные опыты. Компанія ихъ разстроилась и Дерби, взявъ свои капиталы, въ 1709 году приобрѣлъ печь Колеброкъ Дэлъ и переѣхалъ туда съ семействомъ и Джономъ Томасъ. Новая мѣстность была чрезвычайно удобна для желѣзнаго дѣла; кромѣ желѣзныхъ рудъ, плавѣнника для флюса, и лѣса, доставляющаго горючій матеріалъ, здѣсь-же подъ руками находился ручей, служащій двигителемъ для заводскаго дѣйствія. Здѣсь Авраамъ Дерби построилъ еще вторую печь и заключилъ условіе на доставку ему рудъ многими владѣльцами мѣсторожденій. Авраамъ Дерби умеръ 8 марта 1717 года,

на сороковомъ году, оставивъ послѣ себя жепу и двухъ сыновей, изъ коихъ старшій Авраамъ, родился 12 марта 1711 года.

Въ 1730 году, молодой Авраамъ Дерби принялъ на себя управление заводомъ Колеброкъ Дэль. Такъ какъ въ это время недостатокъ древеснаго угля уже весьма замѣтно давалъ себя чувствовать, то онъ пробовалъ пускать въ дѣло смѣсь изъ каменнаго угля съ древеснымъ; но опыты его не удались. Между 1730 и 1735 годами, онъ началъ дѣлать опыты коксованія въ кучахъ, подобныхъ тѣмъ, въ которыхъ выжигается древесный уголь. Расположивъ кучу на нарочно для того подготовленной почвѣ, онъ покрылъ ее сверху глиной и шлаками, оставивъ въ покрывкѣ только немного отверстій, чтобы горѣніе внутри ея могло происходить по возможности медленно. Полученный коксъ онъ цустилъ въ печь вмѣсто угля, и шесть дней и шесть ночей не отходилъ отъ печи, наблюдая самъ за засыпью, безъ сна и принимая пищу тутъ-же у колошника. Наконецъ, на шестой вечеръ, послѣ нѣсколькихъ неудачъ, выпускъ чугуна совершился счастливо. Послѣ этого онъ тутъ-же упалъ и заснулъ, и сонъ его былъ такъ крѣпокъ, что мастера могли отнести его домой, на разстояніи четверть мили, и при этомъ онъ не проснулся. Затѣмъ успѣхъ Дерби быстро растетъ. Чтобы увеличить силу дѣйствія наливныхъ колесъ 24 футовъ въ діаметрѣ, онъ построилъ «огненную машину». т. е. паровую, которая поднимала воду изъ низкихъ резервуаровъ въ самые верхніе и приводила въ движеніе самые огромные мѣха, какіе только въ то время воздвигались. Онъ закупалъ лучшія руды и построилъ семь печей съ пятью машинами. Въ 1754 году была пущена имъ первая печь на новомъ заводѣ Хорсгэй (Horsehay). Въ 1756 г. заводъ этотъ былъ въ полномъ ходу, выдѣлывая отъ 1250 до 1365 пудовъ чугуна въ недѣлю, который тотчасъ-же и продавался съ огромнымъ барышемъ. Въ это-же время заводы Хорсгэй и Колеброкъ Дэль были соединены между собой *железными рельсами*, по которымъ въ особыхъ вагонахъ перевозились матеріалы и продукты. Авраамъ Дерби умеръ 31 марта 1763 г., пятидесяти двухъ лѣтъ отъ року. Онъ былъ невысокаго роста, деликатнаго тѣлосложенія, но весьма энергичный и дѣятельный <sup>1)</sup>.

Старшій сынъ этого Дерби, названный также Авраамомъ и родившійся 24 апрѣля 1750 г., вступилъ въ управленіе Колеброкъ Дэль раньше, чѣмъ

<sup>1)</sup> Въ Philosophical Transactions за 1747 годъ, мы находимъ указаніе на нѣкоего Форда, который выдѣлывалъ на заводѣ Колеброкъ Дэль по произволу ломкое и волокнистое желѣзо и отливалъ чугуныя пушки, металлъ которыхъ былъ такъ мягокъ, что ихъ можно было обтачивать совершенно также легко, какъ желѣзные. Ричардъ Фордъ служилъ на заводѣ Колеброкъ Дэль; онъ женился на старшей дочери отца Авраама Дерби Маріи, 1 августа 1718 г. Послѣ смерти тестя, въ 1747 году, Фордъ купилъ часть въ заводѣ Колеброкъ Дэль, но былъ несчастливъ въ своихъ предпріятіяхъ.



ему минуло восемнадцать лѣтъ. Въ 1788 году онъ получилъ золотую медаль за постройку моста черезъ Севернъ, — перваго чугунаго моста. Онъ умеръ 20 марта 1791 г., сорока одного года отъ роду.

Употребляемый вмѣсто древеснаго угля коксъ, потребовалъ большаго давленія воздуха въ печахъ, по этому прежніе мѣха, мало-по-малу стали замѣняться болѣе сильными воздуходушными машинами. Первая цилиндрическая воздуходушная машина была установлена въ 1760 году, на заводѣ Каропа, докторомъ Робукъ <sup>1)</sup>. Она состояла изъ четырехъ чугунныхъ однодушныхъ цилиндровъ, изъ коихъ каждый имѣлъ  $4\frac{1}{2}$  фут. въ діаметрѣ; цилиндры эти дѣйствовали постепенно одинъ за другимъ, такъ что теченіе воздуха было почти ровное и непрерывное. Чтобы придать ему однако еще большую ровность, воздухъ предварительно впускали въ большія камеры, называемыя регуляторомъ, откуда онъ уже вытекалъ въ печь. Введенные послѣ этихъ простыхъ цилиндровъ, цилиндры двудушные и до сихъ поръ еще находятся во всеобщемъ употребленіи. Въ настоящее время на заводѣ Довлай устроена воздуходушная машина, цилиндръ которой имѣетъ 12 фут. въ діаметрѣ; ходъ поршня = 12 футамъ; въ минуту поршень проходитъ двадцать разъ въ обѣ стороны. Давленіе воздуха, которое производитъ эта машина =  $3\frac{1}{2}$  фунтамъ на кв. дюймъ. Труба, отводящая воздухъ, имѣетъ 6 футовъ въ діаметрѣ и 42 фута длины и замѣняетъ собою регуляторъ. Паровая машина, приводящая въ движеніе эту воздуходушную машину, имѣетъ 650 лошадиныхъ силъ. Это до сихъ поръ единственный по величинѣ воздуходушный цилиндръ.

### III. УПОТРЕБЛЕНІЕ НАГРѢТАГО ДУТЬЯ.

Въ 1828 году, директоръ газоваго завода въ Глазговѣ Джемсъ Нильсонъ (James Beaumont Neilson) взялъ привилегію на примѣненіе къ горнамъ и вагранкамъ горячаго дутья. Онъ предложилъ проводить воздухъ отъ воздуходушной машины не прямо въ печь, а предварительно въ пріемникъ, т. е. въ желѣзный или другой какой ящикъ, нагрѣтый почти до красна; при семъ онъ говоритъ, что вмѣстимость этого ящика для горновъ должна быть около 1200 куб. дюймовъ, для небольшихъ вагранокъ — 10,000 куб. дюймовъ, а для печей и горновъ большаго размѣра, необходимо устроивать или нѣсколько пріемниковъ, или, если хотять ограничиться однимъ, то придавать ему надлежащіе, болѣе крупныя размѣры.

Самъ изобрѣтатель, какъ кажется, еще плохо понималъ, какую громадную услугу готовился онъ принести заводскому дѣлу. Въ самомъ дѣлѣ, упо-

<sup>1)</sup> History of the Iron Trade; p. 83; 1854.

миная въ своей привиллегіи лишь о горнахъ и вагранкахъ, онъ предполагаетъ, какъ-будто, примѣнить свое изобрѣтеніе лишь ко второстепеннымъ работамъ, а не къ доменнымъ печамъ громадныхъ размѣровъ. Тѣмъ не менѣе выгоды, которыя представляло собою нагрѣтое дутье въ отношеніи сбереженія горючаго матеріала, такъ быстро стали извѣстны всѣмъ шотландскимъ заводчикамъ, что въ 1835 году оно было введено на всѣхъ заводахъ въ Шотландіи, исключая одного, гдѣ однако его уже собирались въ это время ввести.

Преимущества нагрѣтаго дутья, какъ берегающаго до 10 проц. горючаго матеріала, передъ холоднымъ, въ настоящее время не подлежатъ никакому сомнѣнію, но въ первое время его примѣненія многіе недовѣрчиво взглянули на него. Такъ Мартенъ <sup>1)</sup> говоритъ, что «многіе заводовладѣльцы думали совершенно наоборотъ, что холодный воздухъ благотворище дѣйствуетъ на ходъ плавки, и мнѣніе это они основывали на томъ, что зимой недѣльный выходъ у нихъ чугуна былъ обыкновенно значительнѣе, чѣмъ лѣтомъ. Однако болѣе тщательныя изысканія скоро убѣдили, что атмосферная температура, начиная съ морозовъ и кончая лѣтними жарамъ, положительно остается безъ всякаго вліянія на ходъ плавки; но что дѣйствительно нѣсколько болѣе вялый ходъ печей въ одно изъ этихъ временъ года зависитъ отъ влажности, которая въ видѣ совершенно незамѣтныхъ паровъ постоянно находится въ воздухѣ, и при томъ, въ жаркую погоду, нѣсколько въ большемъ количествѣ, чѣмъ въ холодную. Вѣра въ холодное дутье была такъ сильна у тогдашнихъ заводчиковъ, что очень многіе изъ нихъ лѣтомъ употребляли всевозможныя усилія, чтобы охладить вдуваемый воздухъ; нѣкоторые пропускали его, между прочимъ, черезъ холодную воду, что, само собою разумѣется, влекло за собой еще меньшій выходъ чугуна, такъ какъ воздухъ, ужъ и безъ того влажный, при этомъ еще болѣе насыщался водяными парами».

Что касается до измѣненія температуръ въ воздухѣ, то Мартенъ упустилъ изъ виду то обстоятельство, что если печь дѣйствуетъ безъ искусственнаго нагрѣванія воздуха, то лѣтомъ, во время сильныхъ жаровъ, когда, слѣдовательно, воздухъ находится въ наиболѣе разрѣженномъ состояніи, воздуходувная машина должна дѣйствовать съ болѣею скоростью, нежели зимой, чтобы этимъ путемъ достигнуть возможности въ одно и то-же время вводить одно и то-же количество кислорода, необходимаго для горѣнія. Легко можетъ быть, что и мастера забывали обращать на это обстоятельство достоюмное вниманіе, а это-то ихъ и заставило сдѣлать столь неблагопріятный отзывъ о выходѣ чугуна лѣтомъ. Во всякомъ случаѣ, нѣтъ сомнѣнія, что и обиліе влажности въ тепломъ воздухѣ не должно остаться безъ вліянія на ходъ плавки, но,

<sup>1)</sup> Proceedings of the Institution of mechanical Engineers, 1839, p. 62.

тѣмъ не менѣе, нѣтъ никакого основанія этой одной причинѣ приписывать всё неудачи.

Заводъ Клейдъ (Clyde) былъ первый, на которомъ было пущено въ ходъ нагрѣтое дутье при выплавкѣ чугуна изъ рудъ. Работа велась на коксѣ изъ угля, извѣстнаго тамъ подъ именемъ *splint-coal*; это смолистый уголь, не спекающійся, богатый кислородомъ и дающій 45 проц. кокса; руда тамошняя — глинистые сферосидериты, а флюсъ — известнякъ <sup>1)</sup>. Первые шесть мѣсяцевъ 1829 г., при употребленіи холоднаго дутья, на каждый пудъ чугуна, необходимо было тратить столько кокса, сколько его выходило изъ 8 пуд. угля; въ теченіи же первыхъ шести мѣсяцевъ слѣдующаго года, когда стали употреблять воздухъ, нагрѣтый до 300° Фаренгейта (148° Цельз.), на пудъ чугуна затрачивалось количество кокса, соотвѣтствующее 5 пуд. каменнаго угля. Такимъ образомъ, на каждый пудъ чугуна въ экономіи оставалось 3 пуда угля, и если положить на нагрѣвъ воздуха 20 фунтовъ, то все-таки чистой прибылью остается 2½ пуда угля на пудъ чугуна.

Въ 1831 году на заводѣ Кальдеръ стали вмѣсто кокса употреблять каменный уголь. Опыты увѣнчались полнѣйшимъ успѣхомъ, и способъ этотъ быстро распространился по всей Шотландіи. Вдуваемый при этомъ въ печь воздухъ нагрѣвали до температуры плавленія свинца (325 — 335° Ц.), а тогда и цинка (450 — 500° Ц.), такъ что сопла съ водянымъ охлажденіемъ, стали положительною необходимостью.

Первые шесть мѣсяцевъ 1833 года, заводъ Клейдъ затрачивалъ, по этому новому способу, на каждый пудъ чугуна 2⅓ пуда угля, не принимая въ соображеніе полтора пуда, идущіе на подогревъ воздуха, такъ что весь расходъ составляетъ 3 пуд. 33 фунт. угля на пудъ чугуна.

Результаты дѣйствія завода Клейдъ относительно выхода чугуна и расхода горючаго матеріала въ теченіи означенныхъ трехъ періодовъ, при одной и той-же воздуходувной машинѣ, обозначены въ слѣдующей таблицѣ:

Коксъ и холодное дутье. Отъ 7 января до 19 авг. 1829 г.		Коксъ и нагрѣтое дутье. Отъ 6 января до 30 іюня 1830 г.		Кам. уголь и нагрѣтое дутье. Отъ 9 января до 30 іюня 1833 г.	
Недѣльная производи- тельность трехъ домен- ныхъ печей.	Средній рас- ходъ угля на пудъ выплав- ляемаго чу- гуна.	Недѣльная производи- тельность трехъ домен- ныхъ печей.	Средній рас- ходъ угля на пудъ выплав- ляемаго чу- гуна	Недѣльная производи- тельность че- тырехъ домен- ныхъ печей.	Средній рас- ходъ угля на пудъ выплав- ляемаго чу- гуна.
пуды.	пуды.	пуды.	пуды.	пуды.	пуды.
6 860	8	10 044	5.3	15 179	2.3

<sup>1)</sup> Свѣдѣнія эти замѣствованы нами изъ записки д-ра Кларка: о *примѣненіи нагрѣтаго дутья къ выплавкѣ чугуна.*

Такимъ образомъ, благодаря нагрѣтому дутью, одно и то-же количество горючаго матеріала производило втрое болѣе чугуна и одно и то-же количество вдуваемаго воздуха производило дѣйствіе вдвое сильнѣйшее, чѣмъ прежде. При этомъ не должно во всякомъ случаѣ забывать, что выводъ этотъ только мѣстный, и что при сравненіи этихъ различныхъ способовъ необходимо было обратить самое строгое вниманіе на то, чтобы употребляемый уголь былъ во всѣхъ случаяхъ одинаковаго состава. Само собою разумѣется, что если-бы мы вздумали повторить только что приведенныя изслѣдованія въ другой мѣстности, гдѣ каменный уголь имѣетъ иной какой-нибудь составъ, то мы могли-бы получить и другіе результаты.

Воздуходувная машина на заводѣ Клейдъ состояла изъ цилиндра 8 фут. высоты и  $6\frac{3}{4}$  фут. въ діаметрѣ и дѣлала восемнадцать движеній въ минуту. Машина эта доставляла воздухъ въ три, или четыре, смотря по надобности, доменные печи, изъ коихъ каждая снабжена двумя фурмами, имѣющими 2,9 дюйм. въ діаметрѣ. Калоша состояла въ 1829 году изъ 15 пуд. кокса, 10 пуд. обожженной руды и  $2\frac{1}{2}$  пуд. известяка. Въ 1830 г. она составлялась изъ 15 пуд. кокса, 15 пуд. обожженной руды и  $4\frac{1}{2}$  пуд. флюса; наконецъ въ 1833 г. калоша составлялась изъ 15 пуд. каменнаго угля, 15 пуд. обожженной руды и 3 пуд. флюса.

#### IV. ПРИМѢНЕНІЕ ТЕРЯЮЩИХСЯ ИЗЪ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ ГАЗОВЪ.

Болѣе пятидесяти лѣтъ тому назадъ во Франціи уже сознали всю важность пользованія газами, теряющимися изъ доменныхъ печей, и задача примѣненія ихъ уже была достаточно разрѣшена. Тѣмъ не менѣе, всего какіе-нибудь двадцать пять лѣтъ прошло съ тѣхъ поръ, какъ на это примѣненіе обратили серьезное вниманіе заводчики англійскіе и вообще остальной Европы. Въ Англій, Пальмеръ Буддъ былъ первый, воспользовавшійся съ успѣхомъ теплотою, до того времени даромъ теряющихся газовъ. Стараясь воспользоваться преимущественно только скрытымъ теплородомъ, Буддъ упустилъ даромъ весьма большое количество газовъ, которые можно было-бы улавливать и сжигать. Полнаго пользованія газами впервые достигли на заводахъ княжества Валлійскаго и въ Шотландіи; въ Англій же тогда способъ этотъ былъ примѣненъ только въ весьма немногихъ мѣстностяхъ. Многіе заводо-владѣльцы южнаго Стаффордшейра и тутъ стали увѣрять, что всѣ эти способы не удобны при ихъ нечашъ, и опирались при этомъ на то, что будто-бы многіе изъ ихъ сотоварищей уже затратили значительныя суммы на всѣ

эти примѣненія, но всё ихъ старанія въ этомъ дѣлѣ не привели ни къ какимъ результатамъ. Но они должны были-бы вспомнить, что на практикѣ каждое нововведеніе встрѣчаетъ кучу препятствій, особенно это часто повторяется въ металлургическихъ операціяхъ, гдѣ нерѣдко руководителями работъ являются такъ называемые *практики*, не имѣющіе въ своихъ дѣйствіяхъ никакихъ другихъ основаній кромѣ рутины. И эти-то люди, въ большей части случаевъ, бываютъ на столько-же упрямы, на сколько и невѣжды; систематически становятся они наперекоръ рѣшительно каждому нововведенію, которому не они сами положили начало. Благодаря Бога, теперь, однако, съ каждымъ днемъ мы приобретаемъ все болѣе и болѣе вполне просвѣщенныхъ практиковъ, которые, наконецъ, мало по малу, вѣроятно вытѣснятъ практиковъ рутинеровъ, проводившихъ цѣлую жизнь въ какомъ-нибудь захолустьи, считающихъ совершенно излишнимъ изъ книгъ знакомиться съ тѣмъ, что дѣлается на бѣломъ свѣтѣ и вѣчно съ какимъ-то недоброжелательствомъ смотрящихъ на каждое новое открытіе и примѣненіе, которое не перешло къ нимъ по наслѣдству отъ дѣдовъ и прадѣдовъ ихъ. Но пока, съ прискорбіемъ должно сознаться, что людей этихъ еще много у насъ. Очень часто также, вполне обеспеченные запасы руды и горючаго матеріала, и однажды приобретенная добрая слава на рынкахъ, заставляли управляющихъ заводами съ полнымъ равнодушіемъ относиться ко многимъ улучшениямъ. Но теперь прошли эти блаженные времена, и тѣ люди, которые до сихъ поръ пренебрегали всеми новыми усовершенствованіями, теперь, при видѣ опаснаго соперничества со стороны людей образованныхъ, предприимчивыхъ и опытныхъ, сами употребляютъ всё усилія, чтобы не отстать отъ нихъ. Никогда конкуренція не была такъ оживлена и такъ сильна какъ въ настоящее время, а экономія расходовъ при заводскихъ операціяхъ теперь сдѣлалась предметомъ первостепенной важности, и нѣтъ сомнѣній, что скоро настанетъ время, когда не будетъ ни одного завода, гдѣ-бы теряли совершенно непроизводительно колошниковые газы доменныхъ печей и не давали надлежащаго примѣненія этому драгоценному горючему матеріалу.

Въ іюнѣ 1814 года Бертъ далъ весьма интересныя свѣдѣнія объ способахъ, которые существовали тогда во Франціи для примѣненія колошниковыхъ газовъ къ цементованію стали, обжогу извести, кирпича и проч. <sup>1)</sup> Первымъ примѣненіе это сдѣлалъ нѣкто Оберто (Aubertot), владѣтель завода въ Шерскомъ департаментѣ. Онъ взялъ въ 1811 году на свое открытіе привиллегію, въ которой, впрочемъ, ограничился только удержаніемъ за собой права примѣнять газы къ цементованію стали, предоставляя всё другія

<sup>1)</sup> Sur plusieurs moyens imaginés pour employer la flamme perdue des hauts fourneaux, des foyers de forges, etc. Journ. des mines, t. XXXV, p. 373; juin 1814.

примѣненія, съ полнѣйшимъ безкорыстіемъ, своимъ собратамъ — другимъ заводчикамъ. «Будучи далекимъ отъ того, чтобы препятствовать заводчикамъ примѣнять газы ко всѣмъ другимъ процессамъ», говоритъ Бертье, — «Оберто, напротивъ того, съ самой великодушнѣйшей любезностью самъ знакомитъ заводчиковъ съ малѣйшими подробностями своего изобрѣтенія и даетъ имъ всевозможныя указанія, какихъ они у него просятъ. И почти всѣ его сосѣди не преминули воспользоваться его открытіемъ, и многіе извлекали изъ этого для себя большія выгоды». Бертье посѣтилъ четыре завода, управляемые Оберто, такъ что всѣ его описанія заимствованы изъ личныхъ его наблюденій. Вотъ, что говоритъ Бертье по этому поводу: «Я считаю совершенно нелишнимъ познакомить всѣхъ металлурговъ съ открытіемъ, которое должно принести съ собою обильные плоды и польза котораго даже ужъ въ настоящее время (1814) не подлежитъ ни малѣйшему сомнѣнію, такъ какъ благотворные результаты его уже положительно подтверждены четырехлѣтними опытами»<sup>1)</sup>.

Для обжоба извести и кирпичей, возлѣ колошника, на сторонѣ его, противуположной той, чрезъ которую производится засыпь, была построена призматическая печь. Газы прямо отъ колошника отводились въ печь чрезъ отверстіе, имѣющее полтора фута въ квадратъ. Отверстіе это запиралось чугунной заслонкой, которая, двигаясь въ вертикальныхъ пазахъ, служила для управленія притокомъ газовъ въ печь, и оканчивалось подъ кирпичнымъ сводомъ, составляющимъ подъ печи и имѣющимъ четыре отверстія по угламъ и пятое по серединѣ. Эти послѣднія пять отверстій служили для равномернаго распредѣленія газовъ внутри печи и тѣмъ обусловливали равномерную въ ней температуру. Само собою разумѣется, печь должна была нагружаться постоянно на столько неплотно, чтобы входящіе въ нее газы имѣли довольно свободный проходъ отъ низу вверхъ. Когда насадка въ печь сдѣлана, то заслонку въ отверстіи, проводящемъ колошниковые газы въ печь, приподымаютъ, но только не болѣе какъ на 2 или на 3 дюйма. Пламя быстро входитъ чрезъ него въ печь и тамъ, благодаря пяти отверстіямъ въ подѣ, распредѣляется по всей шахтѣ. Этотъ *малый огонь*, какъ его тогда называли, поддерживали въ печи отъ двадцати четырехъ до тридцати шести часовъ. За тѣмъ заслонку поднимали постепенно все болѣе и болѣе, до тѣхъ поръ, пока наконецъ, отверстіе ни доходило до 6 или 8 дюймовъ высоты. При этомъ уже весь газъ, выходящій изъ доменнаго колошника проводился въ печь и этотъ *большой огонь* поддерживали отъ трехъ до четырехъ дней. Температура въ печи при этомъ доходила до красно-бѣлаго каленія. Для выдѣлки уклада устраивали цементовальный ящикъ, вмѣстимостью отъ 40 до 50 пуд.

<sup>1)</sup> Journ. des mines, t. XXXV, p. 377, 1814.

и устанавливали совершенно также какъ и только что описанную обжигальную печь.

Степень жара, которую производить колошниковые газы, по мнѣнію Бертье, развивается во-первыхъ на счетъ ихъ собственной температуры, а во вторыхъ ихъ горѣніемъ въ прикосновеніи съ атмосфернымъ воздухомъ. Какъ доказательство справедливости этого предположенія, Бертье приводитъ опытъ Кюродо (Curaudau), который пускалъ колошниковые газы доменной печи горизонтальной струей въ сводъ отражательной печи. Когда газы эти, входящіе въ печь вмѣстѣ съ наружнымъ воздухомъ, разогрѣли сводъ до своей собственной температуры, то они воспламенились, и повышение температуры, которое произошло при этомъ «было по истинѣ изумительно», какъ выражается самъ Кюродо <sup>1)</sup>. Опытъ этотъ ясно подтверждаетъ теорію Бертье.

Примѣненіе колошниковыхъ газовъ къ описаннымъ уже нами цѣлямъ, основанное совершенно на началахъ Оберто, было предметомъ привилегіи, выданной въ Англіи на имя Моисея Тегъ (Moses Teague) въ 1832 году <sup>2)</sup>.

Въ 1840 г., Филиппъ Тайлоръ, директоръ строительныхъ мастерскихъ въ Марсели, получилъ заказъ на воздуходувную машину для завода Рюстрель (Rustrel), находящагося въ Воклюзскомъ департаментѣ. Такъ какъ мѣстность эта не изобиловала растительнымъ горючимъ матеріаломъ, а перевозка туда каменнаго угля обходилась весьма дорого, то Тайлоръ и предложилъ отапливать машину, назначенную для приведенія въ дѣйствіе этой новой машины, колошниковыми газами. Много было приложено стараній, чтобы осуществить это предложеніе, но долго все они оставались безъ успѣха. Паровикъ былъ поставленъ у самаго колошника, но дѣйствіе пара было самое слабое. Это происходило во первыхъ отъ неумѣнія вначалѣ достигнуть полного сжиганія газовъ, а во вторыхъ отъ слишкомъ большой длины трубъ, которыя должны были отводить паръ къ машинѣ. Тогда Тайлоръ предложилъ закрыть колошникъ, чтобы тѣмъ предотвратить сгораніе на немъ газовъ, и отводить послѣдніе широкой чугушной трубой къ паровику, помещенному на небольшомъ разстояніи отъ основанія домны. Для забрасыванія въ домну шихты былъ устроенъ особый механизмъ, который давалъ возможность производить эти работы, не открывая колошника. Такъ какъ наиблагоудѣйшее дѣйствіе газовъ могло существовать только въ томъ случаѣ, когда они смѣшивались съ количествомъ воздуха, достаточнымъ для полного ихъ сгоранія, то для достиженія этой цѣли газы выпускались въ

<sup>1)</sup> Journ. des mines, t. XXXV, p. 395. An des arts et manufactures, p. 180; juin 1811

<sup>2)</sup> An Improvement in the making and smelting of Iron (Усовершенствованіе въ выдѣлкѣ и плавкѣ желѣза), № 6211, 1832.

топку цѣлымъ рядомъ узкихъ трубъ, пересѣкающихся съ другимъ рядомъ подобныхъ-же трубъ, проводящихъ туда атмосферный воздухъ. Помощью особаго клапана управляли притокомъ наружнаго воздуха черезъ эти трубки. Въ скоромъ времени не трудно было убѣдиться, что успѣхъ дѣйствія машины вполне зависѣлъ отъ этого клапана. И дѣйствительно, если воздухъ притекалъ въ избыткѣ, въ паровикѣ образовалось паровъ менѣе, чѣмъ ихъ нужно для дѣйствія машины; при недостаткѣ воздуха результатъ былъ совершенно тотъ-же. При надлежащемъ-же притоѣ воздуха пары образовались въ такомъ количествѣ, что значительная часть ихъ выдѣлялась черезъ предохранительный клапанъ.

Въ 1845 году Пальмеръ Буддъ взялъ привиллегію на постройку воздухо-нагрѣвательныхъ приборовъ, дѣйствующихъ колошниковыми газами. Первые способъ этотъ былъ примѣненъ въ Сванзи (Swansea), на печахъ завода Исталифера (Ystalifera), дѣйствующихъ на антрацитѣ. Воздухонагрѣвательный аппаратъ состоялъ изъ кирпичной камеры, на днѣ которой проходили двѣ горизонтальныя чугунныя трубы, изъ коихъ одна проводила въ камеру холодный воздухъ, а другая отводила оттуда воздухъ нагрѣтый. Между собой трубы эти соединялись цѣлымъ рядомъ другихъ, болѣе узкихъ, изогнутыхъ колѣномъ трубокъ, проходящихъ отъ одной большой трубы къ другой на подобіе обороченной буквы U. Сверху камеры находилась дымоотводная труба, снабженная клапаномъ. Подобный приборъ располагался возлѣ колошника домны, и газы въ него проводились тремя или четырьмя каналами, имѣющими около 12 д. въ діаметрѣ и начинающимися въ печи на 3 фута ниже колошника. Управление притокомъ газовъ совершалось при помощи находящагося сверху трубы клапана. По словамъ Будда, для нагрѣва воздуха, идущаго на дѣйствіе одной домны, вполне достаточно шестой доли всѣхъ тѣхъ газовъ, которые выдѣляются изъ одного колошника. По опредѣленіямъ Будда, газы, входящіе въ его приборъ, имѣли температуру 982 гр. Ц., а по выходѣ оттуда—только 427 гр. Ц.; но такъ какъ онъ старался нагрѣваніе воздуха довести только до 314 гр. Ц., то слѣдовательно одного прохода этихъ газовъ черезъ его приборъ было вполне достаточно для достиженія этой цѣли, и потому Буддъ не считалъ нужнымъ сожигать доменные газы въ своемъ приборѣ, а пользовался только ихъ собственной температурой. Это обстоятельство какъ нельзя болѣе способствовало весьма долгому сохраненію прибора въ цѣлости, такъ какъ при этомъ ни чугунныя трубы, ни самый—кирпичъ, изъ котораго выложена камера, ни мало не перегорали. Выйдя изъ прибора и встрѣчая наружный воздухъ, газы загорались, что обнаруживалось синеватымъ пламенемъ, замѣтнымъ, въ особенности по вечерамъ, возлѣ трубы.

Въ 1848 г. Буддъ съ большимъ успѣхомъ примѣнилъ колошниковые газы къ нагрѣванію паровиковъ. Паровикъ отстоялъ отъ домны на 46 футовъ, и не смотря на то, что газы, прежде чѣмъ они достигнуть топки,



должны были проходить все это расстояние, они производили вдвое большее количество пара, нежели въ то время, когда паровики отапливались каменнымъ углемъ. Ежедневную экономию въ горючемъ матеріалѣ при употребленіи газоваго отопленія, Буддъ опредѣляетъ въ 35 тоннъ антрацита, что даетъ сбереженія 350 фунт. стерл., или 2187 р. 50 к. сер. въ годъ.

Буддъ приходитъ въ такой восторгъ отъ удачнаго примѣненія колошниковыхъ газовъ, что статью свою кончаетъ слѣдующимъ образомъ: «мнѣ кажется несравненно выгоднѣе пускать въ ходъ доменную печь, даже какъ простой газовый генераторъ, не проплавляя въ ней ничего, а только пользуясь развивающимися въ ней газами, которые и отводить для нагрѣва паровиковъ и воздухонагрѣвательныхъ аппаратовъ, нежели устраивать отдѣльную топку для каждаго изъ этихъ приборовъ. Этотъ выводъ мнѣ внушаетъ идею огромнаго преобразованія въ металлургіи, которое будетъ состоять въ совершенно особомъ расположеніи печей и заводовъ, способномъ ежегодно дать, при одномъ только желѣзномъ дѣлѣ, экономию несравненно болѣе, нежели въ 1 миліонъ фунтовъ стерлинговъ.» <sup>1)</sup>

## У. ПУДЛИНГОВАНИЕ.

Способъ этотъ, въ общихъ чертахъ, состоитъ въ томъ, что расплавленный чугуны перемѣшиваютъ ломомъ на поду отражательной печи и подвергаютъ такимъ образомъ его обезуглероживающему дѣйствию кислорода воздуха, который постоянно входитъ въ избытокъ въ печи этого устройства.

Такимъ образомъ соприкосновеніе металла съ сырымъ горючимъ матеріаломъ устраняется здѣсь безъ употребленія воздухоуднаго прибора. Это изобрѣтеніе приписываютъ Генриху Кортю, который взялъ на него привиллегію въ 1784 году. Вотъ подлинное описаніе способа:

«Для приготовленія, передѣла и выдѣлки желѣза, извлеченнаго изъ рудъ, а также и чугуна въ свинкахъ или во всякихъ другихъ видахъ (съ желѣзными шлаками или безъ оныхъ, съ окалиной и желѣзными обѣсками), я употребляю одну или многія воздушныя печи, или печи отражательныя, приличныхъ размѣровъ по объему предполагаемой работы. Подъ ихъ образуетъ углубленіе, для скопленія металла въ разжиженномъ состояніи.

<sup>1)</sup> Report of the British Association for the advancement of Science. 1848.

Когда моя печь въ первомъ періодѣ процесса доводится до известной степени жара, при нагрѣваніи каменнымъ углемъ или другимъ горючимъ матеріаломъ, то ее наполняютъ жидкимъ металломъ посредствомъ ковшеи или другихъ приличныхъ орудій. Когда эта воздушная печь нагружается свиночнымъ или какимъ-нибудь инымъ чугуномъ, то необходимо закрыть ее окно или окна, пока металлъ не расплавится достаточно, а когда рабочей увидитъ (черезъ отверстіе, которое онъ по временамъ открываетъ), что жаръ довольно дѣйствовалъ на металлъ, онъ открываетъ маленькое отверстіе или маленькія отверстія, которыя, по моему мнѣнію, необходимо дѣлать подъ огнями (но которыя закрываются герметически, какъ и самыя окна, когда въ печь нагружается холодный металлъ); потомъ массу перемѣшиваютъ и частью вынимаютъ, черезъ эти отверстія, ломомъ или иными орудіями приличнаго вида; это продолжается пока необходимо для хода работы. Когда металлъ пробылъ нѣкоторое время въ расплавленномъ состояніи, то въ немъ является волненіе, кипѣніе или подобное внутреннее движеніе, съ отдѣленіемъ голубоватаго пламени или газа; до конца работы продолжаютъ (по обстоятельствамъ) скатывать, разбивать, перемѣшивать и разравнивать на подѣ металлическую массу, пока она не утратитъ жидкаго состоянія и не начнетъ свариваться и спѣть. Чтобы довести ее до такого положенія, должно выполнять тѣ-же самыя приемы, которые я назначилъ первоначально, будетъ-ли металлъ расплавленъ въ воздушной печи или влитъ въ нее въ жидкомъ состояніи. Когда желѣзо достаточно поспѣло, его надо катать въ комья, называемые *крицами*; величина ихъ зависитъ отъ употребленія, для котораго желѣзо предназначается; желѣзо вынимается черезъ окно или черезъ окна, когда уже вынуты частицы окалины, которыя случайно могутъ оставаться въ печи. Я нашелъ, что употребленіе окалины весьма полезно, равно какъ и шлака, разбитаго на мелкіе куски и также разныхъ обрѣзковъ листового или другаго тонкосортнаго желѣза, известныхъ подѣ именемъ желѣзныхъ «обсѣчекъ»; ихъ бросаютъ въ печь въ различномъ количествѣ въ періодъ расплавленія и поспѣванія металла, до катанія его въ крицы. По мѣрѣ катанія и перемѣшиванія массы въ печи, обсѣчки соединяются съ крицею, когда металлъ начинаетъ свариваться и поспѣвать. Все вышеупомянутое о моемъ способѣ для приготовленія, передѣла и выдѣлки желѣза замѣняетъ собою употребленіе кричныхъ горновъ; мое изобрѣтеніе никогда не употреблялось никѣмъ. Желѣзо, приготовленное и выдѣланное по этому способу, можетъ быть расплющено, сложено въ пакеты или въ кускахъ передѣлано въ воздушной печи, или въ тигляхъ или по известному нынѣ способу приготовленія желѣза въ кричныхъ горнахъ на козѣ, безъ употребленія тиглей; по способу и производству, мною изобрѣтенные и усовершенствованные, заключаются въ обработкѣ криць въ одной и той-же печи, или въ нѣсколькихъ

воздушныхъ печахъ, нагрѣваніемъ до бѣла и до вара, потомъ въ проковгѣ ихъ подѣ кричнымъ молотомъ или посредствомъ иной машины, для разбиванія ихъ на полу-крицы, расплющиванія и придаванія имъ другихъ формъ. Ихъ можно нагрѣвать и въ печахъ по старому способу, но мой новый способъ состоитъ въ возможности довести ихъ до конца въ той-же или другой воздушной печи, откуда я вынимаю полу-крицы, расплющиваю ихъ подѣ кричнымъ молотомъ или инымъ способомъ, какъ я сейчасъ упомянулъ о томъ, для передѣла ихъ въ полосы, пластины, квадратное и проволочное желѣзо и для другихъ употребленій; проковавъ-же ихъ въ предыдущемъ періодѣ процесса, сообразно съ размѣрами ручьевъ моихъ плющильныхъ валковъ, черезъ которые надо пропустить ихъ, я передѣлываю пластины, пропускаю ихъ въ валки, какъ я это дѣлаю съ брусковымъ и вообще прокованнымъ желѣзомъ, складывая ихъ предварительно въ пакеты и нагрѣвая до вара. Этотъ родъ прокатки всякаго желѣза, нагрѣтаго до вара, есть вполнѣ мое изобрѣтеніе. Желѣзо и сталь, приготовленныя, выдѣланныя и передѣланныя посредствомъ этого могущественнаго примѣненія къ дѣлу огня и машинъ, освобождаются отъ нечистотъ и постороннихъ примѣсей, которыя въ нихъ находятся, если ихъ готовятъ другими существующими способами. Сталь выходитъ превосходныхъ свойствъ и желѣзо получается мягкое въ брускахъ и въ другой формѣ, въ большихъ и малыхъ размѣрахъ и всевозможныхъ сортовъ; цементная сталь изъ желѣза, приготовленнаго по вышеизложенному способу или изъ всякаго другаго желѣза, сложенная предварительно въ пакеты, потомъ прогрѣтая до бѣла и до вара, затѣмъ пропущенная при этой температурѣ черезъ валки, съ ручьями, по изобрѣтенному мною способу и обрѣзанная обыкновенными ножницами, равняется со сталью, приготовленною кричнымъ или колотушечнымъ молотомъ. Это мною описанное открытіе и весь успѣхъ его суть слѣдствія болѣе могущественнаго приложенія къ дѣлу огня и машинъ, чѣмъ все подобное, нынѣ извѣстное и осуществленное иными; мое открытіе совершенно ново и противоположно ученіямъ, признаннымъ практиками желѣзнаго дѣла; имъ можно пользоваться безъ необходимости прибѣгать къ помощи кричнаго горна, къ древесному углю или коксу, къ калильнымъ и муфельнымъ печамъ, къ воздуходушнымъ приборамъ, насосамъ и къ известковому флюсу въ какой-бы то ни было части производства. Работа ведется вполнѣ на одной или многихъ печахъ, смотря по количеству матеріала и времени».

За годъ передъ этимъ, въ 1783 г., Кортъ взялъ привиллегію на такъ называемые валки съ ручьями или калиброванные, которые теперь извѣстны подѣ общимъ названіемъ «пудлинговыхъ валковъ»; крица, происшедшая отъ предварительнаго обжима пудлинговаго кома, въ нихъ вытягивалась въ полосы, тогда какъ до тѣхъ поръ это вытягиваніе производилось посредствомъ молота.

Исторія изобрѣтенія Корта весьма печальна и возбуждаетъ непритворное состраданіе. Онъ умеръ въ бѣдности, не смотря на все свое мощное содѣйствіе процвѣтанію производительныхъ силъ и богатства Великобританіи, и не смотря на то, что не одинъ желѣзный заводчикъ основалъ свое благосостояніе на его изобрѣтеніи. Обстоятельства, которыя его привели къ разорѣнію могутъ быть переданы въ немногихъ словахъ <sup>1)</sup>. Кортъ принесъ много жертвъ, чтобы доставлять листовое желѣзо для флота и истратилъ на это все свое личное состояніе, превышавшее 20.000 фунт. стерл. Это обстоятельство понудило его искать постороннихъ капиталовъ и онъ вошелъ въ сдѣлку съ Адамомъ Джелико (Jelliscoe), помощникомъ морскаго расходчика, на слѣдующихъ основаніяхъ: Джелико давалъ 27.000 фунтовъ стерл., обезпеченныхъ переводомъ правъ привиллегіи, и входилъ въ половинное участіе въ прибыляхъ производства, сынъ-же его, Самуэль Джелико, чиновникъ морскаго казначейства, считался представителемъ своего отца и товарищемъ Корта. Эта сдѣлка была хорошо извѣстна совѣту адмиралтейства, который утвердилъ ее и видимо ей покровительствовалъ. Это можно видѣть изъ того обстоятельства, что совѣтъ, не довольствуясь соглашеніемъ съ торговымъ домомъ Кортъ и Джелико на значительную поставку желѣза, объявилъ публично (16 апрѣля 1789) что: «Желѣзо имъ будетъ приниматься только отъ тѣхъ, кто докажетъ, что оно приготовлено совершенно согласно съ привиллегіей Корта и Джелико.» Въ нынѣшнее время, такое заявленіе со стороны администраціи возбудило-бы изумленіе и порицаніе, но тогда оно совершенно согласовалось съ испорченными нравами лицъ, завѣдывавшихъ общественными учрежденіями. Будемъ надѣяться, что въ наше время уже невозможно подобное маскированное лихоимство второстепенныхъ довѣренныхъ правительства. Начальники конечно не могутъ не довѣриться въ значитель-

<sup>1)</sup> Сынъ Корта Ричардъ Кортъ живъ въ настоящее время и находится въ преклонныхъ лѣтахъ; онъ собралъ и издалъ всѣ необходимые матеріалы для исторіи этого дѣла. Они очерчены въ кратцѣ въ «изложеніи правъ оставшихся въ живыхъ членовъ дома Генриха Корта на національное вознагражденіе», которое было составлено для доклада парламенту нѣсколько лѣтъ тому назадъ особою коммиссіею, а также и для общаго свѣдѣнія, и подписано Джемсомъ Бутомъ (Booth), председателемъ коммисіи. Мы извлекаемъ изъ него небольшую часть нашихъ свѣдѣній объ этомъ предметѣ, но мы справились и съ многими другими источниками, доставленными намъ сыномъ Корта. Нельзя не пожалѣть, что нѣкоторые изъ защитниковъ Корта, отъ избытка усердія, удалились отъ чисто юридической стороны дѣла и заслужили упрекъ за преувеличеніе. Недавно нѣкто чрезвычайно горячо взялся за дѣло Р. Корта и напечаталъ о немъ нѣсколько статей въ журналахъ; онъ требовалъ, чтобы парламентъ утвердилъ назначеніе нѣсколькихъ тысячъ фунтовъ стерлинговъ. Но этотъ защитникъ не былъ такъ безкорыстенъ, какъ это казалось въ первое время. Мы имѣли въ рукахъ его письмо и сняли съ него вѣрную копию; изъ этого письма слѣдуетъ, что существовала сдѣлка, по которой, въ случаѣ назначенія суммы, защитникъ получалъ изъ нея весьма почтенное вознагражденіе.

ной степени своимъ подчиненнымъ, при опредѣленіи количества металловъ и другихъ матеріаловъ, необходимыхъ для правительства, а это часто влечетъ къ различнымъ злоупотребленіямъ, которыя позволяютъ себѣ эти подчиненные, соблазненные подачками поставщиковъ.

Джелико отецъ скоропостижно умеръ въ 1789 г.; открылось, что деньги, отданныя имъ Кортю, были взяты изъ ввѣренныхъ ему казначейскихъ суммъ, и что, кромѣ того, онъ растратилъ ихъ гораздо больше. Немедленно совѣтъ адмиралтейства сдѣлалъ два распоряженія объ описи имущества: одно касалось имущества, заводовъ и торговыхъ статей дома Кортъ и Джелико въ Фонтлеѣ и въ Госпортѣ, другое же—личнаго имущества умершаго Джелико, со включеніемъ и правъ на привиллегію Корта. По оцѣнкѣ присяжныхъ одно имущество было оцѣнено въ 17.000 фунтовъ стерл.; а при продажѣ, даже въ убытокъ, долгъ, какъ утверждали, былъ уменьшенъ въ столь значительной степени, что остатокъ могъ быть покрытъ временнымъ запрещеніемъ на права привиллегіи <sup>4)</sup>.

Однако этому единственно справедливому исходу дѣла не послѣдовали. Въмѣсто того, чтобы продать заводъ въ Гамширѣ и покрыть изъ вырученныхъ денегъ долгъ дома Кортъ и Джелико, Самуилъ Джелико получилъ это имущество въ свое распоряженіе, между тѣмъ какъ права привиллегіи Корта признаны были не имѣющими значенія, оцѣнены всего въ 100 фунтовъ стерл. и окончательно конфискованы. Впослѣдствіи однако было доказано, что однѣ пошлины съ имущества, слѣдующія государству отъ владѣльцевъ привиллегіи, были достаточны на уплату съ процентами долговъ Джелико. Утверждаютъ, что такое произвольное распоряженіе совершенно уронило цѣнность имущества, доходившаго до 250.000 фунтовъ стерл. и что изъ него было сдѣлано употребленіе, которое едва ли можно допустить въ настоящее время. Какъ слѣдствіе всего этого явилось полное и безусловное раззореніе несчастнаго Корта.

17 мая 1790 года Кортъ представилъ расходчику адмиралтейства Алекс. Троттеру, въ настоятельномъ изложеніи, объ успѣхахъ въ приготовленіи пудлинговаго и прокатнаго желѣза; «онъ вызвался самъ доставить все необходимыя данныя для доходности обѣихъ привиллегій». (Было двѣ привиллегіи: одна, которая будетъ описана ниже, касалась употребленія калиброванныхъ валковъ для прокатки пудлинговыхъ комьевъ въ полосы, другая относилась къ пудлинговому производству). Троттеръ не удостоилъ Корта даже отвѣтомъ. Кортъ сдѣлалъ позже, 14 іюля 1791 г., подобное-же заявленіе комиссарамъ адмиралтейства, когда производительность пудлинговаго и прокатнаго желѣза доходила уже до цифры 50.000 тоннъ, и получилъ слѣдующій отвѣтъ: «ваше изоб-

<sup>4)</sup> Это подлинныя выраженія того изложенія, о которомъ было упомянуто выше.

«рѣшеніе кажется довольно полезнымъ, чтобы они (коммисары) могли поощрить «производство англійскаго желѣза по способамъ, которые вы ввели на опытѣ».

Нельзя не упомянуть здѣсь слѣдующихъ убійственныхъ строгъ изъ изложенья, подписаннаго докторомъ Бутомъ (Booth), хотя мы этимъ и удаляемся нѣсколько отъ предмета. «Представители правительства обошлись съ казначеемъ адмиралтейства лордомъ Мельвилемъ, далеко не такъ, какъ морское «пачальство обошлось съ Кортонъ. Въ 1800 г., нѣсколько дней спустя послѣ «смерти Корта, когда онъ не могъ уже протестовать и когда его малолѣтнѣ «дѣти не могли поддержать правъ своихъ, лордъ Мельвиль представилъ «записку лордамъ адмиралтейства, въ которой онъ выставилъ великое значеніе и неоспоримое достоинство изобрѣтенія Корта, и по этой причинѣ про«силъ разрѣшить въ свою пользу скидку около 25.000 фунтовъ стерлинговъ, «такъ какъ, благодаря разнымъ ухищреніемъ Джелико, онъ выставилъ себя «отвѣтственнымъ на эту сумму и, будучи казначеемъ, просилъ пополнить свой «недочетъ (который превышалъ тогда 100.000 фунт. стерл.). Просьба эта была «безостановочно удовлетворена, безъ малѣйшаго изслѣдованія, по рѣшенію «особаго совѣта отъ 27 мая 1800 года.

«Когда парламентъ въ 1803 году нарядилъ комиссію для изслѣдованія «незаконныхъ поступковъ казначея лорда Мельвиля и его расходчика Трот«тера, то послѣдніе, до собранія комиссіи сожгли, по обоюдному со«глашенію, на 134 милліона фунтовъ стерлинговъ своихъ росписокъ по «общественнымъ суммамъ, находившимся въ ихъ рукахъ. Доказательства «убытковъ, нанесенныхъ Генриху Кортю, исчезли съ прочимъ, и обвиненныя «стороны отказались дать передъ палатами парламента отвѣтъ по всемъ «пунктамъ обвиненія.»

Въ 1794 году лорды казначейства назначили Кортю годовую пенсію въ 200 фунтовъ стерл., которая за всеми вычетами давала около 160 фунтовъ.

Послѣ смерти Корта въ 1800 году, вдова его обратилась за помощью къ правительству, «обращая вниманіе его на то, что со смертью мужа, она лиши«лась средствъ къ существованію ея десяти человекъ дѣтей и ея самой». Сэръ Веньяминъ Геммондъ, контролеръ флота, далъ слѣдующій отзывъ на эту просьбу: «въ ней вѣрно изображены событія, и дѣйствительно, благодаря «предпримчивому уму и настойчивости изобрѣтателя Корта, лудлинговая печь «и калиброванные валки сдѣлались извѣстны и распространились въ технику, «и по этому вышеупомянутая Елисавета Кортъ съ семействомъ дѣйстви«тельно заслуживаетъ національнаго вознагражденія».

Этотъ отзывъ доставилъ ей годовую пенсію въ 125 фунт. стерл., которая за вычетами составляла 100 фунтовъ стерл.

Въ общемъ собраніи желѣзныхъ заводчиковъ въ Глочестерѣ (Gloucester) въ 1811 году, ходатайство Корта было принято во вниманіе и открыта под-

писка, доставившая *громадную* сумму 871 фунтъ 10 шилл. Между тѣмъ какъ сами заводчики эти извлекли крупнѣйшіе барыши отъ изобрѣтенія Корта!

Въ февралѣ 1812 года старшій изъ сыновей Корта, послѣдній изъ оставшихся въ живыхъ, подавъ въ палату общинъ прошеніе о прибавочномъ вознагражденіи, основываясь на важныхъ услугахъ, оказанныхъ странѣ изобрѣтеніемъ его отца. Коммиссія для разбора этого дѣла состояла изъ трехъ членовъ отъ правительства, пресмииковъ тѣхъ, при которыхъ Кортъ раззорился, а именно: Сэра Томаса Б. Томсона контролера флота, Джона Уертона (Warton) секретаря казначейства, Джона Крокеза (Crokes) секретаря адмиралтейства и кромѣ нихъ еще двухъ адмираловъ. Сынъ лорда Мельвилля, о которомъ мы говорили, былъ въ то время первымъ лордомъ адмиралтейства. Въ донесеніи коммисіи было сказано, что между прочими лицами, Кортъ былъ единственнымъ, изобрѣтенію котораго можно приписать громадное развитіе выдѣлки желѣза въ Англіи въ послѣдніе тридцать лѣтъ, что достоинства его достаточно признаны и вознаграждены пенсіями какъ ему, такъ и вдовѣ его, и что въ заключеніе, коммисія предлагаетъ палатѣ назначить «умѣренную сумму, для покрытія издержекъ по настоящему дознанію». Палата не положила никакого рѣшенія на заключеніе коммисіи, и семейство Корта, не смотря на свою бѣдность, должно было уплатить издержки ея, простиравшіяся до 250 фунтовъ стерл.

Послѣ смерти г-жи Кортъ въ 1816 году назначено было по 25, а за вычетами, по 20 фунтовъ стерл. каждой изъ двухъ оставшихся въ живыхъ и незамужнихъ дочерей Корта. Въ 1856 году лордъ Пальмерстонъ назначилъ, изъ суммъ королевскаго дома, единственному изъ оставшихся въ живыхъ сыновей Корта, годовую пенсію въ 50 фунтовъ стерл.; права наследника Корта на національный даръ были защищаемы предъ его сіятельствомъ, между прочими, и Г. Перси.

Мы наконецъ доходимъ до самой раздражающей душу части повѣствованія, которую-бы мы охотно желали пройти молчаніемъ. Въ 1787 году, Ричардъ Кревшей (Crawshay) съ своимъ компаньономъ Джемсомъ Крокшуттомъ (Crockshutt), посѣщая заводъ Корта, увидѣли въ первый разъ приложеніе новыхъ способовъ пудлингованія и прокатки <sup>1)</sup>. Убѣдясь въ достоинствѣ видѣннаго, Кревшей рѣшился ввести это производство въ Цифартъ (Cyfartha) и обязался платить Карту по десяти шиллинговъ за каждую тонну полосоваго желѣза, приготовленнаго по его способу. Это подтверждается доказательствами, которыя мы приводимъ далѣе. Въ письмѣ его отъ 14 марта 1808 г. къ Д. Валию (J. Weale), секретарю лорда Шеффилда, Ричардъ Кревшей

<sup>1)</sup> Данные и доказательства, собранныя Р. Кортонъ. Лондонъ, въ типогр. Т. Бретеля Rupert street Haymarket, стр. 8. 1855.

признавался, что онъ примѣнялъ къ дѣлу способы пудлингованія и прокатки, принадлежащія г. Корту, имѣющему небольшой заводъ въ Фонтлей (Fontley)<sup>1)</sup>, а между тѣмъ единственными свидѣтелями, показывавшими противъ прошенія сына Корта, поданнаго въ февралѣ 1822 года, были Самуилъ Гумфри (Humphrey), выдававшій себя за изобрѣтателя новѣйшаго способа передѣла чугуна въ желѣзо коксомъ, и Вильямъ Крешей, доказывавшій передъ комиссіей: «что «его семейство раззорилось-бы, еслибъ они слѣдовали способамъ пудлингованія и прокатки г. Корта». Оставляемъ это заявленіе на усмотрѣніе читателя.

Противное показаніе Гумфри передъ комиссіей должно получить наибольшую и прочную огласку. Вотъ содержаніе его.

Самуилъ Гумфри эсквайръ, спрошенный 14 февраля 1812 года.

«Тому уже около двадцати лѣтъ, какъ я увидѣлъ г. Корта или въ первый разъ слышалъ о немъ.

«1. Было-ли въ употребленіи пудлингованіе или другой сходный съ нимъ способъ, прежде чѣмъ г. Кортъ сообщилъ вамъ, называемое имъ своимъ, изобрѣтеніе?—Да, было подъ именемъ «кипѣнія» (buzzing) на заводѣ Колеброкъ Дэль (Colbrook Dale) и въ Иртонѣ (Yerlon). Я никогда не слышалъ, кто его изобрѣлъ<sup>2)</sup>.

«2. Не находите-ли вы въ способѣ г. Корта какой нибудь стороны, которую-бы вы считали дѣйствительно его изобрѣтеніемъ?—Нѣтъ, не нахожу, кромѣ развѣ измѣненія въ «размѣрахъ и видѣ печи.

«3. Чему вы приписываете новѣйшее улучшеніе англійскаго желѣза въ отношеніи «его качества?—Переработкѣ отбѣленного чугуна (fin metal).

«4. Не подвергается-ли отбѣленный чугунъ пудлингованію впоследствии?—Да, подвергается, по тому-же способу, который г. Кортъ употребляетъ для свиночнаго чугуна.

«5. Тожественны-ли способы называемые «кипѣніемъ» и «пудлингованіемъ»?—Да, тождественны.

«6. Было-ли введено «кипѣніе» до того времени, когда въ 1783 году г. Кортъ взялъ «привиллегію?—Было введено вѣроятно около этого-же времени; я не слышалъ, чтобы «о немъ говорили ранѣе.

«7. Что вамъ извѣстно объ употребленіи калиброванныхъ валковъ?—Первые, какіе мнѣ извѣстны, находились у г. Буглера въ Рочестерѣ (Rogerstone?), около Ньюорта, «который оснаживалъ изобрѣтеніе калиброванныхъ валковъ.

«8. Было-ли это до взятія привиллегіи г. Корта въ 1784 г.<sup>3)</sup>?—Да, въ 1782. (17 февраля 1812 года).

«9. Способъ, изложенный въ прошеніи г. Корта принятъ-ли на какомъ нибудь заводѣ?—Ни на какомъ, сколько мнѣ извѣстно.

«10. Способъ, которому подвергается отбѣленный чугунъ, не есть-ли тотъ самый, «который описанъ г. Кортомъ и употребляется имъ для свиночнаго чугуна?—Нѣтъ, это «не тотъ самый способъ.

<sup>1)</sup> Тамъ же стр. 12

<sup>2)</sup> Мы спрашивали г. Дерби о способѣ *кипѣнія* (Buzzing); онъ полагаетъ, что это есть тоже самое, что, называется *возмущеніемъ* (bustling) наир. въ Понтипулѣ (Pontypool) при полученіи желѣза въ горнѣ съ древеснымъ углемъ. (Сентябрь 1863).

<sup>3)</sup> Числа привиллегій для валковъ и пудлингованія переищаны: первая выдана въ 1783 г., вторая въ 1784.



«11. Сдѣлайте описаніе способа, которому подвергается отбѣленный чугуунъ.

(Свидѣтель не отвѣчаетъ).

«12. Вы говорили о нѣкоторыхъ способахъ, ухудшившихъ въ недавнее время качество желѣза; дайте описаніе ихъ.—Они состоятъ въ томъ, что рабочіе кладутъ въ печь сырой чугуунъ и остатки.

«13. Кто ввелъ способъ «кипѣнія»?—Первыя примѣненія къ дѣлу, сколько я слышалъ, «сдѣланы обществомъ Колиброкъ Дэль и Ф. Уэллеромъ (Wheeler) въ Иртонѣ.

«14. Непремѣнно-ли нужна пудлинговая печь, дѣйствующая сырымъ каменнымъ углемъ «для полученія нынѣшняго желѣза превосходнаго качества изъ отбѣленнаго чугуна?—Да не-  
«премѣнно.

«15. Какая переѣмна, или разность, существуетъ въ размѣрахъ и видѣ печи, употребляемой для кипѣнія, и тою, какую покойный Кортъ употребилъ для пудлингованія?—Самая малая разность, развѣ только въ томъ, что печь была нѣсколько меньше.

«16. Видѣли-ли вы гдѣ нибудь до 1783 и 1784 годовъ сварочную печь, нагруженную «крицами», полученными въ передѣлочныхъ коксовыхъ горнахъ и потомъ пропущен-  
«ными въ полосы, годныя для продажнаго употребленія?—Я видѣлъ какъ клали въ печь «желѣзо и вынимали его нагрѣтое до варъ раньше, нежели я слышалъ о г. Кортѣ и я «видѣлъ какъ изъ него дѣлали листы, но не полосы (Свидѣтель удаляется).

Показаніе, о которомъ упоминалось выше, что Бутлеръ перенялъ устройство калиброванныхъ валковъ отъ одного валлійскаго работника, служившаго у Корта въ Фонтлей, подтверждено письмомъ этого работника, въ которомъ онъ заявлялъ, что на возвратномъ пути въ Валлансъ, онъ сообщилъ Бутлеру всѣ подробности способа, по его требованіямъ.

Въ одномъ замѣчательномъ письмѣ Кокшута, компаньона Ричарда Кревшей, честь изобрѣтенія калиброванныхъ валковъ и пудлингованія прямо приписывается Корту. Этотъ документъ, весьма вредитъ памяти Гумфри и, по важности его въ занимающемъ насъ вопросѣ, мы его приводимъ здѣсь сначала до конца.

Заводъ Уортлей (Wortley), 17 апрѣля 1812 года.

Милостивый государь,

«Два или три года тому назадъ я слышалъ о большихъ выгодахъ «и важныхъ улучшеніяхъ, получаемыхъ отъ употребленія способа вашего «отца для плющенія желѣза, сравнительно съ прежнимъ способомъ приго-  
«товленія полосоваго желѣза подъ кричимъ молотомъ; но тогда я еще не «считалъ это столь важнымъ, чтобы обратить на новый способъ особое вни-  
«маніе. Когда-же Кревшей (въ то время компаньонъ мой) рѣшился испытать «пудлинговый способъ вашего отца, я отправился съ нимъ въ Фонтлей, гдѣ мнѣ «въ первый разъ удалось увидѣть, какъ дѣлаютъ полосовое желѣзо изъ криць, «съ помощью калиброванныхъ валковъ; это было въ іюнѣ 1787 года, что «подтверждается наблюденіями, сдѣланными мною въ то время и имѣющими-  
«ся у меня подъ руками; я остался вполнѣ доволенъ исходомъ ихъ: рѣшено «было что этотъ способъ будетъ нами испытанъ въ Цифартѣ. Вскорѣ послѣ

«моего возвращенія я принялся за составленіе плана и смѣты завода, въ «большемъ масштабѣ, со введеніемъ нѣкоторыхъ улучшеній, которыя мнѣ «тогда пришли въ голову; результатомъ этого явился заводъ, выстроенный «по плану, который впоследствии мало переѣнился, но кажется служилъ «предметомъ частаго подражанія».

«Я всегда былъ увѣренъ, что честь изобрѣтенія способа приготовленія по- «лосоваго желѣза изъ криць, плющеніемъ въ калиброванныхъ валкахъ, при- «надлежитъ вашему отцу, также какъ и способъ приготовленія желѣза пуд- «лингованіемъ, двухъ этихъ способовъ, которыми подражать (съ моего раз- «рѣшенія) выпало счастье на долю Гумффри (онъ не переставалъ внимательно «слѣдить за способомъ вашего отца) и не только въ одномъ устройствѣ пе- «чей по образцу сдѣланныхъ рабочими вашего отца; эти обстоятельства слу- «жили первоначальнымъ наведеніемъ для Гумффри, когда онъ принялъ свой «способъ и взялъ въ немъ совершенно тѣ-же образцы, какими пользовался «и я въ постройкѣ въ Цифартѣ. Я долженъ еще прибавить, что еслибы Крев- «шей не былъ самъ вполне увѣренъ въ подлинности правъ вашего отца, «онъ бы никакъ не согласился платить ему, въ силу привиллегіи, по десяти «шиллинговъ за тонну.

Подписано: «Джемъ Кокшутъ».

Это письмо было адресовано къ г. Кониноби Кортю.

Въ другомъ письмѣ Кокшутъ опровергаетъ мнѣніе Гумффри, который по- казалъ, что пудлингованіе не можетъ быть успѣшно безъ употребленія отбѣ- ленаго чугуна. «Кажется, говоритъ онъ,—что безъ пудлинговой печи, изо- брѣтеніе отбѣливанія чугуна (если только можно это считать изобрѣтеніемъ) было-бы мало выгодно или даже бесполезно».

Въ «Обстоятельствахъ и доказательствахъ» находится еще много доку- ментовъ менѣе положительнаго свойства, но кажется довольно и этихъ вы- писокъ, чтобы доказать, что Кортъ былъ первымъ, соединившимъ способы пудлингованія и плющенія пудлинговыхъ криць въ калиброванныхъ валкахъ.

Что-же касается собственно до калиброванныхъ валковъ, то утверждали, что притязаніе Корта уничтожается старинною привиллегіею, выданною въ 1728 году Джону Пейну (Paine), о которомъ будетъ сказано ниже, при статьѣ объ извлеченіи пользы изъ доменныхъ шлаковъ<sup>1)</sup>. Слѣдующая вы- писка изъ привиллегіи заключаетъ въ себѣ то, что можетъ относиться къ

<sup>1)</sup> 1728 г. 21 ноября № 505. Эта привиллегія относится «къ машинѣ, для получе- нія движущей силы посредствомъ атмосфернаго давленія на крылья, употребляемые для вентиляціи; усовершенствованные котлы и печи для пользованія жаромъ; улучшеніе въ вѣдлѣхъ желѣза и приготовленіи соли».

началу калиброванных валковъ. Усовершенствованія въ выдѣлкѣ желѣза заключаются «въ прибавленіи извѣстныхъ примѣсей къ расплавленному чугуну, а именно: древеснаго пепла или вообще пепла отъ растеній, всякаго рода стекла, поваренной соли и каменной соли, глины, сырой соды, поташа, шлаковъ и пѣгари изъ печей и горновъ, соблюдая между ними необходимое пропорціональное отношеніе съ ломкимъ чугуномъ въ свинкахъ или коlobberахъ или другомъ видѣ; эти примѣси будутъ дѣйствовать также, какъ древесный уголь въ обыкновенныхъ горнахъ, называемыхъ кричными; онѣ сдѣлаютъ желѣзо достаточно мягкимъ, чтобы выдерживать удары молота и тянутся въ полосы или принимать какую-нибудь другую форму по назначенію. Эти-же полосы или это желѣзо могутъ быть вторично прокалены съ тѣми-же примѣсями, подъ длиннымъ сводомъ или въ жаркой камерѣ, которая описана вслѣдъ за симъ, и за-тѣмъ пропущены между двумя металлическихкими плющителями (съ зубьями или соотвѣтствующими вырѣзками на поверхности), силою моей машины, описанной вслѣдъ за симъ или другою силою, чрезъ что они принимаютъ тогда желаемый видъ». Машина состояла изъ большаго колеса съ лопатками, установленнаго въ кожухѣ на одномъ изъ концовъ строенія; на концѣ лопатокъ дѣйствовало давленіе воздуха, направленное изнутри.

Нельзя и сомнѣваться, чтобы въ этомъ описаніи было что-нибудь очень похожее на калиброванные валки; но, сколько намъ извѣстно, нѣтъ ни малѣйшаго повода утверждать, чтобы Пейнъ когда-либо осуществлялъ свое предположеніе. Въ самомъ дѣлѣ, предлагая употреблять какъ движитель при плющеніи съ ручьями то колесо, которое у него описано, ясно доказываетъ, что Пейнъ не имѣлъ понятія о силѣ, необходимой для приведенія въ дѣйствіе плющильныхъ машинъ.

Въ доказательство того, что Кортъ не былъ изобрѣтателемъ пудлингованія, указывали на привилегію, выданную въ 1766 году Томасу и Георгу Крападжу (Stalage) <sup>1)</sup>. Въ описаніи, приложенномъ къ этой привилегіи, встрѣчается такой поразительный періодъ: «чугунъ въ свинкахъ помѣщается въ отражательной или воздушной печи, соотвѣтствующаго устройства, безъ прибавленія чего-бы то ни было кромѣ сыраго каменнаго угля и превращается въ хорошее ковкое желѣзо; по извлеченіи въ горячемъ состояніи изъ печи, его обрабатываютъ подъ молотомъ и вытягиваютъ, по желанію, въ полосы разнаго вида и различныхъ размѣровъ».

Вотъ гдѣ вѣроятно заключается начало изобрѣтенія пудлингованія, т. е. дѣйствія горячаго пламени на чугунъ въ свинкахъ, на почвѣ отражательной

<sup>1)</sup> А. Д. 1766 17 іюня № 851. Способъ сообщать чугуна въ свинкахъ ковкость въ отражательныхъ или воздушныхъ печахъ, съ употребленіемъ только сыраго каменнаго угля.

печи. Но здѣсь спрашивается, осуществили-ли когда-либо гг. Кранаджъ и К<sup>о</sup> свое намѣреніе, на которое просили привилегію? Если не осуществили, то имъ принадлежитъ только слава содѣйствія въ пользу извѣстной мысли, но они не могутъ быть названы настоящими изобрѣтателями. Тысячи людей могутъ имѣть и разрабатывать предположенія объ улучшеніяхъ въ области искусствъ, могутъ даже имѣть записки по такимъ предметамъ, но они не дѣлаютъ ни одного шага далѣе этого. Честь изобрѣтенія принадлежитъ только тому, кто *выполняетъ на дѣлѣ*, кто *осуществляетъ* то, о чемъ другіе только бесплодно воображаютъ. Гг. Кранаджъ были искусные работники на заводѣ Колеброкъ-Дэлъ; по заявленію Ричарда Рейнольдса, зятя Авраама Дерби, оказывается, что они дѣйствительно пудлинговали съ успѣхомъ. Рейнольдсъ управлялъ тогда заводомъ. Когда Кортъ обратился къ нему съ предложеніемъ взять его привилегію для завода Колеброкъ-Дэлъ, онъ ему отвѣчалъ: «если ты отправишься со мною на заводъ, то я скоро покажу тебѣ, что это дѣло у насъ уже въ ходу». Они отправились и Рейнольдсъ, подозревая искуснаго работника, по имени Томаса Кранаджа, сказалъ ему: «Томъ, вынь изъ печи комъ желѣза и покажи его намъ». Кранаджъ положилъ въ печь бѣлаго чугуна, выплавленного на холодномъ дутьѣ и вскорѣ вынулъ оттуда массу пудлингованнаго желѣза. Г. Адамсъ изъ Эбъ-Вель (Ebbw-Vale), который сообщилъ намъ этотъ рассказъ слышалъ его нѣсколько разъ отъ Иосифа Рейнольдса, сына Ричарда Рейнольдса. Г. Адамсъ прибавляетъ: «старожилы того мѣста согласны, что Кортъ не былъ изобрѣтателемъ пудлингованія и во всякомъ случаѣ не имѣлъ права первенства въ изобрѣтеніи». Вотъ важное доказательство противъ права Корта на первенство; но можно не безъ основанія спросить, почему это изобрѣтеніе не было въ широкомъ ходу въ Колеброкъ-Дэлъ? Дѣйствительно оно не было развито тамъ. Можетъ быть встрѣчены были затрудненія, можетъ быть важное значеніе способа не было понято въ настоящемъ свѣтѣ. Одна изъ этихъ причинъ или обѣ вмѣстѣ могли имѣть вліяніе; но не подлежитъ сомнѣнію, что Кортъ удалось пудлингованіе и онъ сумѣлъ понять громадное значеніе его; на этомъ основаніи ему принадлежитъ безъ сомнѣнія честь въ равной или даже гораздо большей степени, чѣмъ его предшественнику.

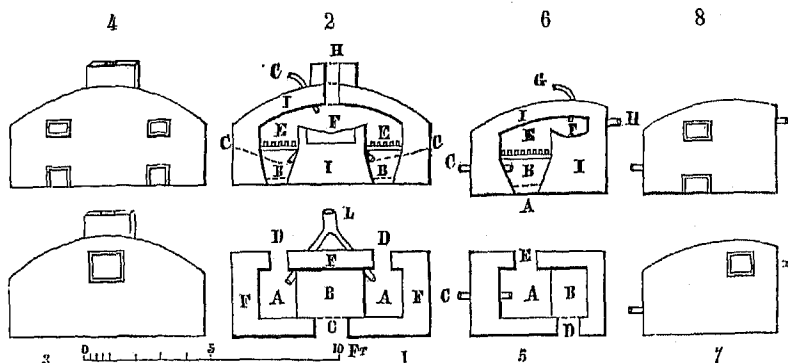
Но есть еще одна привилегія непосредственно опередившая привилегію Корта, которая заслуживаетъ того, чтобы ее разобрать со вниманіемъ: мы говоримъ о привилегіи Пистра Опионса (Opions) отъ 7 мая 1783 г. <sup>1)</sup>; она весьма замѣчательна во многихъ другихъ отношеніяхъ; при ней приложены

<sup>1)</sup> № 1370. Заглавіе слѣдующее: «новый способъ обработки и передѣла чугуна или желѣза въ свинкахъ, чтобы перевести ихъ изъ жидкаго состоянія въ полосы или въ ковкое желѣзо, годное для всякаго употребленія».

чертежи, не оставляющие ни малѣйшаго сомнѣнія въ свойствѣ изобрѣтенія. Вотъ извлеченіе изъ описанія, съ объяснительными рисунгами.

«Въ этомъ способѣ или изобрѣтеніи употребляютъ двѣ печи, а именно обыкновенную, въ которой плавится желѣзная руда или металлъ и вторую, выстроенную изъ камня, кирпича или другаго общепотребительнаго матеріала, хорошо обожженнаго, скрѣпленную крупными желѣзными связями и огнепостоянную; послѣдняя помѣщена съ описаніемъ на приложенномъ при семь чертежѣ подл. А; въ нее поступаетъ расплавленный металлъ изъ обыкновенной печи или изъ плавильнаго горна, въ состояніи полного разжиженія. Когда металлъ уже въ печи, то съ нимъ поступаютъ или очищаютъ его слѣдующимъ способомъ: въ резервуарѣ подл. вольникомъ передѣлочной печи впускаютъ нѣкоторое количество воды или вбрызгиваютъ ее струею; отверстія печи плотно закрыты и задѣланы пескомъ и глиной; время отъ времени, смотря по надобности, въ топку нагружаютъ горючій матеріалъ, каменный уголь, коксъ или древесный уголь; потомъ приводятъ въ дѣйствіе обыкновенную воздуходувную машину съ поршнемъ и вдуваютъ воздухъ черезъ трубы (означенныя на рисункѣ) въ пространство подл. рѣшетку, чтобы усилить дѣйствіе пламени, пока камера печи не будетъ совершенно нагрѣта; тогда чугуны въ жидкомъ видѣ переливаются ковшами, изъ обыкновенной печи въ передѣлочную, черезъ отверстіе съ желѣзною дверью, открываемою посредствомъ рычага (описаннаго на рисункѣ); послѣ того это отверстіе закрываютъ и продолжаютъ дѣйствіе огня и воздуха пока металлъ не загустѣетъ до состоянія тѣста, которое работникъ, открывъ отверстіе, ворочаетъ по разнымъ направленіямъ ломомъ или другимъ желѣзнымъ орудіемъ; потомъ онъ закрываетъ отверстіе и задаетъ жаръ и дутье, пока металлъ не начнетъ кипѣть; если не происходитъ кипѣнія, надо пустить на металлическую массу холодный воздухъ, черезъ трубку (описанную на рисункѣ); онъ произведетъ родъ свучиванія или ошлакованія; по мѣрѣ того, какъ работникъ перемѣшиваетъ металлъ, изъ него выдѣляется часть шлака; частицы желѣза будутъ свучиваться и отдѣляться отъ шлака, а работникъ долженъ сбивать ихъ въ общую криву, потомъ закрыть отверстіе и нагрѣвать массу до блага калѣнія; потомъ слѣдуетъ вынуть ее изъ печи ломомъ или клещами, ковать молотомъ, частыми ударами, чтобы выдѣлать изъ нея печной соръ. Такимъ образомъ получена будетъ масса ковкаго желѣза, осмиграннаго вида или иной формы, называемая *кривою*, которую тогда или впоследствии можно снова положить въ печь, обработать въ ней и ковать подл. молотомъ, придавая ей видъ брусковъ или полосъ, годныхъ на всякое употребленіе. Также чугуны въ свинкахъ или желѣзо могутъ быть обработаны или передѣланы въ холодномъ состояніи слѣдующимъ образомъ: когда горны передѣлочной печи разогрѣты по вышеизложенному, то чугуны въ свинкахъ или желѣзо кладется въ печь

на приготовленное мѣсто (см. рисунокъ); жарь усиливають дутьемъ пока металлъ не расплавится послѣ чего процессъ продолжается, какъ уже было нами описано.



Описание подробностей или перечень, приложенная къ плану передѣлочной печи, означенному лит. А.

«Фиг. 1. Горизонтальный разрѣзъ: АА два топки, В—внутренность печи, С — мѣсто двери, DD—два отверстія для нагрузки горючаго матеріала, Е — воздушная труба, Г—стѣны. Фиг. 2. Профиль и разрѣзъ внутренности печи. АА—резервуаръ для воды, ВВ—пространство подъ рѣшетками, СС—трубки для вдуванія воздуха, DD <sup>1)</sup>—горнило (шестокъ), ЕЕ—топильное пространство, Г—мѣсто для укладки свинокъ, Г—труба для холоднаго воздуха, Н—дымовый пролетъ, I, I, I—сводъ и кладка. Фиг. 3. Видъ спереди съ отверстіемъ для нагрузки металла въ печь. Фиг. 4. Видъ сзади съ двумя отверстіями для забрасыванія горючаго и выгребанія золы. Фиг. 5. Горизонтальное сѣченіе малой печи: А—топильное пространство, В — мѣсто для свинокъ, СС — воздушная труба, D—отверстіе для нагрузки металла, Е — отверстие для горючаго матеріала. Фиг. 6. Внутреннее сѣченіе печи: А—резервуаръ для воды, В—мѣсто для золы, СС—воздушная труба, D— <sup>2)</sup>—рѣшетка, Е—топильное пространство, Г—мѣсто для металла, Г—труба для холоднаго воздуха, Н—отверстіе для горячихъ газовъ. Фиг. 7. Видъ сбоку, съ отверстіемъ для нагрузки металла, воздушною трубою и дымовымъ пролетомъ. Фиг. 8. Видъ сзади съ отверстіями для горючаго матеріала и для выгребанія золы».

Нельзя сомнѣваться, что это описание заключаетъ въ себѣ производство пудлингованія на поду печи, устроенной съ отраженіемъ и нагрѣваемой пламенемъ, при сожженіи горючаго матеріала, въ одной или нѣсколькихъ топкахъ, отдѣльныхъ или смѣжныхъ. Хотя здѣсь и пропускается подъ колосники струя воздуха для оживленія горѣнія, и другая струя — на поверхность расплавленнаго металла, но это нисколько не измѣняетъ обстоятельствъ дѣла. Способъ, описанный Оніономъ есть настоящій пудлинговый и ничто не можетъ быть изобразительнѣе этого описанія «перехода желѣза въ естествен-

<sup>1)</sup> Недостатокъ мѣста не позволяетъ поставить эти буквы, но можно себѣ представить обозначенный ими предметъ.

<sup>2)</sup> Буквы, не показанныя по недостатку мѣста.

ный видъ» и образованія шлага; трудно себя представить, чтобы подобный отчетъ о производствѣ могъ быть составленъ не очевидцемъ его. Вотъ снова притязанія Корта на изобрѣтеніе пудлингованія опровергаются привиллеіей Оніонса! Во всякомъ случаѣ разица существуетъ: а именно поддувало Оніонса замѣнено Кортомъ трубою, чтобы усилить тягу воздуха въ печи, и въ этомъ отношеніи его способъ гораздо проще, хотя и не производитъ болѣе полезнаго дѣйствія, чѣмъ способъ его предшественника. Странно, что въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ, прибѣгали къ вдванію воздуха, какъ принадлежности дымовой трубы.

Заявленія и мнѣнія, собранныя послѣ показанія Гумфри, не были представлены комиссіи, назпаченной парламентомъ въ 1812 году, для изслѣдованія правъ Корта на первоначальное изобрѣтеніе этихъ способовъ; утверждаютъ, что предѣдатель ея, читая ихъ послѣ окончанія дѣла комиссіи, сознался, что еслибы они были представлены во время, то рѣшеніе комиссіи было-бы конечно другое.

Надо прибавить, что Кортъ не воспользовался копѣйкой отъ Ричарда Кревшей въ силу своей привиллеіи. Когда привиллеія была секвестрована правительствомъ въ обезпеченіе долговъ Джелико, то права этой привиллеіи были сочтены уничтоженными. Привиллеія на калибровашные валки кончилась въ 1798 г. и вычислено, что до этого времени Ричардъ Кревшей выдѣлывалъ не менѣе 50.000 тоннъ прокатнаго желѣза, за которые слѣдовало по праву привиллеіи до 25.000 фунт. стерл.

Многіе можетъ быть найдуть, что не слѣдуетъ такъ долго записываться правами Корта, но въ такомъ случаѣ этотъ вопросъ не могъ-бы быть разсмотрѣнъ по достоинству. Исторія Корта безпримѣрная: это одна изъ самыхъ плачевныхъ страницъ въ хроникѣ изобрѣтеній. Интересъ заключается въ правдивости обстоятельствъ, изъ которыхъ многія не только были подвергнуты сомнѣнію, но даже отринуты комиссіею палаты общинъ. Эти обстоятельства кажутся были поддержаны неоспоримыми документами. Теперь всѣ доказательства находятся передъ глазами читателя, который имѣетъ вмѣстѣ съ нами всѣ средства судить и рѣшить, можетъ-ли Кортъ быть поставленъ въ число изобрѣтателей, имѣетъ-ли онъ право на наше сочувствіе, какъ жертва несправедливости и не должны-ли мы краснѣть за способъ дѣйствія тѣхъ, кто воспользовался отъ его открытій значительными барышами.

Не говоря о чугунныхъ подахъ и *кипящихъ* печахъ, остается сдѣлать еще много усовершенствованій, и въ настоящее время самое необходимое казалось бы то, еслибы можно было замѣнить пудлингованіе другимъ способомъ, въ которомъ не требовалось-бы столько рабочей силы. Нѣтъ производства, гдѣ бы мускульная сила человѣка была подвержена такимъ тяжелымъ усиліямъ и при столь изнуряющей обстановкѣ. Удивительно-ли, что

пудлинговые мастера рѣзко выражаютъ нежеланіе приучать своихъ дѣтей къ этой работѣ, которая, вообще говоря, дѣлаетъ человѣка неспособнымъ къ ней около сорока пяти или пятидесяти лѣтъ жизни. Надѣялись, что способъ Бессемера изгонитъ пудлингованіе, но до сихъ поръ эта надежда была обманута.

Не смотря на поразительное развитіе желѣзной промышленности въ Великобританіи и другихъ странахъ, со времени изобрѣтенія желѣзныхъ дорогъ, можно смѣло утверждать, что примѣненіе желѣза будетъ увеличиваться ежедневно и нѣтъ повода думать, чтобы когда-нибудь могъ явиться избытокъ этого драгоценнаго металла. Сѣтъ желѣзныхъ дорогъ развивается безпрестанно и когда-нибудь осуществится фактъ, что всѣ обитаемыя мѣста земнаго шара будутъ пользоваться выгодами дорогъ изъ желѣза и стали. Вѣкъ стали близокъ, но употребленіе желѣза и чугуна не уничтожается: сталь должна имѣть громадное вліяніе на судьбы человѣчества. Каждый рельсъ, или по крайней мѣрѣ головка рельса, будетъ изъ стали, потому что это вытекаетъ изъ того факта, что въ одинаковыхъ обстоятельствахъ стальные рельсы служатъ въ восемь и до шестнадцати разъ дольше желѣзныхъ, тогда какъ разность въ цѣнѣ тѣхъ и другихъ никакъ не можетъ быть сравниваема съ службою рельсовъ.

Великобританія обладаетъ богатствомъ въ желѣзныхъ рудахъ, а въ послѣдніе годы открыты замѣчательныя мѣсторожденія въ лиасовой и оолитовой формаціяхъ въ графствахъ Йоркъ, Нортamptonъ и Линкольнъ. Между тѣмъ каменный уголь не только употребляется въ чудовищныхъ количествахъ, но и вывозится въ значительной цифрѣ; недавно съ нѣкоторымъ страхомъ обсуждали вопросъ о продолжительности англійскихъ каменноугольныхъ рудниковъ. Англія извлекла въ 1862 году 84.000.000 тоннъ каменнаго угля, а требованія на него не перестаютъ увеличиваться. До сихъ поръ необыкновенное богатство ископаемаго горючаго матеріала дѣлало насъ безопасными въ отношеніи средствъ къ сбереженію его; но уже пришло время, когда пужда заставитъ дѣйствовать иначе, какъ въ промышленности, такъ и въ домашнемъ быту.

## VI. ЖЕЛѢЗНОЕ ДѢЛО ВЪ РОССІИ <sup>1)</sup>.

Уже очень давно желѣзо выдѣлывалось въ Россіи изъ рудъ въ горнахъ, очень сходныхъ съ обыкновенными кузнечными, и въ доминцахъ, или руч-

<sup>1)</sup> Статью эту мы заимствуемъ изъ *Исторіи основаній Русскихъ горныхъ заводовъ*, сост. И. Полетиной и М. Блиновымъ и помѣщенной въ Памятной книжкѣ для Русскихъ горныхъ людей. Стр. 183; 1862.



ныхъ домнахъ, тоже не многимъ отличавшихся отъ кузнечныхъ горновъ. Извѣстнѣйшія мѣстности, въ которыхъ существовала эта промышленность, слѣдующія: Устюжна-Желѣзопольская, что нынѣ уѣздный городъ Новгородской губерніи, гдѣ желѣзо добывалось изъ болотной руды, находимой въ полѣ, отчего и городъ этотъ получилъ названіе; мѣстечко Декилово въ Тульской губерніи, гдѣ съ давняго времени обрабатывалась *глыбовая* (болотная) руда; нынѣшняя Олонецкая губернія, Карелія и пр.

При распространеніи русскаго населенія на востокъ, найдена была и отчасти развилась вновь желѣзная промышленность около г. Кунгура, а послѣ покоренія Сибири кузнечное дѣло оказалось въ большомъ развитіи въ той мѣстности, гдѣ потомъ былъ основанъ г. Кузнецкъ, Томской губерніи.

Свейское желѣзо покупалось русскими царями для государственныхъ потребностей по дорогой цѣнѣ; между тѣмъ, по соединеніи удѣльныхъ княжествъ въ одно государство, при великомъ князѣ Іоаннѣ III Васильевичѣ Великомъ, и по мѣрѣ развитія пограничныхъ раздорозъ и войнъ съ Литвою, поляками, шведами, татарами и турками, потребность въ металлахъ болѣе и болѣе возрастала, а способы пріобрѣтенія ихъ, по времени, были очень затрудняемы; все это часто возбуждало въ государяхъ нашихъ заботу о водвореніи въ Россіи собственной горной промышленности.

Древнѣйшія историческія извѣстія о распоряженіяхъ по этой части русскихъ государей относятся къ временамъ великаго князя Іоанна III. Онъ требовалъ въ 1482 году отъ венгерскаго короля Матвея Корвина горныхъ мастеровъ, искусныхъ въ добываніи золотой и серебряной руды и въ отдѣленіи металла отъ земли. Въ наказѣ греку Траханіоту, отправившемуся въ 1490 году посломъ къ римскому императору, было также предписано искать въ Германіи и принять въ русскую службу полезныхъ художниковъ и горныхъ мастеровъ. Вслѣдъ за тѣмъ, по сказанію двинскаго лѣтописца, перепечатаннаго въ Древней Россійской Вивліоонгѣ, изданной Николаемъ Новиковымъ, часть VIII, «въ лѣто 6999 года (1491) князь великій Иванъ Васильевичъ послалъ на Печору руды искать Ивана да Виктора, а съ ними «послалъ Андрюшку Петрова, да Василья Иванова сына Болтина, да грека «Манойла, Ларчева сына. И тое же осени пришли съ Печоры и сказали великому князю, что они руду нашли мѣдную на рѣцѣ Циллеѣ, недоходя «Космы рѣки за полдни и отъ Печоры рѣки за семь дней».

Послѣдствія этого открытія совершенно неизвѣстны; только изъ указовъ, заключающихся въ полномъ собраніи законовъ (Т. I, стр. 529 № 296), видно, что въ 1661 и 1666 годахъ, при Алексѣѣ Михайловичѣ, снова были повторены поиски мѣдной и серебряной руды на Циллеѣ и въ другихъ мѣстахъ по Печорѣ и по Сѣверной Двинѣ.

Бакмейстеръ, бывшій бібліотекаръ С. Петербургской Академіи Наукъ, въ

своемъ сочиненіи «О первомъ прибытіи англичанъ въ Россію» говоритъ, что въ царствованіе Іоанна Васильевича Грознаго пріѣзжавшіе въ Россію англичане получили позволеніе присѣкивать желѣзныя руды и плавить ихъ съ тѣмъ, чтобы научили этому и русскихъ. Нѣсколько послѣ, имъ разрѣшено было завести заводы на Вычегдѣ, но этимъ разрѣшеніемъ они, по видимому, не воспользовались. Это было въ 1569 году.

Князь Щербатовъ въ своей Россійской Исторіи сообщаетъ, что царь Іоаннъ Васильевичъ Грозный требовалъ отъ шведскаго короля Іоанна II (Вазы), чтобы онъ уступилъ Россіи единое близъ ея границъ какое мѣсто, гдѣ серебряная руда находится; а если такого мѣста нѣтъ, то прислалъ-бы въ Россію добрыхъ мастеровъ для сысканія ея и для обдѣлыванія. На требованіе это послы Шведскаго короля отвѣчали, что руды серебряной въ шведскихъ областяхъ, прилежащихъ къ русскимъ границамъ, нѣтъ; но король не отречется прислать искусныхъ мастеровъ для сысканія и обдѣлыванія оной <sup>1)</sup>. Впослѣдствіи царь Іоаннъ Васильевичъ повторялъ это требованіе чрезъ шведскаго посланника Антона Ольса, а въ 1573 году требовалъ грамотой отъ короля Шведскаго рудоскателей, упоминая въ этой грамотѣ, чтобы король, между прочимъ, выполнялъ то, что дьякъ его приказывалъ бывшему въ Россіи человѣку шведскаго короля, Антону Ольсу, о серебряной рудѣ и о мастерахъ, которые руды ищутъ <sup>2)</sup>. Въ 1595 году царь Ѳеодоръ Іоанновичъ приглашалъ горныхъ и плавильныхъ мастеровъ изъ Италіи <sup>3)</sup>.

Всѣ эти заботы не оставили послѣ себя никакихъ важныхъ послѣдствій для исторіи горнаго дѣла и, до присоединенія къ Россіи Сибири, не было сдѣлано никакихъ замѣтныхъ успѣховъ въ развитіи горнаго промысла.

Во время Ермака и долго послѣ него не знали, есть-ли въ Сибири руды и о Чудскихъ копяхъ, еще не было слышно. Въ первый разъ въ 1628 году, одинъ татаринъ, жившій у рѣки Ницы, пришелъ въ Туринскъ, построенный въ 1600 году между Верхотурьемъ и Тюменью, съ объявленіемъ, что въ веретѣ отъ упомянутой рѣки онъ нашелъ желѣзную руду въ болотистомъ мѣстѣ. Туринскій воевода, Воинъ Корсаковъ, приказалъ принести кусокъ этой руды, но нельзя было найти искуснаго человѣка, который-бы могъ обработать его. Тамонніе кузнецы, по слышкѣ отъ другихъ, сказали воеводѣ какъ узнавать руду, скрытую въ болотѣ: должно взять свѣжей березовой коры и опустить ее въ болото; вода, которая содержитъ въ себѣ желѣзныя частицы, съѣстъ наружную кору, такъ что останется только внутренняя гладкая кожа. На указанное мѣсто посланъ былъ тобольскій боярскій сынъ

<sup>1)</sup> Ист. Кн. Щербатова, т. V, ч. II, кн. 12.

<sup>2)</sup> Ист. Кн. Щербатова, т. V, ч. IV и Древняя Рос. Вивліоэика, 1773 г. № 2.

<sup>3)</sup> Россійск. Вивліоэика, ч. 15, изд. 1790 г.

Иванъ Шумлыгинъ, который привезъ образцы и затѣмъ тотчасъ-же было приступлено къ постройкѣ завода, а въ 1631 г. начата уже на немъ обработка рудъ и онъ названъ Ницинскимъ. Полагать надо, что выдѣлка желѣза производилась въ горнахъ съ ручными мѣхами. Скоро въ этомъ заводѣ собралось много рабочихъ, которые образовали слободу *Рудную*. Слобода эта замѣчательна тѣмъ, что она первая распространила въ Сибири употребленіе желѣза, которое до того съ большимъ трудомъ и дорогой цѣной доставлялось изъ Россіи.

Въ 1637 г. заводъ этотъ сгорѣлъ и былъ снова отстроенъ; но вскорѣ опять пришелъ въ упадокъ, и во время путешествія Миллера (1740 г.) видны были только слѣды его.

При Михаилѣ Ѳеодоровичѣ (1635) посланы были также въ Пермю изъ Москвы гости Свитейщиковъ съ нѣмцемъ рудознатцемъ Аристомъ Петцольдомъ для розысковъ рудъ. Они нашли рудникъ Куингурскій при р. Ливѣ, руды котораго начали обрабатывать на заводѣ, основанномъ недалеко отъ него на Камѣ, въ дачахъ Пыскорскаго монастыря.

Въ концѣ XVI и началѣ XVII вѣка <sup>1)</sup> нужное для Россіи желѣзо Шведское (шведское) привозилось голландскими купцами чрезъ Архангельскій портъ. Высокія цѣны его побудили купца Андрея Денисовича Виніуса, переселившагося въ Россію изъ Голландіи, предпринять постройку водоудѣйствующаго завода для отливки чугунныхъ вещей и дѣланія желѣза по иностранному способу. Сдѣлавъ розысканія, онъ, съ братомъ своимъ Авраамомъ и купцомъ Елисеѣмъ Юльевичемъ Вилькенсомъ, подалъ царю Михаилу Ѳеодоровичу челобитную о дозволеніи построить заводъ въ окрестностяхъ Тулы.

На это послѣдовала 29 февраля 1632 года государева грамота, которою дозволялось имъ построить «*мельничные заводы*» для дѣланія изъ желѣзной руды чугуна и желѣза, для литья изъ перваго пушекъ, ядеръ и котловъ и дляковки изъ послѣдняго разныхъ досокъ и прутьевъ — «дабы впредь то желѣзное дѣло было государю прочно и государевой казнѣ прибыльно; а людей государевыхъ имъ всякому желѣзному дѣлу научать и никакого ремесла отъ нихъ не скрывать». Для облегченія въ постройкѣ заводовъ положено было выдавать имъ отъ казны ежегодно три тысячи рублей, которые должны были быть возвращаемы желѣзомъ и чугунинымъ литьемъ. Оброку не брать 10 лѣтъ со времени пачатія заводскаго дѣйствія и до истеченія этого срока никому не позволять въ Россіи строить заводы.

<sup>1)</sup> Гамель, *Описаніе Тульскаго оружейнаго завода съ историческомъ и техникомъ отношеніемъ*, 1826 г. Матеріалы для этого описанія взяты Гамелемъ изъ тульскаго заводскаго архива, изъ архива коллегіи иностранныхъ дѣлъ и изъ арсенальнаго архива въ Москвѣ, откуда извлечены свѣдѣнія о первомъ основателѣ заводовъ въ Россіи — Виніусѣ.

Виніусъ построилъ четыре завода на рѣчкѣ Тулицѣ, въ Тульскомъ уѣздѣ, при четырехъ плотинахъ. Они назывались Городищенскими и были въ разстояніи отъ Тулы на 12 тогдашнихъ верстъ (750 саж.); руда для нихъ добывалась въ 5 верстахъ отъ Дедилова. Вислѣдствіи къ нимъ приписана была Соломенская волость, въ коей считалось крестьянъ 347 душъ.

Виніусъ, строя заводы, вошелъ въ большіе долги. Коммисаръ датскаго короля Петръ Гавриловичъ Марселіусъ и голландскій гость Филимонъ Филимоновичъ Агема ссудили его деньгами, и Виніусъ, въ 1639 году, взялъ ихъ къ себѣ въ товарищи, а въ 1643 году, они, помимо Виніуса, просили позволенія построить заводы въ отдаленныхъ отъ Тулы мѣстахъ, именно: на рѣкахъ Варѣ, Костромѣ и Шекснѣ, и вообще гдѣ только удобныя мѣста сыщутъ. Въ 1644 году, царь Михаилъ Феодоровичъ далъ имъ грамоту на владѣніе таковыми заводами безъ платежа оброка и пошлинъ на 20 лѣтъ и велѣно было дѣлать пушки, ядра и котлы, проволоку и бѣлую жечь, и обучать тому русскихъ; ненужное казѣ позволено было продавать и вывозить за границу.

Эти привилегіи поссорили Виніуса съ Марселіусомъ и Агемою, и первый, въ 1645 году, при царѣ Алексѣѣ Михайловичѣ, подалъ на товарищѣ доносъ, вслѣдствіе котораго велѣно было послу Ильѣ Данилову Милославскому объявить Нидерландскимъ штатамъ о *многихъ неправдахъ* Агема и Марселіуса; но штаты не приняли ихъ за голландцевъ и въ дѣло не вмѣшались.

Между тѣмъ для Виніуса кончился срокъ (вѣроятно десятилѣтній со времени постройки) на владѣніе заводами, и Городищенскіе заводы были взяты въ казну.

Нидерландскіе штаты убѣдились, что Агема и Марселіусъ дѣйствительно голландскіе подданные и хлопотали за нихъ предъ царемъ черезъ посла Альберта Бурга; датскій король также писалъ объ нихъ царю Алексѣю Михайловичу.

Въ 1648 году, по просьбѣ Агема и Марселіуса и по тому уваженію, что они обѣщали сдѣлать большія уступки въ цѣнахъ пушекъ, ядеръ и желѣза, имъ возвращены Городищенскіе заводы. Потомъ они построили на рѣчкѣ Скнигѣ, въ нынѣшнемъ Алексинскомъ уѣздѣ, Тульской губерніи, молотовыя фабрики при 4 плотинахъ. Въ 1656 году они начали строить еще два завода (Протвинскій и Угодскій) въ нынѣшней Калужской губерніи.

По смерти Агема и его прямыхъ наслѣдниковъ, нѣкоторые изъ этихъ заводовъ перешли по наслѣдству къ Вахрамѣю Петровичу Миллеру, который былъ женатъ на матери Ивана Филимоновича Агема, внука основателя заводовъ. Миллеръ продолжалъ строить новые заводы (напр. Истинскій, на р. Истинъ въ Беровскомъ уѣздѣ построенъ въ 1660 г.) въ тѣхъ-же мѣстахъ,

и на одномъ изъ его заводовъ (Ипстпскомъ) Петръ I собственноручно выковалъ 18 пудъ желѣза и взялъ за него задѣльную плату.

Кромѣ того, въ 52 верстахъ отъ Москвы, на рѣкѣ Истрѣ, построены были на счетъ казны Павловскій заводъ, который уже существовалъ въ 1674 г. Послѣ Марселиуса, доставшіеся на его долю заводы перешли къ сыну, а по смерти его, около 1692 года, въ правленіе Царевничей Петра и Іоанна Алексѣевичей, заводы эти, какъ выморочные, отданы боярину Льву Кириловичу Нарышкину.

Въ 1696 году, когда Петръ Великій остался одинъ на русскомъ престолѣ, наступила эпоха энергической дѣятельности по горному промыслу въ разныхъ мѣстахъ государства. Въ то время еще не было въ Тулѣ казеннаго оружейнаго завода, который построенъ въ 1712 году, но тамъ жили казенные оружейные мастера и кузнецы, обучавшіеся этому дѣлу у иностранныхъ мастеровъ на Спнжскихъ заводахъ и поставлявшіе ружья въ казну. Между ними отличался искусствомъ и предприимчивостью Никита Демидовъ Антуфьевъ, или Антуфеевъ. Отецъ его, Демидъ Клементьевъ, жилъ прежде въ деревнѣ Пашинѣ, въ 20 верстахъ отъ Тулы и потомъ переселился въ Тулу. Въ 1696 году, Петръ I, проѣзжая въ Воронежъ, остановился въ Тулѣ и, желая заказать нѣсколько алебардъ по бывшему у него иностранному образцу, приказалъ позвать кузнецовъ, которые знали дѣло бѣлаго оружія. Никто не смѣлъ явиться кромѣ Никиты Антуфьева. Государь, увидѣвъ его, любовался его стройностью, большимъ ростомъ и необыкновенною силою, и сказалъ окружающимъ его боярамъ: «вотъ молодецъ; годится и въ Преображенскій полкъ въ гренадеры». Испуганный этими словами Антуфьевъ упалъ къ ногамъ государя и со слезами просилъ помиловать его хоть для престарѣлой матери, у которой онъ былъ единственныи сынъ. Государь, смѣясь, сказалъ: «я помилую тебя, если ты скуешь мнѣ триста алебардъ по сему образцу». Антуфьевъ увѣрилъ государя, что скуеть гораздо лучше и привезетъ къ нему въ Воронежъ черезъ мѣсяцъ, что и исполнилъ вточности. Царь, получивши алебарды, такъ былъ доволенъ, что заплатилъ втрое противъ того, что онѣ стоили, и сверхъ того подарилъ Антуфьеву нѣмецкаго сукна на платье и недорогой серебряный ковшъ, обѣщаясь, на возвратномъ пути въ Москву, захватить къ нему въ гости. Государь сдержалъ слово. Осмотрѣвъ небольшую фабрику Антуфьева, онъ посѣтилъ его въ избѣ. Антуфьевъ сталъ подчивать государя винограднымъ виномъ; Петръ далъ ему пощечину, говоря, что неприлично кузнецу пить такое вино. Антуфьевъ отвѣчалъ, что онъ никогда хмѣльнаго и въ ротъ не беретъ, а купилъ это вино для великаго посѣтителя его хижины. «Отнеси назадъ и дай мнѣ рюмку простяка», сказалъ государь и вынулъ рюмку водки. Потомъ онъ вынулъ стаканъ пива и стаканъ меду изъ рукъ жены Антуфьева, которая была хороша и молода,

и поцѣловаль ея. Государь велѣлъ Антуфьеву итти съ собою и показаль ему иностранное, хорошо отдѣланное ружье. Антуфьевъ взялся сдѣлать такое же. Государь былъ доволенъ, долго съ нимъ разговариваль и хвалиль его умъ и рѣдкую предприимчивость. Когда-же Антуфьевъ привезъ въ Москву шесть ружей, государь пожаловаль ему 100 рублей, поцѣловаль его и сказалъ: «постарайся, Демидычъ, распространить фабрику свою, а я тебя не оставляю», и тоже далъ указъ отвести ему близъ Тулы, въ Малиновой засѣкъ, нѣсколь-ко десятинъ земли для копанія руды и для сжепія древеснаго угля. Антуфьевъ завелъ на рѣчкѣ Тулицѣ, близъ впаденія ея въ Упу, чугуноплавилен-ный заводъ и вскорѣ отлилъ 5,000 пудовъ артиллерійскихъ снарядовъ, которые, по возвращеніи государя изъ первой поѣздки за границу, привезъ въ Москву, въ артиллерійскій приказъ. Государь, узнавъ о томъ, такъ обрадовался, что вскорѣ послѣ того самъ туда пріѣхаль, осмотрѣлъ снаряды, благодарилъ Антуфьева и велѣлъ выдать ему втрое противъ цѣны, платимой за таковыя-же вещи съ Нарышкинскихъ и Миллеровыхъ заводовъ. Антуфьевъ на своей фабрикѣ сталъ дѣлать снаряды гораздо дешевле прежняго и подря-дился въ 1701 году дѣлать большое число ружей.

Съ цѣлью усилить розыски рудъ, къ разнымъ воеводамъ посылались гра-моты, которыми предписывалось «уѣзднымъ людемъ сказать: буде кто изъ «какихъ рудъ знаютъ или обыщутъ и про то велѣтъ извѣщать въ правду «и съ тѣхъ рудъ опыты воеводамъ объявлять, и буде ихъ трудами и обыс-ками сыщутся какія руды добрыя и прибыльныя и прочныя, и за то они «будутъ пожалованы его Великаго Государя жалованьемъ».

Вызовы о розыскѣ рудъ предписывалось «велѣтъ на Москвѣ и въ горо-дахъ и въ уѣздахъ по торгамъ и ярмаркамъ въ торговые дни кликать би-рючемъ по многія времена».

До отъѣзда своего за границу въ 1696 году, Петръ Великій велѣлъ Вер-хотурскому воеводѣ Дмитрію Протасьеву узнать: «гдѣ именно имѣется лучшій камень магнитъ и добрая желѣзная руда». Воевода въ томъ-же году прислалъ образцы магнита съ рѣчки Тагила и руды съ рѣки Невы. Магнитъ посланъ былъ въ Амстердамъ къ весьма извѣстному тогда бургомистру Николаю Вит-цену, съ которымъ Петръ былъ въ перепискѣ, и въ Ригу, къ Іоанну Мил-леру. Послѣдній нашель въ этомъ магнитѣ 30 проц. желѣза. Въ Амстерда-мѣ-же онъ былъ разлагаемъ «опытнымъ мастеромъ» Андреемъ Лалусомъ Грилемъ, который въ немъ показаль 45 проц. желѣза. Невьянская-же руда была отдана для испытанія Антуфьеву, который, выдѣлавъ изъ нея желѣзо, сдѣлалъ нѣсколько фюзей и объявилъ, что руда къ плавкѣ выгодна и желѣзо изъ нея къ дѣлу оружія не хуже Свицкаго.

Основываясь на этихъ показаніяхъ, Петръ I въ 1697 году указаль вое-водѣ Козмѣ Петровичу Козлову пріискать удобное мѣсто для постройки завода

для отливанія чугунныхъ пушекъ и снарядовъ и дѣланія желѣза, ружей и проч.

Въ 1698 г. рѣшено было построить заводъ на рѣкѣ Невѣ, подъ деревнею Федьковскою. Мастеровъ велѣно было взять съ московскихъ заводоу, т. е. съ Городищенскихъ, Спнжскихъ, Угодскаго, Истичнаго и Павловскаго. Въ 1700 году мастера были отправлены въ Верхотурье. За постройкой завода смотрѣлъ бывший прежде на Павловскомъ заводѣ «садовникъ Семень Кипряновъ Викулицъ», а послѣ того, съ нимъ вмѣстѣ, верхотурскій боярскій сынъ Михайло Бибииковъ. Первый въ Сибири чугунъ изъ Невьянской домны вышелъ 15 декабря 1701 г., а первое желѣзо поспѣло 8 января 1702 г. и послано въ Москву на пушечный дворъ, гдѣ испытано при кузнецахъ изъ кузнечнаго ряда и при повѣренномъ Антуфьева.

Первая домна въ Сибири имѣла 12 аршинъ вышины, «а на домнѣ была колоша въ 1½ аршина». Въ сутки проходило 13 и 14 колошъ съ 30 пудами руды; чугуна получалось въ сутки, въ три выпуска, 124 пуда. Въ молотовой были два горна и одинъ молотъ. Въ первый разъ изъ 14 пудовъ чугуна вышло 9½ пудовъ прутаго желѣза. Первый доменный мастеръ былъ Яковъ Фадѣевъ, а молотовые мастера: Семень Петровъ и Авергій Томасовъ.

1 сентября 1697 года данъ былъ наказъ вновь назначенному воеводу въ Тобольскъ, ближнему боярину князю Михаилу Яковлевичу Черкасскому о поискѣ рудъ въ тѣхъ мѣстахъ, и когда князь Черкасскій прислалъ въ Москву открытую игуменомъ Успенскаго Долматова монастыря, на земляхъ того монастыря, желѣзную руду, изъ которой уже нѣсколько времени готовилось желѣзо въ ручныхъ горнахъ, то она была испытана въ Сибирскомъ Приказѣ и одобрена, и въ 1700 году князь Черкасскій началъ тамъ, на р. Каменкѣ, строить большой заводъ. Въ началѣ 1701 года на Каменскій заводъ посланъ Суздальскаго уѣзда, села Сидоровскаго, крестьянинъ госпоудъ Глѣбовыхъ, оружейный мастеръ Никифоръ Пиленко и съ нимъ 49 рабочихъ, для дѣла на томъ заводѣ по 5 или 6 тысячъ въ годъ ружей, фюзей и мушкетовъ. Князь Черкасскій предпочелъ устроить для оружейнаго дѣла особый заводъ въ 10 верстахъ отъ Тобольска, на рѣкѣ Ремзянкѣ, впадающей въ Иртышъ. О существованіи этого завода болѣе ничего неизвѣстно, даже неизвѣстно и его названія. Для наученія дѣланію уклада, посланъ на Каменскій заводъ изъ Серпухова укладный мастеръ Яковъ Бѣляевъ. Чугунъ изъ домны этого завода пошелъ въ концѣ декабря 1701 года и изъ него вылиты первые въ Сибири два *можжера* и три пушки, которыя, какъ и пробы уклада, присланы въ Москву и весьма одобрены. Сибирскій чугунъ найденъ мягче Тульскаго и для литья впрёдъ на Каменскомъ заводѣ артиллерійскихъ снарядовъ отправленъ нанятый въ Курляндіи пушечный литейщикъ Эрикъ Денрѣ, который въ 1702 году вылилъ болѣе 300 пушекъ.

Для постройки на Каменскомъ заводѣ другой домны «по заморскому», въ 1703 году посланы были туда выписанные купцомъ Андреемъ Стельсомъ изъ Англїи пушечные мастера Робертъ Жартонъ и Вильямъ Пангуреть, а для ружейнаго дѣла послано еще 6 челоуѣкъ тульскихъ оружейниковъ. Приказчикомъ на заводѣ былъ тогда Христофоръ Левенфельдъ.

Въ это время Антуфьевъ вошелъ съ представленіемъ въ Сибирскій Приказъ, что, по случаю запрещенія рубить лѣсъ на уголь въ засѣкѣ, нельзя ему продолжать литье пушекъ и снарядовъ въ Тулѣ, и просилъ позволенїя дѣлать эти вещи въ Сибири, на Невьянскомъ заводѣ, представляя и условїя, на которыхъ онъ берется за это дѣло. Петръ, предвидя затрудненїя въ управленїи построенныхъ въ Сибири заводовъ черезъ воеводу, 4 марта 1702 года приказалъ Невьянскій заводъ отдать Антуфьеву во владѣніе, съ тѣмъ, чтобы на ономъ отливалъ онъ для казны пушки и мортиры, дѣлалъ фузеи, шпаги, сабли, тесаки, палаши, копыя, латы и шишаки, такъ какъ во всѣхъ этихъ снарядахъ настояла тогда большая нужда. Сверхъ того предписано ему было дѣлать пружинное желѣзо и проволоку и вообще «искать такое всякому литому и ковальному дѣлу умноженїе, чтобы на потребу всему Московскому государству надѣлать и безъ посторонняго шведскаго пропята было мочно, и стараться, чтобы русскїе люди тѣмъ мастерствамъ были изучены, дабы то дѣло въ Московскомъ государствѣ было прочно». Въ указѣ этомъ было также между прочимъ сказано: «а тѣ заводы отдать ему (Демидову) указали Мы, Великій Государь, для того, что нерадѣніемъ и многими сварамъ и крамолами приставниковъ чинилась тому доброму и полезному дѣлу остановка и уѣзднымъ людемъ премногая тягость...; иные дѣла дѣлали нерадиво или несмысленно, и въ томъ не точїю убытки, но и времени многая потеря и дальняго ради разстоянїя и прихотей ради тѣхъ приставниковъ и многихъ ради ихъ запросовъ опасно тому заводу совершеннаго раззоренїя».

Антуфьевъ, имѣя въ Тулѣ заказъ болѣе 20 тысячъ фузей, не могъ тотчасъ ѣхать въ Сибирь и послалъ туда новѣршеннаго своего Емельяна Павлова Есенофонтова, который принялъ Невьянскій заводъ отъ Верхотурскаго воеводы. Для литья заказанныхъ 800 пушекъ Антуфьевъ отправилъ своего тульскаго мастера Семена Семенова Баташева, а для строенїя второй домны и пушечной «сертелни» — Степана Яковлева Трегубова. Для дѣланїя 1,000 фузей посланы десять лучшихъ тульскихъ мастеровъ. Въ іюлѣ 1702 г. отпустилъ Антуфьевъ своего старшаго сына Акинфїя для управленїя заводами, а послѣ того и самъ съ пятью мастерами поѣхалъ туда на короткое время. Когда думный дьякъ Андрей Андреевичъ Винїусъ <sup>1)</sup> отправленъ былъ въ

<sup>1)</sup> Это вѣроятно внукъ строителя Городищенскихъ заводовъ; онъ, будучи главнымъ въ Сибирскомъ Приказѣ, управлялъ всею Сибирью и былъ челоуѣкъ съ большими способностями.



кошцѣ того-же года въ Сибирь для обозрѣнія новыхъ желѣзныхъ заводовъ, то Антуфьевъ жаловался на недостатокъ людей, почему 22 февраля 1703 г. послѣдовалъ приказъ о припискѣ къ его заводу крестьянскихъ слободъ Аяцкой и Краснопольской и монастырскаго села Покровскаго съ деревнями. Потомъ вѣяло было Антуфьеву стараться приготовить изъ сибирскаго желѣза сталь, которая-бы могла замѣнить нѣмецкую.

Въ 1703 году стольнику Калпшину поручено осмотрѣть всѣ мѣста, гдѣ находится хорошая руда, съ тѣмъ, чтобы построить еще новые желѣзные заводы, и въ этомъ-же году онъ выстроилъ заводъ Аланавскій.

Такъ неослабной волею Петра началось и развивалось желѣзно производство на Уралѣ.

Перейдемъ теперь въ другую мѣстность, на сѣверъ Европейской Россіи, гдѣ Петръ I тоже предпринялъ развить желѣзное производство, хотя и не въ такихъ размѣрахъ какъ на Уралѣ.

Уже съ давнихъ временъ жителямъ Олонецкаго края извѣстно было приготовленіе желѣзныхъ крицъ прямо изъ рудъ въ сыродутныхъ горнахъ; въ царствованіе-же Алексѣя Михайловича, олонецкіе желѣзные рудники отданы были на откупъ датчанину Бутованту фонъ-Розенбушу, сначала вмѣстѣ съ П. Н. Марселіусомъ, а потомъ одному; онъ завелъ даже домны для выплавки чугуна изъ рудъ и доставлялъ въ казну, по условію, чугунныя пушки, бомбы, ядра и гранаты. Въ началѣ царствованія Петра Великаго, по случаю войны со шведами, Розенбушъ былъ уже не въ состояніи выполнять умножившіяся требованія на орудія и снаряды, и потому, въ 1701 году рудники его и печи были отобраны въ казну, а откупщику заплачено за убытки. Для устройства заводовъ въ Олонецкой губерніи посланъ былъ прибывшій въ Россію въ 1700 году саксонскій ерцъ-пробиреръ Іоаннъ Фридрихъ Блюэръ. Онъ въ 1701 году основалъ Петровскій заводъ на р. Лососинкѣ, близъ ея устья, вблизи отъ него онъ построилъ еще мѣдиплавильный заводъ того-же имени, а за тѣмъ, пробывъ въ Олонецкихъ заводахъ не болѣе двухъ лѣтъ, по приказанію Петра, обращавшаго въ горномъ дѣлѣ болѣе всего вниманіе на розыскъ рудъ, онъ долженъ былъ отправиться на новыя развѣдки.

Петру Великому представлялось много препятствій къ распространенію рудныхъ поисковъ и вообще горнаго дѣла. Крестьянъ принуждали работать на горныхъ заводахъ, давалъ весьма малую плату, а иногда и вовсе никакой, и изпуляли ихъ работами. Поэтому они противились открытію рудъ и основанію заводовъ, подкупая восводъ и губернаторовъ, которые, какъ по этому, такъ и по невѣжеству въ горномъ дѣлѣ, мѣшали его развитію.

Въ управленіе горными дѣлами съ 1650 года вмѣшивались: Посольскій Приказъ, Приказъ Большой Казны, Оружейная Палата и Пушечный Дворъ. Съ 1668 года заводы поручены Приказу Большаго Дворца; начинающіеся-же

въ Сибири рудные промысла подлежали вѣдомству Сибирскаго Приказа и Тобольскихъ воеводъ. Въ 1700 г., по указу Петра I, учрежденъ въ Москвѣ Рудный Приказъ въ связи съ Приказомъ Большой Казны, и повелѣно: «Членамъ оного: 1-е, сидѣть въ Приказѣ Большой Казны гдѣ пристойно, въ особомъ мѣстѣ; 2-е, гдѣ сыщется золотая, серебряная и мѣдная руды заводить заводы и изъ рудъ товары дѣлать, а сѣрныя, селитряныя, квасцовыя, желѣзныя и нынѣ красочныя руды отдавать на откупъ, и 3-е, собрать въ тотъ приказъ все сысканныя до того руды, саксонскіе штуфы и прежнія рудныя дѣла». Завѣдываніе Руднымъ Приказомъ тогда-же поручено окольному Алексею Тимофѣевичу Лихачеву и дьяку Козмѣ Борицу.

Рудный Приказъ существовалъ до 1711 г., а въ этомъ году, приговоромъ Сената, не задолго передъ тѣмъ учрежденнаго, положено: «Приказу Рудныхъ Дѣлъ особо не быть, а рудосыскныя дѣла отдать въ вѣдомство тѣхъ губерній, въ которыхъ они заведены, дабы то дѣло каждый губернаторъ въ своей губерніи усматривалъ». Противъ этого порядка сильно вооружился Блюэръ. Въ 1712 году онъ подалъ меморіалъ Сенату, въ которомъ находилъ нужнымъ не подчинять горныхъ дѣлъ губернаторамъ и городскимъ начальникамъ, но только Государю или Сенату, и указывалъ на неправильное употребленіе въ горныя работы крестьянъ и на притѣсненіе ихъ, вслѣдствіе чего дѣло это, «за непослание котораго должно Всевышняго благодарить, болѣе проклинается, такъ что хотя бы крестьянинъ про лучшую золотую или серебряную руду и вѣдалъ, но боится объ оной говорить и объявить, опасаясь отъ того самому себѣ раззоренія». Въмѣсто употребленія въ работы крестьянъ, Блюэръ считалъ полезнымъ образовать особую постоянную заводскую команду изъ рекрутовъ.

Все горныя дѣла онъ считалъ нужнымъ подчинить одному надъ горнымъ управленіемъ начальнику и до учрежденія Бергъ-Коллегіи, которая и тогда уже имѣлась въ виду, оставить при Сенатѣ особый столъ, куда должны были поступать срочныя свѣдѣнія отъ всехъ заводскихъ управителей.

Проектъ объ учрежденіи коллегій, въ которыхъ дѣла рѣшались бы по соглашенію многихъ членовъ, вмѣсто одного начальника, какъ это было въ Приказахъ, представленъ былъ Лейбницемъ Петру Великому еще въ 1711 г., и изъ вышеприведеннаго меморіала видно, что Петръ Великій намѣрелъ былъ учредить вмѣстѣ съ прочими и Бергъ-Коллегію, но вѣроятно отложилъ это до полного осуществленія всего проекта. Въмѣсто того онъ учредилъ въ 1715 году опять Рудный Приказъ въ С. Петербургѣ, въ который опредѣленъ тогда главнымъ — Касимовскій царевичъ Иванъ Васильевичъ, правленіе котораго продолжалось до 1719 года.

Около этого времени начинается дѣятельность на поприщѣ горнаго промысла Георга Вильгельма де-Геннина, или Вилима Ивановича Геннина, какъ

онъ самъ себя звалъ по русски. Послѣ Петра Великаго, Демидовъ и Гениинъ наиболѣе заслуживаютъ названіе основателей русскаго горнаго производства, и собственно съ этихъ именъ должна начинаться исторія нашего горнаго промысла.

Гениинъ, родомъ изъ Нассау-Зигена, вступилъ въ русскую службу въ 1697 г. мая 10, по прошенію, подаиному посламъ Петра Великаго въ Амстердамъ, на голландскомъ языкѣ съ переводомъ, въ которомъ онъ говоритъ, что «отъ юности своей наученъ и нынѣ основательно разумѣетъ архитектуру гражданскую, домовъ строеніе, дѣланіе всякихъ потѣшныхъ огнестрѣльныхъ вещей, — изображеніе въ воску дѣлать, японскою олифою крашенныя соломою изображенія прензрядно на бумагѣ вырѣзывать и прочія хитрости и благосклоненъ есть къ Москвѣ ѣхать въ службу его Царскаго Бесарскаго Величества, дабы при его дворѣ поминутны хитрости исполнити». Тогда-же онъ опредѣленъ въ оружейную палату фейерверкеромъ, съ жалованьемъ по шести рублей въ мѣсяць (по другимъ извѣстіямъ 67 руб. въ годъ).

По прибытіи въ Москву изъ за границы, государь приказалъ ему обучать молодыхъ дворянъ артиллеріи. Служба его до 1710 г. мало извѣстна; но въ этомъ году онъ участвовалъ при взятіи города Выборга, строилъ укрѣпленія при Гаугутѣ и отличился при взятіи Кексгольма, за что былъ щедро награжденъ и между прочимъ получилъ деревню Азлу въ Кексгольмскомъ уѣздѣ о шестидесяти дворахъ.

Въ 1712 г. поручилъ ему государь достроить въ С. Петербургѣ на Петербургской сторонѣ литейный дворъ и зеленныя или пороховыя заводы, мазанковые, вмѣсто деревянныхъ. Въ концѣ 1713 г. онъ былъ пожалованъ Олонецкимъ комендантомъ и начальникомъ олонекскихъ заводовъ. До него на заводахъ этихъ былъ какой-то Чоголковъ. По приѣздѣ своемъ де-Гениинъ засталъ въ дѣйствиіи на Петровскомъ заводѣ одну домну и на Повѣнецкомъ двѣ; кромѣ того, изъ писемъ его можно заключить, что Устьрѣцкій, Кончозерскій и Алексѣевскій заводы были уже въ дѣйствиіи и занимались только передѣлкой чугуна въ желѣзо. О томъ, когда и кѣмъ были устроены эти заводы, свѣдѣній нѣтъ. На Кончозерѣ добываемы были правда озерныя руды хорошаго качества, но онѣ плавилась въ Повѣнецкомъ заводѣ.

Гениинъ усилилъ дѣйствіе заводовъ, такъ что число дѣйствующихъ домовъ доходило до семи. Кромѣ Петровскаго и Повѣнецкаго заводовъ, уже въ 1720 году устроена была одна домна на Кончозерскомъ заводѣ. Алексѣевскій заводъ оставленъ, а Устьрѣцкій сначала остановленъ, а потомъ снова пущенъ въ дѣйствіе. Домны эти давали въ каждый выпускъ около 90 мудъ чугуна и дѣлали по два выпуска въ сутки. О числѣ выпусковъ можно заключить изъ словъ Гениина: «нынѣ пушки льемъ изъ одной домны, а литье бываетъ нынѣ въ полсутки». Впрочемъ домны были не одинаковы; при

Геннинъ англійскій мастеръ Шипоръ и выученный имъ подштурманъ Федоръ Казанцевъ строили на Петровскомъ заводѣ домны по англійской пропорціи, которыя были вѣроятно больше, ибо на Петровскихъ заводахъ въ 1718 г. предполагено было въ трехъ домнахъ расплавить 316 711 пудъ 35 фунт. руды, т. е. около 105 тысячъ пудъ въ каждой, съ употребленіемъ 30 проц. извести. На Повѣнецкомъ заводѣ, также въ трехъ домнахъ, предполагено было расплавить 170 536 пуд. или около 57 тысячъ пудъ въ каждой, съ употребленіемъ 19 проц. извести. Этотъ размѣръ дѣйствія былъ весьма обыкновененъ, при употребленіи деревянныхъ клинчатыхъ мѣховъ, приводимыхъ въ дѣйствіе рабочими. Казанцевъ, для указанія строить домны по англійской пропорціи, былъ посланъ къ Демидову на Невьянскій заводъ, а по окончаніи тамъ постройки, снова вернулся въ Петровскій заводъ: «изъ той домны Демидовъ пушекъ лить ему не далъ».

Передѣлка чугуна въ желѣзо была крайне неудовлетворительна; изъ 20 пуд. чугуна выковывалось желѣза только 9 пуд., и на каждомъ горну выдѣлывалось въ годъ по 1000 пудъ. Къ заводамъ приписано крестьянъ для поставки дровъ, руды, извести, строительнаго камня, дегтя, тесу, также для рубки дровъ и выжига угля, по ревизіи 1807 г., около 7,500 дворовъ. Въмѣсто работы допускали иногда крестьянъ вносить деньгами по 6 и 7 руб. съ двора. Рабочихъ на заводы брали также изъ этихъ крестьянъ, и именно: съ государевыхъ крестьянъ съ 9 дворовъ, а съ монастырскихъ—съ 8 дворовъ, по одному человѣку, и кромѣ той работы, руды и извести не спрашивали. Эта послѣдняя льгота касалась вѣроятно только того двора, изъ котораго поступалъ въ службу работникъ.

Кромѣ усиленія дѣйствія заводовъ, Геннинъ ввелъ выдуманную имъ, какъ самъ онъ говоритъ, «машину водяную: стоя точу пушки 23 фунтовыи по двѣ вдругъ, да третью сверлитъ почитай безъ людей, только къ оной машинѣ надобно три человѣка; а прежде сего было на работѣ у онаго точенья и у сверленья по сорока человѣкъ; такой машины нигдѣ нѣтъ и чаю не слышно». Отъ этой машины Геннинъ считалъ прибыли въ годъ 5 тысячъ рублей.

Въ 1719 г. Геннинъ былъ посланъ за границу въ Германію, Голландію, Англію и Францію для обозрѣнія горныхъ заводовъ. На возвратномъ пути въ Россію онъ вывезъ съ собой изъ Саксоніи и изъ другихъ мѣстъ много иностранныхъ мастеровъ, между которыми онъ упоминаетъ въ письмахъ своихъ объ одномъ, который дѣлаетъ сталь (до того времени клички дѣлались изъ уклада, приготовляемаго въ Кореліи), и о другомъ, который дѣлаетъ пружины къ ружейнымъ замкамъ.

По приѣздѣ въ Петровскіе заводы, онъ выстроилъ новую плотину, для того, чтобы устраиваемыя имъ вновь машины могли дѣйствовать водою. По-

средствомъ новыхъ машинъ предполагали бить и дѣлать жечь, сверлить фюзейные стволы и точить ихъ, дѣлать сталь по Солингенскому способу, сваривать разныя части якорей и приводить въ движеніе мѣха гидравлической силой; примѣненіе этой силы къ движенію мѣховъ и сваркѣ якорей Геннинъ выставляетъ какъ изобрѣтеніе Петра Великаго; но на сколько мысль Петра была въ этомъ случаѣ нова и самостоятельна, объ этомъ мы въ настоящее время судить не можемъ; отсюда можно только заключить, что до того времени даже домы дѣйствовали ручными мѣхами.

Въ іюніѣ 1721 года Геннину поручена постройка Сестрорѣцкаго оружейнаго завода, на рѣкѣ Сестрѣ, впадающей въ Финскій заливъ къ сѣверу отъ Петербурга. Постройку производили 330 плотниковъ изъ Олопецкаго уѣзда, и къ ней, для надзора, опредѣлены подъ начальство Геннина нѣсколько артиллерійскихъ офицеровъ. Постройка эта вѣдана весьма дѣятельно, и въ 1724 годъ переведено уже на Сестрорѣцкій заводъ 457 человекъ мастеровыхъ съ Петровскаго завода. Вѣроятно истощеніе на этомъ послѣднемъ заводѣ руды хорошаго качества было причиной сначала уменьшенія его дѣйствія, а потомъ и совершенной остановки, ибо Петровский заводъ дѣйствовалъ только до 1727 года.

По случаю жалобъ Геннина на подрядчиковъ, которые рубили для С. Петербурга лѣсъ въ дачахъ, отведенныхъ Сестрорѣцкому заводу, послѣдовала собственноручная резолюція государя, которая составила потомъ первый законъ по лѣсному хозяйству горныхъ заводовъ: «Лѣса опредѣлить и отмежевать такъ, чтобы всегда было ихъ довольно, слѣдующимъ образомъ: смѣтаться, сколько надобно угля и велѣть годъ рубить рядомъ, и сколько вырубить, смѣрять мѣста, и такихъ мѣстъ опредѣлить 25 или 30, дабы посѣченное паки выросло.» Резолюція эта введена потомъ въ составъ вальдмейстерской инструкціи, изданной 13 декабря 1723 года, и заимствована, сколько можно судить изъ писемъ Геннина, изъ несовершенно извѣстнаго Петру Великому порядка лѣснаго хозяйства въ Германіи. На основаніи вальдмейстерской инструкціи отводились на казенныхъ земляхъ лѣса казеннымъ и частнымъ заводамъ, пока управляющіе заводами не представили, что означенная пропорція лѣса мала, ибо лѣса возобновляются медленно и ставятся годными на строевой лѣсъ, на дрова и угольное жженіе не прежде, какъ черезъ 60 или даже 80 лѣтъ послѣ вырубки. Вслѣдствіи того, Бергъ-Коллегія, по совѣщанію съ Тайнымъ Совѣтникомъ Неплюевымъ, въ 1744 г. опредѣлила отводить столько лѣсовъ, сколько должно быть вырублено заводомъ въ 50 лѣтъ, паходи назначенный самими заводчиками срокъ лѣсовозобновленія слишкомъ большимъ и потому неудобнымъ.

Въ декабре 1718 года послѣдовалъ указъ о распредѣленіи дѣлъ между коллегіями, которымъ между прочимъ предполагалось основать Бергъ

и Мануфактуръ-Коллегію для завѣдыванія рудоконными заводами и всѣми прочими ремеслами и рукодѣльями, притомъ же и артиллеріею. Но въ указѣ этомъ было сказано, чтобы дѣла въ будущемъ 1719 году управлять старымъ, а ужъ съ 1720 года новымъ манеромъ. Изъ этого можно заключить, что сначала Приказы просто были переименованы въ соответствовавшія имъ Коллегіи, безъ измѣненія въ нихъ порядка дѣлъ и что 1719 годъ Петръ предоставилъ себѣ для преобразованія коллегій. Втеченіи этого года, мысль Петра Великаго объ устройствѣ горнаго управленія нѣсколько измѣнилась: онъ отдѣлилъ горное дѣло съ артиллеріею отъ другихъ мануфактуръ, и именнымъ указомъ 10 декабря 1719 г. учредилъ Бергъ-Коллегію. <sup>1)</sup> Этотъ указъ самъ Петръ Великій хотѣлъ сдѣлать началомъ благоустроеннаго горнаго производства въ Россіи и онъ сдѣлался дѣйствительно началомъ и основаніемъ для всѣхъ послѣдующихъ узаконеній по горной части. На самомъ изложеніи его лежитъ печать творческой мысли.

«Объявляемъ чрезъ сіе всѣмъ и каждому вообще вѣрнымъ Нашимъ подданнымъ: понеже Мы всемилостивѣйше усмотрѣли, что отъ рудоконныхъ заводовъ и прилежага устройства оныхъ земля обогатѣетъ и процвѣтаетъ, также пустыя и неплодныя мѣста многолюдствомъ населятся, якоже и искусство <sup>2)</sup> въ различныхъ земляхъ довольно показываетъ. Наше-же Россійское государство предъ многими иными землями преизобилуетъ и потребными металлами и минералами благословенно есть, которые до нынѣшняго времени безъ всякаго прилежанія исканы; паче-же не такъ употреблены были какъ принадлежитъ, тако что многая польза и прибытокъ, который-бы Намъ и подданнымъ Нашимъ изъ онаго произойти могъ, пренебреженъ».

«Мы признаваемъ, что сему пренебреженію главнѣйшая причина была частію, что Наши подданные рудоконнымъ дѣламъ и какъ оныя въ пользу государственную и всепародную пропзвести не разумѣли, частію-же иждевенія и трудовъ къ оному приложить отважиться не хотѣли, опасаясь, дабы нѣкогда тѣ заведенные рудоконные заводы, егда съ нихъ добрая прибыль будетъ, отъ нихъ, заводчиковъ, отняты не были».

«И дабы нынѣ сіи и иныя причины пресѣченныя могли, того ради Мы, въ пользу государства и всѣмъ Нашимъ вѣрнымъ подданнымъ, особливый Бергъ-Коллегіумъ всемилостивѣйше учредить изволили и по Намъ оному власть и мощъ дали единымъ судіею быти надъ всѣми къ тому принадлежащими дѣлами и особамъ, чтобы никакимъ образомъ губернаторы, воеводы, ниже прочіе поставленные начальники въ рудоконныя дѣла вступали и мѣ-

<sup>1)</sup> Въ 1720 г. Бергъ-Коллегія была снова соединена съ Мануфактуръ-Коллегіею, а въ 1722 г. опять отдѣлена отъ нея.

<sup>2)</sup> Слово это употреблено въ значеніи слова: опытъ.

шались, развѣ оный Бергъ-Коллегіумъ, или отъ онаго опредѣленные къ тому служители, какія помощи отъ нихъ требовать будутъ».

«Сей Бергъ-Коллегіумъ будетъ впредь объявлять указами и учрежденіями, какимъ образомъ тѣ рудокопныя дѣла наилучше и совершенно произведены быть могутъ».

«Между тѣмъ Мы за благо усмотрѣли, чтобы всѣхъ охотниковъ рудныхъ дѣлъ послѣдующими привилегіями пожаловать и снабдить и симъ Нашимъ указомъ народу Нашего російскаго государства объявить».

Главнѣйшіе пункты этой бергъ-привилегіи заключаются въ слѣдующемъ:

1. Соизволяется всѣмъ и каждому дастся воля, какого-бы чина и достоинства ни былъ, во всѣхъ мѣстахъ, какъ на собственныхъ, такъ и на чужихъ земляхъ искать, плавить, варить и чистить всякіе металлы... минералы... земли и камня... къ чему каждый толико промышленниковъ принять можетъ, колико тотъ заводъ и къ тому надобное иждивеніе востребуетъ.

5. Получившему (по просьбѣ, представленной въ Бергъ-Коллегіумъ съ образцами найденныхъ рудъ) привилегію или жалованную грамоту, на мѣстѣ, гдѣ руда обрѣтена будетъ, 250 саж. длины, 250 саж. ширины отведено быть имѣть и на томъ отведенномъ мѣстѣ отъ него товарищи всякую руду и минералы, что обрящутъ, подъ землею копать и къ тому потребное строеніе построить вольны.

7. Если владѣлецъ земли не имѣетъ охоты самъ строить и съ другими въ товарищество вступить не похочетъ, или отъ недостатка своего не возможно, то принужденъ будетъ терпѣть, что другіе въ его земляхъ руду и минералы искать, копать и передѣлывать будутъ, дабы Божіе благословеніе подъ землею втунѣ не осталось; однако-же тѣ промышленники, съ той земли, на которой построятъ заводы, повинны заплатить тому владѣтелю отъ каждой руды или минерала, готово сдѣланнаго, тридцать вторую долю отъ прибыли безъ всякаго удержанія, и за прочія мѣста, которыя для того завода потребны вновь, также и за надлежащія дрова и лѣсъ къ строенію заводовъ, платить деньгами должны; а если помѣщикъ за вышесказанныя мѣста, также за лѣсъ, дрова и уголья желать будетъ цѣну не сносную и о томъ требовать опредѣленія въ Коллегіумѣ.

8. Кто въ своихъ земляхъ найдетъ золото, серебро и мѣдь, тому для постройки завода дадутъ денегъ въ займы.

9. Если кто руду найдетъ и на томъ мѣстѣ заводъ построить возможно будетъ, отъ котораго-бы впредь прибыль могла быть, тому заплатится за его трудъ отъ Коллегіума за всякую гривенку или фунтъ мѣди, колико изъ одного опытнаго пуда руды выйдетъ, по четыре рубли, а за серебро за каж-

дый золотникъ, который изъ пуда руды выйдетъ, также по четыре рубли дастся, однакожь-бы не ниже десяти золотниковъ серебра изъ пуда было.

10. Мастеровые люди заводскіе освобождаются отъ поборовъ денежныхъ и солдатской и матросской службы и всякой накладки; но и за работу будутъ получать деньги.

11. Десятая доля отъ прибытка, по примѣру другихъ государствъ, требуется въ казну, «къ заплатѣ Бергъ—Коллегіуму, его служителямъ и на иные потребныя къ тому расходы».

16. Заводы не будутъ отпеты ни у заводчиковъ, ни у ихъ наслѣдниковъ; пока «довольныхъ работниковъ имѣти и по уставамъ, каковыя Коллегіумъ впредь объявитъ, содержатись будутъ».

Трудно поставить болѣе широкую и болѣе либеральную программу для горнаго законодательства не только что въ ту эпоху, когда появилась бергъ-привиллегія, но даже и въ настоящее время. Къ несчастію, для исполненія этой программы во всей ея цѣлости, окружающая среда того времени была еще вовсе не подготовлена.

Отдаленность края, гдѣ долженъ былъ водвориться горный промыселъ и немѣнне людей, приготовленныхъ къ занятіямъ горнымъ дѣломъ, были главнымъ препятствіемъ къ развитію горнаго промысла на основаніяхъ бергъ-привиллегіи; а петербургскіе Государя, желавшаго какъ можно скорѣе видѣть плоды своихъ усилій, и черезъ чуръ увеличенное, да къ тому-же еще и не совсѣмъ безкорыстное усердіе иностранцевъ, которымъ Петръ I ввѣрилъ исполненіе своихъ предначертаній, и вовсе исказили смыслъ нашего перваго законодательства.

Бергъ-Коллегія, составленная подъ предѣдательствомъ фельдцейгмейстера графа Якова Виллимовича Брюсса, изъ барона де-Люберасъ, Потта, барона Шлаттера, Винцентъ Райзера, Якова Делейса, Михаэлиса и др., болѣе всего заботилась о томъ, чтобы расширить преимущества лицъ, служившихъ по горной части, и не трудно догадаться, что нѣжнѣйшая ея заботливость была обращена на иностранцевъ. Для привлеченія ихъ въ Россію имъ были присвоены цѣлый рядъ исключительныхъ привилегій. Кромѣ свободного вѣзда и выѣзда изъ Россіи, имъ была предоставлена беспошлинная продажа своихъ издѣлій на нѣсколько лѣтъ, по усмотрѣнію Коллегіи, беспошлинный ввозъ изъ-за границы матеріаловъ и инструментовъ, готовыя квартиры при вѣздѣ въ Россію, освобожденіе отъ поборовъ и постоевъ и подчиненіе одной только Мануфактуръ-Коллегіи.

Указомъ отъ 18 января 1721 г. купцамъ, основавшимъ заводы и фабрики, разрѣшено покупать къ нимъ деревни, только подъ тѣмъ условіемъ, чтобы деревни эти уже всегда были при тѣхъ заводахъ неотлучно и особо отъ заводовъ не продавались и не закладывались. 6 апрѣля 1722 года уста-



повлены правила для пробовапія желѣза и назначено ставить на немъ клейма, соотвѣтственно выдержанной имъ пробы:

- Клеймо № 1 — гнуть въ столбѣ полосы.  
 » № 2 — бить о наковальню.  
 » № 3 — не выдержавшее пробы.

«А безъ такихъ клеймъ полосаго желѣза отнюдь чтобы не продавали».

Для управленія уральскими заводами отправленъ былъ капитанъ-поручикъ артиллеріи Василій Никитичъ Татищевъ, который познакомился съ горнымъ дѣломъ во время неоднократнаго пребыванія за границей. Въ товарищи ему по управленію данъ извѣстный тогда горный техникъ Блюэръ. При отправленіи Татищева, въ указѣ отъ 9 марта 1720 г., ему повелѣно: «въ Сибирской губерніи на Кунгурѣ и въ прочихъ мѣстахъ, гдѣ отыщутся удобныя разныя мѣста, построить заводы и изъ рудъ мѣдь и серебро плавить и для того туда ѣхать съ бергмейстеромъ Бліэромъ, да съ шими бергъ-шрейберу Ивану Патрушеву, да съ Олонца штейгеру Гаврилѣ Шейнфельду и съ шимъ двумъ человекамъ русскимъ ученикамъ». Въ инструкціи, состоящей изъ 15 пунктовъ, подробнѣе говорилось объ улучшеніяхъ, какія нужно было сдѣлать на уральскихъ заводахъ и сверхъ того обѣщано было содѣйствіе мѣстныхъ воеводъ, Бергъ-Коллегіи и Сената.

Вскорѣ по пріѣздѣ Татищева на Уралъ, у него начались ссоры съ Демидовымъ. Уже въ декабрѣ 1720 года, Татищевъ, вѣроятно по жалобамъ его на Демидова, получилъ отъ Бергъ-Коллегіи указы о недозволеніи Демидову копать мѣдную руду близъ Уткинской слободы подѣ штрафомъ, равно и принимать шведскихъ илѣнныхъ, русскихъ мастеровыхъ и крестьянъ, бѣгающихъ съ казенныхъ заводовъ. Вѣроятно для поимки этихъ бѣглыхъ, Татищевъ учредилъ заставы по дорогамъ, ведущимъ къ заводамъ Демидова; но на этихъ заставахъ воспрещали также и подвозъ Демидову хлѣба; очень понятно, что, по малой населенности тѣхъ мѣстъ, заводы должны были встрѣтить недостатокъ въ средствахъ для прокормленія рабочихъ, и потому раздѣлъ продажнаго хлѣба между казенными и демидовскими заводами подалъ поводъ къ большимъ ссорамъ и къ притязаніямъ со стороны Татищева. Наконецъ, третьей причиной ссоры было то, что Татищевъ отнялъ у Демидова часть Курьинской пристани на р. Чусовой, для сплава казенныхъ металлическихъ издѣлій.

Между тѣмъ Демидовъ очень старательно поддерживалъ расположеніе къ себѣ государя. Кромѣ неутомимой дѣятельности въ размноженіи заводовъ, оказываемой какъ имъ самимъ, такъ и сыномъ его Акинфіемъ Никитичемъ и давшей ему возможность увеличить количество доставляемыхъ имъ для военныхъ потребностей металлическихъ издѣлій, Демидовъ тщательно поддер-

живалъ свои отношенія при дворѣ. Въ 1715 г., когда родился царевичъ Петръ Петровичъ, онъ послалъ ему на зубокъ, кромѣ золотыхъ вещей, пайденныхъ въ чудесныхъ буграхъ, 100,000 руб. Приношеніе это, по тогдашнему времени, такъ значительно, что оно доказываетъ чрезвычайную преданность Демидова Императору и по всей вѣроятности происходило изъ мысли, что онъ ему обязанъ всѣмъ и что Петръ Великій дастъ этимъ деньгамъ употребленіе, не только пріятное для себя, но и полезное для всего государства. Кромѣ того мы находимъ въ современныхъ документахъ доказательства, что вельможи и въ особенности графъ Апраксинъ, очень интересуются дѣлами Демидова, а зная Апраксина, мы не можемъ считать заступничества его совершенно безкорыстнымъ. Петръ Великій очень любилъ Демидова и часто вспоминалъ о томъ, чтобы награждать его заслуги. Въ пребываніе свое въ Сибири, Демидовъ пожалованъ былъ почетнымъ званіемъ комиссара. Потомъ, поощряя его, Петръ Великій прислалъ ему изъ Кизилера свой портретъ, при слѣдующемъ письмѣ: «Демидычъ! я заѣхалъ зѣло въ горячую сторону; «велитъ ли Богъ видѣться? Чего для посылаю къ тебѣ мою персону: лей «больше пушкарскихъ снарядовъ и отыскивай, по обѣщанію, серебряную руду». Государь намѣревался даже соорудить Демидову статую изъ мѣди и поставить оную на площади (¹) въ ознаменованіе его заслугъ. Но Демидовъ постоянно отказывался отъ предлагаемыхъ ему государемъ чиновъ и наградъ и съ великимъ трудомъ принялъ пожалованное ему 21 сентября 1720 г. дворянское достоинство съ распространеніемъ его и на потомковъ. Въсѣтъ съ тѣмъ, изъ Полнаго Собранія Законовъ видно, однакожь, что Петръ Великій неоднократно заботился объ ограниченіи цѣны издѣлій, поставляемыхъ Демидовымъ для государственныхъ потребностей, опредѣлялъ цѣну эту указами и заботился объ установленіи настоящихъ цѣнъ по сравненію съ цѣнами заграничными.

Очень понятно, что, пользуясь милостями царя и большою силою при дворѣ, Демидовъ не хотѣлъ подчиниться требованіямъ и притязаніямъ Татищева, который былъ къ тому-же молодымъ человѣкомъ (около 35 лѣтъ) и не имѣлъ еще большихъ свѣдѣній въ горномъ дѣлѣ. Но неоднократнымъ жалобамъ Демидова своимъ покровителямъ и наконецъ по оффиціальному его доносу, содержаніе котораго неизвѣстно, Татищевъ былъ отозванъ въ Москву въ исходѣ 1721 года.

Петръ самъ допрашивалъ Татищева въ Верховномъ Судѣ о ссорѣ его съ Демидовымъ, особенно по обвиненію во взяткахъ. Татищевъ на вопросъ о нихъ, отвѣчалъ словами апостола Павла: *дѣлающему мзда не по благодати,*

(¹) Это говоритъ Вантынь-Каменскій въ біографіи Демидова, не упоминая впрочемъ, гдѣ предполагалось поставить эту статую и откуда взято это свѣдѣніе. См. Словарь Достопамят. людей Русской земли, ч. 2. Москва 1836 г.

а по долгу <sup>1)</sup>, т. е. тому кто дѣласть, воздаяніе дѣлается не по милости, а по долгу. Петръ спрашивалъ объясненія этого, не совѣмъ правильно при-  
мѣненнаго, текста и получилъ въ отвѣтъ:

«Въ началѣ судія долженъ смотрѣть на состояніе дѣла; если я, и ничего  
«не взявъ, противъ закона сдѣлаю— повиненъ. А если изъ мзды, къ законо-  
«преступленію присовокупится лихоимство, долженъ сугубо быть наказанъ.  
«Когда-же право и порядочно сдѣлано и отъ праваго возблагодареніе приму,  
«ничѣмъ осужденъ быть не могу, ибо

«1) Если мзду за трудъ причтутъ во мздоимство, то конечно болѣе вреда  
«государству и раззоренія подданнымъ послѣдуетъ, ибо я долженъ за полу-  
«часное жалованье работать только до полудни, чего мнѣ конечно на рѣше-  
«ніе всѣхъ путныхъ просьбъ не достанетъ, а послѣ обѣда трудиться моею  
«должности нѣтъ.

«2) Когда я вижу дѣло въ сомнительствѣ, то я, внятно его слѣдовать  
«и о истицѣ прилежать причины не имѣя, буду день ото дня откладывать,  
«а челобитчикъ принужденъ будетъ съ великимъ убыткомъ волочиться.

«3) Дѣла въ канцеляріяхъ должны рѣшаться по регистрамъ, по порядку.  
«Случается, что нѣсколько дѣлъ весьма ненужныхъ впереди, а послѣднему  
«по регистру такая нужда, что если рѣшеніе два дни продолжится, то мо-  
«жетъ нѣсколько тысячъ убытку понести, что купечеству нерѣдко случается.  
«И такъ отъ праваго порядка можетъ болѣе вреда быть.

«Если я вижу, что мой трудъ не втунѣ будутъ, то я не токмо послѣ  
«обѣда, и ночью тружуся, игры, карты, собакъ и бесѣды, ими прочія уве-  
«селенія оставляю и, не смотря на регистръ, нужное прежде ненужнаго рѣшу,  
«чѣмъ какъ себѣ, такъ и просителямъ пользу принесу и за мзду взятую, отъ  
«Бога и Вашего Величества по правдѣ сужденъ быть не могу».

Государь отвѣтилъ на это: *«сіе правда и для совѣстныхъ судей не-  
«винно; токмо не безъ опасности безсовѣстнымъ позволить, чтобы  
«подъ тѣмъ добродѣтельнымъ принужденнаго не было. И лучше виннаго  
«и безсовѣстнаго закономъ помяловать, нежели многихъ невинныхъ  
«онимъ отяготить <sup>2)</sup>».*

Въ словахъ Татищева мы видимъ много наивности и много правды, ни-  
сколько впрочемъ не идущей къ его ссорамъ съ Демидовымъ. Причины этихъ  
ссоръ были очень далеки отъ несоблюденія очереди при рѣшеніи дѣлъ и отъ  
проволокень. Въ словахъ Петра Великаго заключается самое практическое  
рѣшеніе разбираемаго вопроса и изъ послѣдующихъ обстоятельствъ можно  
заклѣчить, что Петръ не былъ обманутъ теоретическими выводами самона-

<sup>1)</sup> *Посланіе къ Римлянамъ*, гл. IV.

<sup>2)</sup> Разсказано самимъ Татищевымъ въ его духовной и исторіи.

дѣяніа Татищева и полной своей довѣренности къ нему уже не возвратилъ. Втеченіи его царствованія Татищеву уже болѣе не были поручаемы отдѣльныя и самостоятельныя управленія, которыхъ онъ своею ловкостью добился въ царствованія Анны Іоанновны и Елисаветы Петровны.

Преемникомъ Татищева былъ назначенъ де-Геннинъ. Этотъ человекъ принадлежалъ къ разряду тѣхъ людей, характеристическою чертою дѣятельности которыхъ служитъ безпрекословная угодливость патрону, совершенная безцеремонность въ обращеніи съ казенными средствами и менѣе совершенное пренебреженіе къ интересамъ почвы и страны. Де-Геннину много обязанности наши горные заводы, но вмѣстѣ съ тѣмъ ему же болѣе всѣхъ должно приписать и то, во многомъ фальшивое, направленіе, которое съ самаго начала получили нашъ горный промыселъ.

Въ мартѣ 1772 года Петръ, бывши на Олонецкихъ заводахъ, посѣтилъ открытый Геннинымъ ключъ минеральной воды близъ Кончозерскаго завода, произвелъ самого де-Геннина въ генералъ-маіоры отъ артиллеріи и повелѣлъ ему ѣхать въ Сибирь, для устройства Уральскихъ заводовъ. По неоднократнымъ просьбамъ Геннина, ему дана была 29 апрѣля инструкція за собственноручною подписью императора. Инструкція эта во всемъ была согласна съ собственными желаніями Геннина, выраженными въ его письмахъ объ этомъ дѣлѣ, и заключалась въ повелѣніи исправить желѣзные и мѣдные заводы, ввести выдѣлку уклада и стали; изслѣдовать причины ссоръ между Демидовымъ и Татищевымъ; опредѣлить число земель и деревень, которыя слѣдуетъ приписать къ заводамъ, о чемъ донести въ Сенатъ, требуя на первое время на эти заводы людей чрезъ губернаторовъ и воеводъ.

Прямо по пріѣздѣ на Уралъ, Геннинъ уничтожилъ враждебныя отношенія между казпою и Демидовымъ, который отказался при этомъ отъ всякой тяжбы съ Татищевымъ и началъ содѣйствовать де-Геннину своими искусными мастерами, а самъ пользоваться его совѣтами для введенія у себя мѣднаго производства. Хорошія отношенія Геннина съ Демидовымъ продолжались и по смерти Никиты Демидова, послѣдовавшей вѣроятно въ 1725 году.

Стараясь угодить нетерпѣливому желанію Петра Великаго, Геннинъ строитъ одинъ за другимъ заводы, не обращая ни малѣйшаго вниманія на то, во что они обходятся казнѣ и какими результатами сопровождается ихъ дѣйствіе. Онъ устроилъ мѣдный заводъ на рѣкѣ Ягошихѣ, гдѣ нынѣ Пермь, затѣмъ такіе-же заводы были заложены на рѣкѣ Камгоркѣ, гдѣ прежде существовалъ Пыскорскій заводъ, и на Яйвѣ. Въ 1723 году пачата постройка мѣднаго и чугуноплавленнаго заводовъ и стальной фабрики на р. Исети, вѣроятно на томъ-же мѣстѣ, гдѣ Татищевъ началъ строить Екатеринбургъ; но только Геннинъ не упоминаетъ что онъ засталъ на этомъ мѣстѣ по пріѣздѣ. На всѣхъ заводахъ были введены тѣ-же машины, какія существовали при Ген-

пниѣ и на Олопецкихъ заводахъ. Затѣмъ основанъ Верхотурскій мѣдный заводъ на р. Лялѣ, въ Верхотурскомъ округѣ, и улучшены заводы: Уктусскій, Каменскій, Алапаевскій; усилены работы на мѣдныхъ рудникахъ близъ Екатеринбурга, между которыми Полевской и Гумшевской отличались особеннымъ богатствомъ. Впослѣдствіи устроены Полевской мѣдный заводъ (1727 г.), Спичихинскій (1727 г.) и Сысертскій желѣзный (1732 г.).

Петръ замѣтилъ наконецъ, что дѣйствіе казенныхъ заводовъ невыгодно и началъ настаивать на томъ, чтобы къ этому дѣлу привлечь частныхъ людей. Де-Геннинъ сначала противудѣйствуетъ этому направленію и съ видомъ оскорбленной примодушной преданности пишетъ ему: «Ежели ты оныя «хорошія рудныя мѣста и заводы хочешь отдать компанейщикамъ, то тебѣ и «въ десять лѣтъ ничего не будетъ...» Потомъ въ другомъ мѣстѣ: «Пожалуй «перѣши въ горныхъ дѣлахъ и положишь на меня: я тебя желаю добра, а «не себѣ». Но чрезъ семь мѣсяцевъ обстоятельства измѣняются: де-Геннинъ самъ входитъ въ компанейщики со Строгановыми и Турчашиновымъ, измѣняетъ топъ, проситъ себѣ Пыскорскій казенный заводъ и пишетъ государю: «я самъ Вашему Величеству желалъ всю прибыль отъ оныхъ заводовъ и «чтобъ Ваше Величество самъ изволилъ содержать; токмо есть милостивое «Вашего Величества желаніе, что изволите отдавать въ компаніи другіе за- «воды и рудники. Веснжайше прошу, чтобы оныя заводы мимо меня никому отданы не были».

На эту просьбу однако утвержденія не послѣдовало. Строгановы-же испросили себѣ отводъ трехъ мѣдныхъ рудниковъ на р. Яйвѣ и основали Таманскій мѣдиплавильный заводъ на рѣкѣ Тамани, текущей въ Каму. Заводъ этотъ дѣйствовалъ до 1774 года и оставленъ за недостаткомъ руды. Въ 1733 году основанъ ими желѣзный Билимбаевскій заводъ. Представителемъ въ то время этой фамиліи былъ баронъ Александръ Строгановъ, жившій большею частью въ Петербургѣ. Затѣмъ являются и немногіе другіе частные строители заводовъ, какъ-то жители Балахны Осокины, Солнцкамскій купецъ Михаилъ Турчашиновъ, Вятскій комиссаръ Иванъ Тряпицынъ, пославшій своего сына въ Швецію, для обученія горному дѣлу, по который, однако-жъ, вскорѣ по смерти отца, продалъ заводы компаніи Виземскихъ.

До самой кончины Петръ Великій заботился о развитіи горнаго производства въ Россіи. Въ 1722 и 23 годахъ онъ повѣляетъ изслѣдовать каменный уголь, найденный на рѣкахъ, впадающихъ въ Донъ и Днѣпръ, приказывая отыскать въ этихъ-же мѣстахъ и сѣрную руду, которая, по его понятіямъ, имѣла по мѣстонахожденію близкія отношенія къ углю. Послѣдствія этихъ изслѣдованій неизвѣстны.

Въ 1722 году учреждена въ Москвѣ Бергъ-Колтора, подчиненная Бергъ-Коллегіи и управлявшая горными заводами въ Средней Россіи. Въ 1723 г.

высшее горное начальство въ Сибири переведено изъ Тобольска въ Екатеринбургъ и названо Оберъ-бергъ-антомъ.

Въ апрѣлѣ 1724 года Петръ Великій устроилъ заграничную торговлю русскимъ желѣзомъ. Для этого избранъ комисіонеромъ голландецъ Ивацъ Любекъ, по назначеніямъ котораго и по присланнымъ отъ него образцамъ, Сибирскіе казенные заводы и Никита Демидовъ должны были поставлять желѣзо въ С.-Петербургъ для заграничной торговли на счетъ Его Императорскаго Величества. Комисіонерство это продолжалось долго и успѣшно, и уже въ 1732 году комиссія по заграничной торговлѣ желѣзомъ передана была на пять лѣтъ ипоземнымъ купцамъ Шифнеру и Вульффу, которые принимали желѣзо какъ въ С.-Петербургскомъ, такъ и Архангельскомъ портахъ, по 60 коп. за пудъ, съ платежемъ на свой счетъ пошлинъ и другихъ расходовъ.

Де-Геннинъ оставался главнымъ распорядителемъ горныхъ заводовъ долго и по смерти Петра Великаго. Для управленія заводами Геннинъ давалъ инструкціи, которыя долго и послѣ его сохраняли всю силу по заводамъ и рудникамъ. Главнѣйшая изъ этихъ инструкцій есть «Наказъ заводскому комиссару Неклюдову», который состоялъ изъ 15 главъ и заключалъ въ себѣ всѣ предметы заводскаго управленія. Въ 1723 г. онъ сочинилъ табель (или штаты) для мѣдныхъ и желѣзныхъ заводовъ. Изъ табели этой видно, что всѣ заводы, находившіеся подъ его вѣденіемъ, онъ раздѣлилъ на два нижнія горныя начальства: Угорское — въ Екатеринбургѣ и Пермское — въ Соликамскѣ. Въ обоихъ начальствахъ заводы должны были выплавлять въ годъ мѣди 5,500 пуд.; сверхъ того, если вновь найденная мѣдная руда на Полевой и Гумешкахъ останется въ томъ-же состояніи, то количество выплавляемой мѣди предположено увеличить на 2,625 пуд.

Продажная цѣна мѣди, на мѣстѣ, назначена по табели 7 руб. за пудъ.

Продажныя цѣны желѣзныхъ издѣлій на мѣстѣ:

Чугунное литье: котлы и пр., а также пушки,

за пудъ . . . . .	— р.	35 к.
Желѣзо: кричное, за пудъ . . . . .	— »	35 »
досчатое (битосъ подъ молотами) за пудъ	1 »	— »
Жести, за листъ . . . . .	— »	6 »
Укладку, за пудъ . . . . .	— »	80 »
Стали, за пудъ . . . . .	2 »	— »
Рѣзнаго желѣза . . . . .	— »	60 »
Проволоки, за пудъ . . . . .	3 »	— »
Шпашные клинки, за штуку . . . . .	— »	25 »
Гвозди, средняя цѣна за пудъ . . . . .	1 »	30 »

По этимъ цѣнамъ рассчитано выручки отъ

всѣхъ металлическихъ издѣлій въ годъ . . 141,632 » 76 »

Въ расходѣ деньгами и припасами . . . . .	81,229 р. 63 к.
Прибыли . . . . .	60,403 » 13 »
На провозъ до Твери съ 105,240 пуд. . . . .	7,576 » — »

Сравнивая продажныя цѣны на мѣстѣ за желѣзо, выковываемое подъ кричными молотами (35 коп.) и провозную плату до Твери (около 7<sup>1</sup>/<sub>4</sub> коп.) съ цѣною, по которой желѣзо продавалось за границу (т. е. 60 коп.), мы увидимъ, что и тутъ выручался значительный барышъ.

По табели, содержаніе мѣдныхъ рудъ изъ жильныхъ мѣсторожденій назначено въ 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> пуда мѣди изъ 100 пудовъ руды, а шиферной (т. е. заключающейся въ пластахъ пермскаго песчаника) 2 пуда на 100 пуд. Коробъ угля въ 25 пуд. стоилъ отъ 10 до 15 коп. Изъ 100 пудовъ желѣзной руды предполагалось получать отъ 25 до 26 пуд. чугуна; но извѣстно, что получалось вдвое болѣе и по всей вѣроятности положеніе это выведено по примѣру Олонецкихъ заводовъ; на одинъ пудъ чугуна употреблять 5<sup>3</sup>/<sub>8</sub> пудовъ угля; изъ 100 пуд. чугуна получать 46 пуд. кричнаго желѣза. По тогдашнимъ продажнымъ цѣнамъ предполагено прибыли: отъ мѣди штыковой отъ 141 до 154 проц.; отъ полосоваго желѣза 75 проц.; отъ досчатаго — 18<sup>3</sup>/<sub>4</sub> проц.; отъ уклада—16<sup>3</sup>/<sub>4</sub> проц.; отъ стали—11<sup>3</sup>/<sub>4</sub> проц.; отъ рѣзнаго и плочиальнаго желѣза 21 проц. и отъ проволоки 76 проц.

Предположенія эти не были мечтою, но на самомъ дѣлѣ заводы дѣйствовали гораздо успѣшнѣе, нежели назначено по табели. Доказательства этому приведены въ сочиненіи Германа: «Историческое начертаніе горнаго производства въ Россійской имперіи», изданномъ въ Екатеринбургѣ въ 1810 году. Въ немъ заключаются между прочимъ извлеченныя изъ вѣдомостей Екатеринбургскаго Оберъ-бергъ-амта свѣдѣнія о металлическихъ издѣліяхъ, отправленныхъ съ весенними караванами 1726 г. въ С.-Петербургъ. Количество этихъ издѣлій простиралось до 51,661 пуд. 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> фунт., нагруженныхъ на восемь коломенгахъ. Въ томъ числѣ, кромѣ полосоваго и сортоваго кричнаго желѣза, стоившаго заводамъ по приготовленію 18<sup>7</sup>/<sub>16</sub> коп., отправлено:

	Заводскія цѣны:
Машинаго рѣзнаго 1,862 пуда по . . . . .	р. 47 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> к.
Жести бѣлой 57,900 листовъ; одиночные листы по . . . . .	— » 4 »
двойные по . . . . .	» 8 »
Проволоки 90 пуд. отъ . . . . .	2 » 31 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> »
до . . . . .	6 » 62 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> »
Клинокъ шпажн., необдѣлан. 5,936, вѣсомъ 275 п. 10 ф. по 2 . . . . .	» 18 <sup>1</sup> / <sub>15</sub> »
Стали окладочной (?) . . . . .	» 47 » 5 » » 1 » 42 <sup>5</sup> / <sub>16</sub> »
Стали цементной . . . . .	» 13 » 17 » » 1 » 46 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> »
Укладу . . . . .	» 290 » 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> » » — » 87 <sup>7</sup> / <sub>10</sub> »
Котловъ и горшковъ чугунныхъ . . . . .	» 1,836 » 20 ф. отъ — » 12 »
	до — » 16 <sup>5</sup> / <sub>22</sub> »
Рѣшетокъ чугунныхъ во дворецъ . . . . .	» 835 » 24 ф. по — » 53 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> »

Въ 1730 году, по письмамъ самого Геннина, такихъ же издѣлій отправлено 332 тысячи пуд. и сверхъ того мѣди 9,201 пуд. Втеченіи же всего управленія Геннинымъ заводами, съ 1723 г. по 1734 г., въ одномъ Екатеринбургѣ выдѣлано слѣдующее количество издѣлій:

Чугуна въ штыкахъ и издѣліяхъ . . . . .	1,489,492 пуд.
Чугуна въ пушкахъ . . . . .	2,787 »
Желѣза: полосоваго, колотущечнаго, рѣзнаго и плющильнаго . . . . .	653,133 »
Укладу . . . . .	15,846 »
Стали . . . . .	3,969 »
Проволоки . . . . .	2,846 »
Кровельнаго желѣза . . . . .	7,809 »
» » луженаго . . . . .	11,701 лист
Жести . . . . .	633,947 »
Клинковъ шпажныхъ и кортичныхъ . . . . .	378 пуд.
Мѣди штыковой и раскованной въ доски . . . . .	33,111 »

Въ то же время считалось приписанныхъ къ заводамъ крестьянъ 25 тысячъ душъ, изъ которыхъ Геннинъ насчитывалъ годными къ работамъ до 6 тысячи душъ. Впрочемъ крестьяне въ техническихъ заводскихъ работахъ не принимали участія, а занимались перевозками, вырубкой дровъ, выжигомъ угля и проч. Рабочіе для заводовъ набирались изъ рекрутовъ, поставляемыхъ приписными крестьянами, а также въ большомъ количествѣ изъ ссыльныхъ; кромѣ того для постройки заводовъ и плотинъ назначались солдаты.

Въ концѣ царствованія Петра Великаго, здоровье де-Геннина было разстроено и онъ получилъ разрѣшеніе выѣхать, для излеченія, къ Олонецкимъ минеральнымъ водамъ. По пріѣздѣ въ Петербургъ онъ не засталъ уже въ живыхъ преобразователи Россіи и возвратился въ Сибирь на заводы только по особенному желанію императрицы Екатерины I, на 3 или на 4 года, для улучшенія заводовъ, заранѣе испросивъ позволеніе пріѣхать по прошествіи этого времени въ Петербургъ, не дожидая указа.

Въ 1730 году, при Петрѣ II, Геннинъ былъ вторично въ Петербургѣ, опять по причинѣ нездоровья, и уѣхалъ отсюда уже въ слѣдующемъ году, при Аннѣ Іоанновнѣ, опять только на время и опять для исправленія и улучшенія тѣхъ самыхъ заводовъ, которыя онъ самъ строилъ и которыми самъ же управлялъ. Въ каждый разъ его осыпали милостями и въ каждый разъ онъ испрашивалъ новыхъ для себя облегченій въ управленіи заводами, тяготясь въ особенности дѣлопроизводствомъ; сначала онъ сложилъ съ себя наблюденіе за счетными, а потомъ и за судебными дѣлами, для рѣшенія которыхъ присылались къ нему особыя чиновники изъ Комерцъ-Коллегіи, которая въ концѣ 1731 г. была соединена съ Бергъ-Коллегіею.

Въ 1731 году де-Геннинъ, перемѣнившій окончательно свое мнѣніе о



казенныхъ заводахъ, представилъ императрицѣ Аннѣ Иоанновнѣ проектъ о передачѣ всѣхъ казенныхъ заводовъ въ частныя компаніи безденежно, «понеже заводы заплачены уже съ хорошей прибылью». Бергъ-Коллегія не соглашалась съ этимъ; но сенатъ находилъ раздачу заводовъ частнымъ лицамъ выгодною для казны. По мнѣнію его, «компанейщики безъ сомнѣнія могутъ большее число дѣлать, какъ по нынѣ въ казенномъ управленіи дѣлаю, и для собственнаго своего интереса въ томъ размноженіи приложить стараніе, чему явный примѣръ комиссаръ Никита Демидовъ, который казенные заводы получилъ, и дѣлывано на нихъ желѣза малое число, тысячь по 10 и по 20, а онъ умножилъ, и нынѣ у сына его дѣлается, какъ извѣстно, до 200, до 300 тысячь пудъ и больше въ годъ».

23 мая 1733 года, по именному указу государыни, учреждена комиссія для приведенія въ лучшее состояніе казенныхъ мѣдныхъ и желѣзныхъ заводовъ и для разсмотрѣнія: «выгоднѣе ли ихъ содержать на казенномъ коштѣ, или отдать партикулярнымъ людямъ, и то одному или многимъ?» Членами комиссіи назначены: тайн. сов. графъ Мих. Головкинъ, ст. сов. Описимъ Масловъ, совѣтникъ Томиловъ и полковн. артил. Гарберъ. О результатахъ, къ которымъ пришла эта комиссія, ничего неизвѣстно.

Накопецъ, 17 марта 1734 г. послѣдовалъ указъ объ отправленіи въ Сибирь, для управленія заводами, Дѣйств. Статск. Сов. Татищева, въ которомъ однако не было приведено никакихъ причинъ на счетъ смѣны Геннина, и только на основаніи нѣкоторыхъ пунктовъ данной Татищеву инструкціи полагають, что смѣна эта послѣдовала по причинѣ безпорядковъ въ счетныхъ дѣлахъ.

По прибытіи въ Петербургъ, де-Геннинъ поступилъ въ члены Военной Коллегіи, управляя канцелярією Тульскихъ и Сестрорѣцкихъ заводовъ и до самой смерти состоялъ по артиллеріи, въ чинѣ Генераль-Лейтенанта. Онъ умеръ 12 апрѣля 1750 г., оставивъ двумъ несовершеннолѣтнимъ сыновьямъ весьма значительное имѣніе и наличныя деньги.

Дѣятельности и познаніямъ де-Геннина мы обязаны быстрымъ устройствомъ заводовъ на Уралѣ; но узкій взглядъ его на дѣло и не совсемъ безкорыстный образъ дѣйствій, подкололи основаніе его новаго сооруженія. Онъ былъ слишкомъ усерденъ; онъ, какъ это часто случается, желалъ въ одно время и отличиться предъ государемъ, и не упустить изъ рукъ своихъ собственныхъ выгодъ. Заводы казенные не могли существовать естественными средствами, онъ не затрудняется предъ тѣмъ, чтобы поработить имъ народный трудъ и въ концѣ его управленія къ заводамъ уже приписано болѣе 25 тысячь душъ крестьянъ. Даровой трудъ выставляетъ онъ государю какъ прибытокъ заводскаго дѣйствія. Частные люди, увлечаемые примѣромъ Демидова, хотять начинать на Уралѣ заводское дѣйствіе; де-Геннинъ имъ проти-

водѣйствуетъ, а потомъ, имѣя въ виду самъ вступить въ компанію со Строгоновыми, хлопочеть о томъ, чтобы частнымъ предпринимателямъ предоста-вить такія права, на которыя тѣ вовсе и не рассчитывали. Де-Геншинъ мо-жетъ быть былъ искуснымъ инженеромъ, по русскимъ гражданскомъ и про-зорливымъ государственнымъ человѣкомъ онъ не былъ (1).

Несравненно высшими гражданскими качествами отличался преемникъ его на Уралѣ, В. Н. Татищевъ.

Вмѣстѣ съ нимъ былъ посланъ для совѣта и общаго правленія Совѣтникъ экипажной конторы Андрей Федоровичъ Хрущовъ; кромѣ того, изъ другихъ актовъ видно, что управленіе заводами и ихъ населеніемъ раздѣляли съ Татище-вымъ: Премьеръ-маіоръ Михаилъ Миклашевскій, маіоръ Угрюмовъ, ассессоръ Игнатій Рудаковскій, бергъ-мейстеръ Никифоръ Клеопинъ, главный казначей Константинъ Гордѣевъ; заводскіе комиссары Тимофей Бурцовъ и Яковъ Бе-кетовъ, полицеймейстеръ поручикъ Алексѣй Зубовъ, главный межевщикъ Иг-натій Юдинъ и земскій судья Степанъ Неѣловъ. Словомъ это была цѣлая коллегія, перенесенная на самое мѣсто горной промышленности, по съ прези-дентомъ, имѣвшимъ нѣсколько распространенную власть. Подробная инструк-ція, въ 22 пунктахъ, сообщенная Татищеву спустя шесть дней по его на-значеніи, давала ему полную свободу относительно перестройки старыхъ за-водовъ, закрытія ихъ по недостатку земель или рабочихъ рукъ, перенесенія въ другое мѣсто, и переверстка между ними приписныхъ деревень. Во всѣхъ этихъ случаяхъ онъ долженъ былъ совѣщаться съ товарищами по управленію, а въ дѣлахъ важныхъ и сомнительныхъ призывать къ совѣщанію частныхъ промышленниковъ и прикащиковъ; и только въ дѣлахъ крайне сомнительныхъ, или опасныхъ, онъ долженъ былъ споситься съ кабинетъ—министрами и се-натомъ. Указано было также возстановить канцелярскій порядокъ въ горныхъ дѣлахъ, сокращая по возможности излишнюю переписку, а главное—вести правильные и ясные счета приходамъ и расходамъ: съ этою цѣлью позво-лено было взять въ Москвѣ изъ сената секретаря и бухгалтера, знающихъ свое дѣло. Также сообщены были Татищеву разные проекты, присланные въ послѣдніе годы отъ де-Геншина, ландкарты, чертежи и пр.; но такъ какъ по-слѣдніе оказались очень неудовлетворительными, то и велѣно ему было сдѣ-лать обстоятельное географическое описаніе всего горнаго края, для чего Та-тищеву были подчинены всѣ геодезисты, находившіеся тогда въ Сибири. Но особенно замѣчательенъ 14-й пунктъ этой инструкціи. Ложныя начала, уста-новленію которыхъ такъ содѣйствовалъ безконечно усердный де-Геншинъ,

(1) В. А. Пожетика. Публичныя лекціи *О желѣзной промышленности въ Россіи*.

тогда уже вполнѣ создавались правительствомъ, а потому пунктъ этотъ и обращалъ вниманіе Татищева на сравненіе выгодъ труда обязательнаго и вольнаго. Въ немъ между прочимъ говорилось: «хотя къ заводамъ (казеннымъ) многія слободы для работъ приписаны, однакожь видно, что Демидовъ предъ оными и четвертой части людей не имѣеть, желѣзо-же вдвое «противъ нашихъ заводовъ отпущаетъ, а слышно, что наиболѣе онъ вольными работниками и гораздо дешевле все работы исправляетъ; того ради «разсмотрѣть вамъ въ распорядкѣ расположенныхъ на приписанныхъ крестьянъ «работъ, и въ заплатѣ за оныя, дабы они надъ потребность отячены не «были; а чтобъ имъ для дальнихъ проѣздовъ излишняго за работы не платить и тѣмъ на сдѣланные товары цѣны не возвышать, стараться вамъ, «чтобы нѣкоторыя работы на заводахъ, обрѣтающихся въ тобольскихъ и «верхотурскихъ слободахъ, исправлять вольнымъ паймомъ». Велѣно было также разсмотрѣть, не выгоднѣе-ли жестиныя, проволочныя, стальныя и т. п. фабрики, заведенныя въ Екатеринбургѣ собственно для обученія мастеровыхъ, отдать частнымъ людямъ въ компаніи; не полезно-ли, для удержанія при заводахъ, надѣлать проживающихъ тамъ чиновниковъ вотчинами изъ дворцовыхъ деревень, съ обязательствомъ и съ дѣтьми вѣчно остаться въ горной службѣ. Приглашеніе новыхъ промышленниковъ, открытіе рудниковъ въ Башкиріи томскомъ, кузнецкомъ, нерчинскомъ, иркутскомъ и другихъ дальнихъ уѣздахъ, помощь совѣтомъ и дѣломъ частнымъ заводчикамъ, оборона ихъ отъ обидъ, судъ и расправа въ случаѣ распрій между ними, надзоръ за откуномъ, кабаками и шинками, присмотръ за тѣмъ, чтобы отъ горныхъ заводовъ солянымъ промысламъ ни въ коемъ обстоятельствѣ утѣшенія не было, составленіе горнозаводскаго устава и болѣе точное опредѣленіе пошлинъ, платимыхъ частными промышленниками въ казну: вотъ тѣ задачи, на которыя указывала инструкція Татищеву, какъ на требовавшія неотложнаго вниманія его съ первыхъ-же дней по вступленіи въ должность.

Въ началѣ октября Татищевъ принялъ отъ де-Геннина управленіе заводами и отправился въ уѣздъ для осмотра ихъ, велѣвъ съѣхать къ 1 декабря въ Екатеринбургъ всемъ частнымъ промышленникамъ и прикащикамъ для сочиненія горнаго устава; но только 12 декабря открылось первое засѣданіе. Секретарь Иванъ Зоринъ прочелъ рѣчь, написанную на этотъ случай Татищевымъ. Въ пей кратко излагалась исторія горнаго производства въ Россіи и потомъ причины, вызвавшія необходимость въ новомъ уставѣ. Пока изъ частныхъ промышленниковъ былъ одинъ Демидовъ, такъ и законовъ на распри не требовалось, а теперь «частью отъ проклятыхъ зависти и ненависти, или незнанія законовъ божескаго и естественнаго распри умножились «а къ тому и законамъ вскорѣ требуемымъ быть чаемо». За тѣмъ Татищевъ обращался къ своимъ сотрудникамъ съ просьбою трудиться для общаго дѣла

со великимъ прилежаніемъ, вести записки разнымъ судебнымъ случаямъ изъ заводскаго быта и объявлять въ общемъ собраніи свое мнѣніе объ нихъ. Онъ убѣдительно просилъ подавать мнѣнія безъ всякаго пристрастія, предложенныя доказывать и защищать свободно, возраженія и замѣчанія на нихъ не принимать себѣ въ обиду, не почитать за страхъ и не отступать отъ своего праваго мнѣнія изъ почтенія къ спорящему: «всякъ имѣеть волю «свое мнѣніе объявить, колико ему Богъ въ томъ знанія удѣлилъ, и при «томъ остаться, доколѣ или тотъ, или другой; познавъ лучшую истину, пер- «вое переимѣнить; я-же вамъ всемъ по моей должности и по крайнему разу- «мѣнію служить и моимъ совѣтомъ помогать желаю» <sup>1)</sup>.

Горнозаводскій уставъ имѣлъ въ виду отчетливое опредѣленіе обязанностей и предѣловъ власти членовъ оберъ-бергъ-амта, или, какъ Татищевъ переименовалъ его, канцеляріи главнаго правленія сибирскими горными заводами. Во многихъ своихъ статьяхъ горный уставъ былъ только развитіемъ тѣхъ двадцати пунктовъ, которые вошли въ инструкцію, данную Татищеву, и указовъ, полученныхъ имъ изъ кабинета министровъ и сената уже по пріѣздѣ на мѣсто управленія; въ другихъ статьяхъ уставъ представлялъ извлеченія, сдѣланныя изъ регламентовъ и законовъ Петра, иногда съ перемѣнами, какихъ требовало примѣненіе ихъ къ горному дѣлу; и наконецъ, немногія статьи заимствованы изъ горныхъ уставовъ другихъ государствъ. Кромѣ того, ссылаясь на уложеніе царя Алексѣя Михайловича, на повоуказныя статьи, на воинскій и морской уставы Петра, на его указы и некоторымъ чиновникамъ, управлявшимъ отдѣльными частями, уставъ Татищева указываетъ, какъ на общій источникъ всякаго законодательства, на законъ естественный для познанія котораго онъ рекомендуетъ «Право естественное и народное» Пуфендорфа, и на «Право войны. и мира» Гуго Гроціи. Вообще горнозаводскій уставъ Татищева, какъ первая попытка въ этомъ родѣ, былъ удовлетворителемъ двоякимъ: онъ отличался знаніемъ тогдашнихъ административныхъ порядковъ, и не ставилъ спеціальную цѣль горныхъ за- нятій въ подчиненныя отношенія къ регламентальной системѣ. Онъ былъ согласованъ съ мѣстными особенностями края, гдѣ долженъ былъ дѣйствовать; и тогдашнимъ состояніемъ Уральскаго населенія. Частной промышленности имъ предоставлялась значительная доля участія въ тамошней администраціи. Къ великому сожалѣнію, въ немъ шла одна черта, которая повредила ему въ глазахъ правителей окружавшихъ императрицу. Развивая элементъ полномочія, какимъ отчасти надѣляла главнаго начальника горныхъ заводовъ и самая инструкція, выданная сенатомъ Татищеву, преобразовывал

<sup>1)</sup> Горн. Журн. 1828 г. № 3. стр. 147--160. Германъ, Истор. начерт., стр. 138--144. П. С. З. Т. IX. №№ 6559, 6563, 6582.

оберъ-бергъ-амтъ въ канцелярію главнаго правленія, съ коллегіальнымъ характеромъ, уставъ дѣйствовалъ болѣе въ духѣ петровской эпохи, нежели бироновской. Давая-же просторъ мѣстнымъ условіямъ и увлекался патріотическими стремленіями, онъ сплился замѣнить горную терминологию горныхъ чиновъ и работъ русскими названіями. Это было весьма понятное стремленіе со стороны самого Татищева, хотя горное дѣло собственно нисколько отъ того не выигрывало: «усмотря, что отъ бывшихъ нѣкоторыхъ саксонцевъ «въ строеніи заводовъ всѣ чины и работы, яко-же и снасти, по-нѣмецки «названы, которыхъ многіе не знали и правильно выговорить или написать «не умѣли», Татищевъ, какъ онъ самъ говоритъ, — «сожалѣя, чтобы слава «и честь отечества и его трудъ тѣми именами нѣмецкими утѣшены не были, «ибо по опыту нѣмцы могли себѣ неадекватно въ умноженіи заводовъ честь «привлекать, еще-же изъ того и вредъ усмотри, что незнающіе всѣхъ словъ «впадали въ невпное преступленіе, а дѣла во упущеніе, яко полномочный, «всѣ такія званія оставилъ, и велѣлъ писать русскими.» О переименованіи горныхъ чиновъ на русскій языкъ онъ представлялъ въ кабинетъ. Представленіе его уже было апробовано императрицею, но герцогъ курляндскій (Виронъ) «такъ сіе зло пришилъ, что неоднократно говаривалъ, яко-бы Татищевъ «главный злодѣй нѣмецевъ.» И по этому уставу, составленный подъ редакцію Татищева, остался безъ утвержденія.

Кромѣ исполненія того пункта инструкціи, въ которомъ говорилось объ уставѣ, Татищевъ съ неменьшимъ усердіемъ занялся и остальными. Заботясь о распространеніи предѣловъ горной промышленности, объ умноженіи горныхъ заводовъ, объ увеличеніи населенія ихъ, Татищевъ не разъ представлялъ въ кабинетъ министровъ о томъ, что «въ Сибири и тамошнихъ мѣстахъ въ разныхъ городахъ, къ строенію заводовъ въ разныхъ мѣстахъ «обрѣтено здѣсь множество, нежели заводы заводить, то можно хотя тридцать «построить и утѣшенія отъ того не будетъ», но что и безъ того число рабочихъ рукъ, даже на существующихъ заводахъ очень недостаточно, что слѣдовательно надо вызвать для устройства новыхъ заводовъ охотниковъ особливыми указами. Чтобы устранить великій недостатокъ въ людяхъ, Татищевъ совѣтуетъ не пренебрегать «поротыми поздырями», какъ это дѣлалъ де-Геннинъ, и просилъ всѣхъ опредѣляемыхъ въ ссылку посылать ото всюду, изъ всѣхъ коллегій и канцелярій, изъ губерній и провинцій, въ которыхъ будутъ колодники, на сибирскіе казенные заводы въ работу. Сенатъ, по сообщенію кабинетъ-министровъ, удовлетворилъ эти требованія Татищева.

Для веденія счетныхъ книгъ на частныхъ заводахъ, которыхъ считалось тогда двадцать шесть, съ цѣлью точнаго опредѣленія съ нихъ десятипнаго сбора, Татищевъ послалъ на нихъ двѣнадцать шихтмейстеровъ, давъ имъ наказъ въ одиннадцати статьяхъ. Но богатые промышленники, дворяне Де-

мидовы и бароны Строгоновы недружелюбно смотрѣли на распоряженія Татищева относительно ихъ заводовъ, считали ихъ совершенно произвольными и были на нихъ целомъ въ Петербургѣ, вѣлѣдствіе чего кабинетъ-министры рѣшили вышеозначенныхъ шихтмейстеровъ отставить и ограничиться лишь подтвержденіемъ частнымъ заводчикамъ, чтобы они сами содержали счетныя книги правильно и порядочно. Но такъ какъ для составленія этихъ книгъ необходимы были люди, знакомые съ бухгалтерскимъ дѣломъ, то кабинетъ и рекомендовалъ заводчикамъ, посылать для обученія своихъ людей въ екатеринбургскую школу. Впрочемъ объ этомъ Татищевъ и самъ уже думалъ: онъ заставляя обывательскихъ дѣтей, съ заводовъ частныхъ промышленниковъ, учиться въ школѣ отъ 6 до 12 лѣтъ. Но и эта мѣра встрѣтила сопротивление со стороны заводчиковъ, которые говорили, что дѣти этого возраста уже отправляютъ у нихъ многія работы при добычѣ желѣзныхъ и мѣдныхъ рудъ, обучаются мастерству, и послѣ отцовъ это мастерство на себя принимаютъ. А кабинетъ, на этомъ основаніи, приказываетъ дѣтей къ ученію не принуждать неволею, учить ихъ письму и чтенію на партикулярныхъ заводахъ, а въ казенную школу брать только желающихъ знакомиться и съ прочими науками. Татищевъ старается нѣсколько освободить рабочихъ отъ произвола заводоладѣльцевъ, ему не нравится обычай послѣднихъ не платить жалованье большимъ рабочимъ. Демидовъ подаетъ жалобу, и кабинетъ положилъ: «когда отъ мастеровыхъ людей о томъ жалобы не происходятъ, то «въ опое и вступаться не надлежало, но оставить ихъ заводчиковъ волю, съ «оними мастеровыми людьми поступать, какъ они сами съ ними согласятся.»

Кромѣ того, Татищевъ старается о проведеніи дорогъ, хотя и здѣсь не встрѣчаетъ сочувствія со стороны Строгоновыхъ и Акипфіи Демидова, которые вновь подали жалобу на него, что онъ «велитъ прокладывать дороги «и сквозь лѣсъ просѣкать; и по дорогамъ черезъ рѣчки мосты мостить, и «черезъ оныя перевозки содержать, въ чемъ до сего времени никакой нужды «не бывало, ибо лѣтомъ водою, а зимой льдомъ свободный проѣздъ имѣется.» На эту послѣднюю жалобу послѣдовалъ приказъ императрицы, коимъ повелѣвалось, вѣлѣдствіе такихъ нападокъ отъ Татищева, впредь не вѣдать ему заводовъ Демидова и Строгоновыхъ, а вѣдать ихъ по горнымъ дѣламъ въ коммерцъ-коллегіи, а по солянымъ—въ соляной канцеляріи.

Не смотря однако на все это несочувствіе, не смотря на всю свою кратковременность, пребываніе Татищева на Уралѣ принесло несомнѣнную пользу. Дѣятельность его, нѣсколько стѣсняемая съ административной стороны, пользовалась большою свободой относительно открытія рудниковъ, устройства заводовъ и распоряженія техническими работами. И тутъ-то Татищевъ былъ вполне неутомимъ. Онъ заботился о проведеніи дорогъ, о снятіи топографическихъ картъ, объ устройствѣ городовъ, селеній и форпостовъ. Для всѣхъ

этихъ работъ онъ требовалъ чрезъ кабинетъ архитектора изъ Академіи Наукъ, десять человекъ знающихъ ариѳметику и геометрію, изъ адмиралтейской школы и семь кадетъ для шихтмейстерской должности. Онъ поднялъ старый вопросъ о почтѣ между Сибирью и Казанью и наблюдалъ за чеканкою монеты на екатеринбургскомъ дворѣ и за отправкою ея въ столицу. Екатеринбургъ, средоточіе всего управления, отъ котораго зависѣли начальства даурское, томское и кузнецкое, верхотурское, пермское, кунгурское и другія, сталъ большимъ городомъ, съ особымъ посадомъ для купечества, имѣвшаго свою ратушу, выборныхъ бургомистровъ и совѣстныхъ мужей. Школа, устроенная еще де-Геннинымъ, гдѣ учили чтенію и письму русскому, ариѳметикѣ и геометріи, закону Божію и гражданскому, языкамъ нѣмецкому и латинскому, перестала быть единственною. Подобныя-же, хотя и въ меньшихъ размѣрахъ, Татищевъ старался открыть при всѣхъ казенныхъ заводахъ. Бѣднымъ ученикамъ давалось достаточное пропитаніе, обучившимся оказывалось преимущество передъ остальными, «дабы, на то взирая, другіе охотнѣе о наукахъ прилежали». Развѣдки новыхъ рудниковъ шли все дальше отъ Екатеринбурга; производились измѣренія и описи земель и лѣсовъ по Турѣ, Селенгѣ и другимъ рѣкамъ въ Уфимской провинціи. Вновь строились форпосты по границамъ съ степными, безпокойными народами; въ селеніяхъ воздвигались церкви. Число заводовъ увеличилось, нѣкоторые изъ нихъ строились въ 600 и болѣе верстахъ отъ Екатеринбурга, и Татищевъ пріѣзжалъ каждый разъ самъ для осмотра мѣста, назначеннаго подъ новый заводъ. По его штату, въ 1737 г. считалось всѣхъ заводовъ болѣе сорока, да предполагено было еще устроить тридцать шесть, изъ которыхъ пятнадцать открыты въ царствованіе Елисаветы Петровны, а остальные уже при Екатеринѣ II. Штатъ подробно опредѣлялъ, сколько на каждый заводъ должно быть доставляемо ежегодно руды изъ близлежащихъ рудниковъ, сколько добыто изъ нея чистаго металла, сколько израсходовано лѣсу, угля и другихъ матеріаловъ, необходимыхъ для горнаго дѣла. Для новыхъ заводовъ понадобилось увеличить число пристаней по Чусовой и ея притокамъ, гдѣ строились однолѣтнія и двухлѣтнія коломенки, на которыхъ возили чугуны и желѣзо въ разные города и заводы. Былъ-ли рѣшенъ Татищевымъ вопросъ о вольнонаемномъ и обязательномъ трудѣ на казенныхъ заводахъ, на который ему было между прочимъ указано въ инструкціи, неизвѣстно.

Къ этому-же времени относятся открытіе горы Благодати. Весной 1735 года, шихтмейстеръ Шайтанскаго завода <sup>1)</sup> Сергей Ярцовъ ѣздилъ съ прика-

<sup>1)</sup> Заводъ этотъ принадлежалъ цегентнеру Никитѣ Никитовичу Демидову, младшему сыну Никиты Демидова. *Цегентнеръ* — горный чинъ поручичьяго ранга. Въ то время чины давались даже не служившимъ заводчикамъ въ награду за ихъ промышленную

щикомъ того завода Мосоловымъ на сибирскую сторону Уральскаго хребта осматривать желѣзные рудники, найденные заводскими служителями по р. Баранчѣ, впадающей въ Тагилъ. Дорогой Ярцовъ и спутникъ его останавливались въ вогульской деревенькѣ Ватинной. Тамъ явился къ нимъ вогуличъ Степанъ Чумпунъ вмѣстѣ съ хозяиномъ дома Яковомъ Ватиннымъ и представилъ имъ нѣсколько кусковъ магнитной руды изъ горы на берегу рѣки Кушвы, впадающей въ Туру. Вогуличъ говорилъ, что руды на томъ мѣстѣ чрезвычайно много.

Вскорѣ потомъ, осматривая заводы, прибылъ въ Шайтанскій заводъ помощникъ Татищева, Совѣтникъ Хрущовъ. Ярцовъ показалъ ему образчикъ руды, полученный имъ отъ вогулича, и сказалъ, что прикащикъ Демидова Мосоловъ ужъ поѣхалъ осматривать рудное мѣсто. Хрущовъ приказалъ тогда Ярцову ѣхать пемедля въ Екатеринбургъ и объявить руду въ канцелярію главнаго заводовъ правленія, что и было исполнено послѣднимъ 14 мая.

Въ тотъ-же самый день руду изъ той-же мѣстности заявилъ сынъ генерала Демидова Василій, отъ имени своего отца, и просилъ, чтобы дозволено ему было для плавки этой руды построить *со временемъ* на р. Кушвѣ заводъ съ двумя доменными печами, а на р. Турѣ молотовыя фабрики для выдѣлки желѣза.

Для осмотра этого руднаго мѣсторожденія, канцелярія главнаго заводовъ правленія командировала туда чиновника Арцыбышева и геодезиста Шпшкова. Имъ было предписано изслѣдовать богатство и положеніе рудника, избрать удобныя мѣста для постройки заводовъ и снять планъ всей той мѣстности. Все это было исполнено, и Арцыбышевъ, по возвращеніи въ Екатеринбургъ, донесъ, что объявленная Ярцовымъ руда находится въ горѣ, по теченію Кушвы рѣки, на правой сторонѣ, въ одной верстѣ отъ рѣки. Руда весьма благонадѣжна и достойна разработки, притомъ находится въ такомъ количествѣ, что можно тамъ содержать четыре доменные печи. Въ одной верстѣ отъ рудника, на р. Кушвѣ весьма удобно построить плотину и чугушній заводъ. Ниже этого мѣста въ шести верстахъ Кушва впадаетъ въ р. Туру, на которой, двумя верстами ниже устья Кушвы, Арцыбышевъ предлагалъ построить другой заводъ, да кромѣ того узналъ онъ отъ одного изъ жителей деревни Ватинной, поокрещенаго вогулича Ивана Бѣлова, что отъ этого послѣдняго завода можно удобно провести дорогу черезъ Уральскій Камень до р. Чусовой на вогульскую деревню Кончикъ, такъ какъ разстояніе здѣсь не болѣе 115 верстъ. Арцыбышевъ привезъ съ собой полтора пуда магнитной

---

дѣятельность. Шайтанскій заводъ находится въ Екатеринбургскомъ уѣздѣ на большой сибирской дорогѣ и называется иначе *Васильевъ заводъ*, въ отличіе отъ другаго Шайтанскаго завода, принадлежащаго къ округу Верхъ—Исетскихъ заводовъ.



руды, которая была опробована въ *малой печкѣ* <sup>1)</sup>, и по пробѣ вышло изъ одного пуда руды десять фунтовъ желѣза, вытнутаго въ полосу, и то желѣзо явилось самое доброе, мягкое и жилистое.

Татищевъ оцѣнилъ по достоинству новое открытіе. Собраиъ былъ горный совѣтъ, въ которомъ, кромѣ членовъ канцеляріи главнаго заводовъ правленія, присутствовали многіе другіе горные офицеры. Всѣ нашли полезнымъ строить въ томъ краю казенные заводы, по такъ какъ тамъ совсѣмъ нѣтъ жителей, кромѣ вогуличей, то нашли затруднительнымъ дать этому дѣлу такое развитіе, какое слѣдовало бы по множеству рудъ и лѣсовъ. Отдать эту гору Демидову также нашли неудобнымъ, такъ какъ, за недостаткомъ рабочихъ, ему тамъ и въ нѣсколько лѣтъ заводъ не удалось-бы построить. А между тѣмъ «такое великое сокровище и руды, какихъ еще при всѣхъ казенныхъ и партикулярныхъ заводахъ, кромѣ Акинфія Демидова, нѣтъ, оставить туиъ весьма неприлично». Тогда Татищевъ высказалъ, что въ Швеціи, желѣзные руды въ Данисморѣ и мѣдныя въ Фалуиѣ, разрабатываются въ одной и той-же мѣстности многими частными промышленниками, подъ надзоромъ казны, а потому и не возможно-ли будетъ дозволить добывать руду и изъ новооткрытой горы различнымъ частнымъ лицамъ, которыя захотятъ построить вблизи отъ нея заводы, а другихъ хорошихъ рудъ имѣть не будутъ? Окончательно опредѣлено было: 1) посмать на Кушву надзирателя лѣсовъ Куроѣдова, штейгера Вейделя и шесть человекъ горныхъ учениковъ, чтобы изслѣдовать рудную гору подробнѣе шурфовкою; 2) Куроѣдову, при пособіи вогуличей, сыскать дорогу отъ того мѣста къ Верхотурью и на Чусовую; 3) истребовать изъ Верхотурья работниковъ и очищать мѣсто, гдѣ на р. Кушвѣ слѣдуетъ быть плотинѣ и заводу, и 4) собрать въ Екатеринбургѣ сколько можно заводчиковъ и прикащиковъ ихъ, для разсужденія о томъ, полезно-ли будетъ допускать многихъ промышленниковъ къ добычѣ рудъ какъ въ новооткрытой горѣ, такъ и въ другихъ, подобно ей, богатыхъ рудникахъ.

16 іюня 1735 года собрались въ Екатеринбургѣ на совѣтъ заводчикъ Василій Демидовъ, прикащикъ его Мосоловъ, также прикащики Строгоновыхъ, Осокиныхъ и Акинфія Демидова. Они согласно опредѣлили, что «руды во вновь открытой горѣ и въ другихъ, тому подобныхъ богатыхъ рудныхъ горахъ, добывать допускать надлежитъ, съ отводомъ каждому своей части,

<sup>1)</sup> Это тотъ-же родъ печей, употреблявшихся за долго до построенія первыхъ большихъ чугуноплавильныхъ и желѣзныхъ заводовъ, о которыхъ мы уже упоминали въ самомъ началѣ обзора русской желѣзной промышленности, и которыя были извѣстны подъ именемъ *домницъ*, *ручницъ* или *малыхъ печекъ*. Въ 1723 г. онѣ, какъ влекущія большой угаръ металла и требующія весьма большаго количества угля, были запрещены начальникомъ заводовъ Рѣпиннымъ, но вѣроятно онѣ и послѣ того употреблялись на заводахъ для пробы желѣзныхъ рудъ.

«какая кому, по усмотрѣнію построенныхъ доменъ, опредѣлится; и добывать «всякому въ своей шахтѣ и штольняхъ своими работниками, не повреждая «другихъ копей, по порядочно. И такъ могутъ довольствоваться изъ одной «горы многіе заводчики, а не одинъ, и возить къ заводамъ, каждому къ «своему, своими работниками. Кто-же, пришивъ на той горѣ мѣсто, обы- «щеть руду индѣ и тутъ работать не похочетъ, тобъ оставить на ихъ волю».

На другой день опять созванъ былъ совѣтъ изъ горныхъ офицеровъ и было опредѣлено: изъ магнитной горы на Кушвѣ и изъ другихъ, какія найдены будутъ впредь столь-же богатая, допускать копать руду и возить на свои заводы всякому промышленнику, который этого пожелаетъ. Сначала слѣдуетъ выбрать лучшее мѣсто для казны, а въ остальной части горы дѣлать отводы частнымъ лицамъ, гдѣ кто просить будетъ, каждому по поверхности земли 10 квадратныхъ сажень на дому и кромѣ того, подлѣ горы, каждому по 40 квадратныхъ сажень на кладку камня рудъ и на строеніе избъ. Предписывалось на общій счетъ содержать опредѣляемыхъ отъ казны надзирателя и штейгера, на обязанности которыхъ лежало добывать руду, закладывать шахты и штольни, укрѣплять ихъ и содержать подъ присмотромъ.

Въ сентябрѣ того-же 1735 г. Татищевъ самъ ѣздилъ для обозрѣнія магнитной горы. Въ официальномъ путевомъ журналѣ его или *дневальной запискѣ*, 9 сентября записано:

«Осматривалъ гору и шурфы или копи рудныя. Оныя по верху и въ «серединѣ горы копаны въ длину сажень на 200, поперегъ до 60. Все руда «*руженная чолыанъ съ охрою, сплошь, съ разсѣдинами* <sup>1)</sup>). Горы оныя «вверхъ остры, одна другой выше. На одной рудный камень выставился «вверхъ, какъ столбъ, сажени три, а другіе меньше. Со средней горы видно «Павлинскій (Павдинскій) Камень и за Верхотурье, какъ вогулякъ сказывалъ, «и видны горы со сѣгомъ, до которыхъ вереть около ста счисляютъ. На «верхнюю-жъ въѣздъ труденъ, а иѣшкомъ птти я не могъ. Штейгеръ ска- «залъ, что и на оной такая-же руда. И я, видя, что оное сокровище под- «линно можно благодатию Вышняго назвать, того ради самую высшую наз- «валъ *Благодать*, которое значитъ собственно имя Ея Императорскаго Ве- «личества <sup>2)</sup>). А прочимъ погоркамъ, или низжайшимъ горамъ, по сдѣланіи «чертежа, имена дать впредь».

<sup>1)</sup> Кажется эти слова должно понимать такъ: руда, выходящая наружу, на поверхность земли, обнаженная голая, мѣстами покрытая желѣзною охрой, сплошная или плотная, съ трещинами.

<sup>2)</sup> Т. е. царствовавшей тогда императрицы Анны Іоанновны. Потолкованію полнаго мѣсяцеслова имя *Анна* по еврейски значитъ *благодать*.

Въ поѣздѣ на гору, Татищева сопровождалъ объявившій объ ней вогуличъ Чумпинъ. Онъ передъ тѣмъ ѣздилъ недѣль семь съ надзирателемъ лѣсовъ Курофдовымъ, указывая ему мѣста для проложенія дорогъ и строенія заводовъ, за что Курофдовъ далъ ему 2 р. 70 к. Вогуличъ былъ этимъ недоволенъ и просилъ, чтобы его еще наградить за присекъ руды. Но такъ какъ на открытiе магнитной горы, изъявлялъ претензію и другой вогуличъ, Ватинъ, приносившій, вмѣстѣ съ Чумпинымъ, рудные образцы Ярцову, то Татищевъ и велѣлъ Курофдову распросить порознь всѣхъ жителей вогульской деревни, одинъ-ли Чумпинъ нашелъ магнитную гору, или вмѣстѣ съ Ватинымъ, а между тѣмъ, пока выдалъ Чумпину еще 2 рубля. По распросамъ Курофдова оказалось, что магнитную гору отыскалъ еще отецъ Степана Чумпина, Анисимъ, лѣтъ за семь до того времени (значить около 1728 г.), о чемъ онъ и сказывалъ жителямъ своей деревни; Яковъ-же Ватинъ явился вмѣстѣ съ Чумпинымъ къ Ярцову только въ надеждѣ также получить награду. Вслѣдствіе того Степанъ Чумпинъ былъ вытребованъ въ Екатеринбургъ, въ канцелярію главнаго заводовъ правленія, и 24 января 1736 года выдано ему въ награду *двадцать рублей* (слѣдовательно всего онъ получилъ 24 р. 70 к.). Кромѣ того, въ протоколѣ канцеляріи сказано: «Да и впредь, по усмотрѣнію въ выплавкѣ обстоятельства тѣхъ рудъ, ему Чумпину подлежащая заплата учинена будетъ». Но болѣе никакихъ наградъ ему не было, такъ какъ гора Благодать вскорѣ перешла въ частное владѣніе, прежде чѣмъ началась плавка ея рудъ въ большомъ размѣрѣ.

Во многихъ печатныхъ статьяхъ и книгахъ новѣйшаго времени разсказывается, будто на горѣ Благодати вогулы приносили жертвы своимъ богамъ, и будто, озлобясь на Чумпина за то, что онъ указалъ русскимъ священное ихъ мѣсто, они сожгли его на этой самой горѣ. Но сказаніе это, по видимому, позднѣйшаго происхожденія; по крайней мѣрѣ въ архивныхъ дѣлахъ нѣтъ ни одного документа, который-бы указывалъ на такое или подобное событіе. Напротивъ того, изъ архивныхъ дѣлъ видно, что вогулы ничего не знали о магнитной горѣ до тѣхъ поръ, пока имъ не сказалъ о ней отецъ Степана Чумпина, Анисимъ, умершій въ 1734 г., что и потомъ точное мѣстоположеніе ея знали только этотъ Степанъ Чумпинъ, находившійся, вѣроятно на охотничьемъ промыслѣ, съ отцемъ своимъ въ то время, когда тотъ отыскалъ въ этой горѣ руду. Свѣдѣнію о сожженіи Чумпина тѣмъ болѣе трудно придать какое-нибудь вѣроятіе, что въ то время всѣ вогулы этой мѣстности были уже обращены въ христіанскую вѣру извѣстнымъ по своимъ миссіонерскимъ подвигамъ Филоосемъ Лещинскимъ, который съ 1702 года былъ митрополитомъ сибирскимъ, потомъ съ 1711 по 1716 г. схимонахомъ, подъ именемъ Θεодора, а потомъ опять митрополитомъ. Когда строились гороблагодатскіе заводы, окрестные вогуличи были въ самыхъ

привычныхъ отношеніяхъ съ русскими, продолжали отыскивать и объявлять руды, указывали удобныя мѣста для прокладки дорогъ отъ Кушвы къ Чусовой и оттуда къ Куингуну и проч. Вообще, живя въ сосѣдствѣ весьма значительнаго въ то время города Верхотурья и проходившей чрезъ него главной сибирской дороги, а съ другой стороны—въ сосѣдствѣ съ заводами Демидова и русскими слободами и деревнями по рѣкамъ Тагилу и Невьѣ, они далеко не были такъ дики, какъ болѣе сѣверные ихъ соплеменники, обитавшіе по Сосвѣ и Лозвѣ, и скоро совсѣмъ обрусѣли.

Объ открытіи магнитной горы, о наименованіи ея Благодатью, о изобиліи и достоинствѣ ея руды, о большомъ количествѣ оного цѣл мѣсовъ и удобствѣ постройки въ томъ краѣ заводовъ, Татищевъ донесъ императрицѣ. Онъ предназначилъ построить здѣсь четыре доменные печи и двадцать четыре кричныхъ молота, и полагалъ, что вносѣдствіи можно будетъ, безъ истощенія мѣсовъ, содержать тамъ втрое большее противъ этого количество доменъ и молотовъ. По его мнѣнію, желѣзо изъ благодатской руды должно быть лучше, чѣмъ на всѣхъ прежнихъ казенныхъ заводахъ, и обходиться гораздо дешевле. Но встрѣчалось большое затрудненіе относительно работниковъ. Всѣ, которыхъ можно-бы было удѣлить съ другихъ казенныхъ заводовъ и приписныхъ къ нимъ слободъ, задолжены были при постройкѣ вновь начатыхъ заводовъ Сысвинскаго, Чернорѣцкаго и Сѣверскаго <sup>1)</sup>. По этому представлено было въ кабинетъ и въ сенатъ о томъ, чтобы къ вновь предполагаемымъ заводамъ у горы Благодати приписать ближайшія слободы Верхотурскаго, Тобольскаго и Туринскаго уѣздовъ. Кромѣ того Татищевъ испрашивалъ разрѣшенія сдѣлать въ ближайшихъ мѣстахъ Сибири, также въ уѣздахъ Уфимскомъ, Казанскомъ, Вятскомъ, Устюжскомъ и Важскомъ публикаціи о томъ, не пожелаетъ-ли кто изъ крестьянъ поселиться при новыхъ заводахъ на Турѣ и на Кушвѣ, съ тѣмъ, чтобы переселенцы на два года были освобождены отъ всякихъ податей.

На наименованіе вновь открытой горы Благодатью послѣдовало Высочайшее соизволеніе. Въ указѣ отъ 17 декабря 1735 г., за подписью кабинетъ-министровъ, сказано: «На всеподданнѣйшія ваши доношенія отъ разныхъ чинсень, полученныя во всемилостивѣйшую нашу резолюцію, повелѣваемъ слѣдующее: обрѣтенную гору ради богатой, по вашему показанію, желѣзной руды, именовать *Благодать*». Но, что касается до приписки крестьянскихъ слободъ къ новымъ заводамъ, то въ двухъ указахъ Татищеву изъ кабинета,

<sup>1)</sup> Сысвинскій заводъ нынѣ принадлежитъ къ округу Верхъ-Исетскихъ частныхъ заводовъ; Чернорѣцкій началъ быть постройкой на р. Черной, впадающей въ Исетъ, въ нынѣшней дачѣ Верхъ-Исетскаго завода; Сѣверскій заводъ нынѣ принадлежитъ къ округу Сысертскихъ заводовъ.

объ этомъ предметѣ сказано весьма неопредѣленно, такъ что даже трудно понять, разрѣшалось-ли ими строить у Благодати заводы. Такъ въ указѣ отъ 29 октября говорилось: «Изъ новыхъ сибирскихъ заводовъ, выбравъ одни, строить и работу всякую производить наймомъ, безъ наряду работниковъ.... А слободъ Тагильской и Цицинской *до указу* не приписывать». Далѣе въ томъ-же указѣ говорится: «въ Верхотурскихъ горахъ, гдѣ по осмотру явилось желѣзной руды множество, весьма хороша и богата, выбрать мѣста удобныя и довольныя для строенія большихъ казенныхъ заводовъ, *ежели позволено будетъ, и оставить оныя до указу*». Въ послѣдующемъ указѣ отъ 17 декабря говорится, что «при постройкѣ новыхъ заводовъ у горы Благодати наймомъ безъ наряду работниковъ Татищевъ имѣеть поступать по указу, отправленному къ нему октября отъ 25 дня». Впрочемъ приказано было сообразить, не возможно-ли будетъ заводы, не очень прибыльные для казны отдать частнымъ промышленникамъ, а приписанныя къ нимъ слободы приписать къ новымъ заводамъ. Но это оказалось невозможнымъ: приписанныя къ другимъ казеннымъ заводамъ слободы были очень далеко отъ горы Благодать. При томъ, по мнѣнію Татищева, изъ старыхъ заводовъ нельзя было ни одного отдать частнымъ людямъ, кромѣ Лялинскаго и Аланаевского. Объ отдачѣ Лялинскаго завода ужъ и прежде было опубликовано, да охотниковъ взять его не явилось, за дальностью отъ жилья <sup>1)</sup>; взять Аланаевскій заводъ найдутся желающіе, но только не иначе, какъ съ приписанными къ нимъ деревнями.

Такъ во все остальное время управленія Татищева заводами и не было приписано къ заводамъ у Благодати крестьянъ. На вызовъ для поселенія тамъ добровольно желающихъ изъ другихъ уѣздовъ разрѣшенія также не послѣдовало.

Между тѣмъ еще до полученія вышеупомянутыхъ кабинетскихъ указовъ, Татищевъ осенью 1735 г. началъ строить заводъ на р. Кушвѣ. Для этого отмѣнена была постройка Чернорѣцкаго завода и работники оттуда переведены на Кушву; остановлена потомъ на время постройка Сылвинскаго завода, съ котораго рабочіе также взяты на Кушву. Рудокопы присланы съ Лялинскаго завода. Кромѣ того на Кушвѣ было поселено довольно много ре-

<sup>1)</sup> Лялинскій заводъ находился на сѣверѣ, въ Верхотурскомъ уѣздѣ, на р. Лялѣ въ пустынномъ мѣстѣ, на пыльной дорогѣ изъ Верхотурья въ Богословскъ, у селенія Караульнаго. Онъ построенъ Генинымъ въ 1723 и 1724 годахъ для плавки окрестныхъ мѣдныхъ рудъ, которыя впрочемъ, скоро оказались неблагонадежными. Генинъ велѣлъ дѣлать тучь стекло, потомъ обратилъ этотъ заводъ въ купоросный, за тѣмъ въ поташный; потомъ опять стали на немъ плавить мѣдь изъ рудъ, привозимыхъ изъ дальняго разстоянія съ горы Кожанковскій-Камень. Впослѣдствіи Лялинскій заводъ совсѣмъ брошенъ, какъ невыгодный.

крутъ, взятыхъ съ приписныхъ къ заводамъ слободъ, и нѣкоторое число раскольниковъ.

Въ декабрѣ на р. Кушвѣ было уже построено нѣсколько домовъ, казармъ и амбаровъ; изъ горы Благодати добыто въ двухъ мѣстахъ около 9 тысячъ пудовъ руды. Съ весны 1736 г. началась постройка плотины и доменныхъ печей на Кушвѣ; сдѣланы приготовления къ строенію завода на р. Турѣ, въ 9 верстахъ отъ Кушвинскаго; избрано мѣсто для третьяго завода на рѣчкѣ Имянной, впадающей въ Туру; строеніе этого завода было потомъ отмѣнено; предполагалось построить и четвертый заводъ, но для него не избрано еще было удобнаго мѣста.

Но полезная дѣятельность Татищева была виѣзочно прервана тою рукою, которая въ то время губила безнаказанно все въ Россіи. Биронъ, хищно преслѣдуя свои мерзостныя и корыстныя цѣли счелъ за лучшее удалить отъ управленія заводами челоуѣка, который не могъ сочувствовать его безчестнымъ стремленіямъ.

Татищевъ попробовалъ однажды, посредствомъ новой отправки за границу уральскихъ мастеровыхъ, усилить техническую сторону горнаго дѣла на ввѣренныхъ ему заводахъ, и назначилъ для этой цѣли гинтмейстера Улиха съ нѣсколькими учениками. На это предложеніе послѣдовалъ отказъ изъ кабинета, и посланные были возвращены на Уралъ. Въ указѣ, присланномъ изъ кабинета, говорилось, что «принадлежащіе къ заводамъ мастера изъ Саксоніи особые выписаны будутъ, при которыхъ и оныя ученики обучаться могутъ». На самомъ-же дѣлѣ причина отказа была другая. Биронъ въ это время вызывалъ изъ Саксоніи оберъ-бергъ-гаунтмана барона Шемберга для горнаго управленія въ Россіи. Шембергъ, съ набранными имъ мастерами отправился изъ Саксоніи 1 марта 1736 г., а 4 сентября былъ обнародованъ указъ объ учрежденіи генераль-бергъ-директоріума, съ правами прежней бергъ-коллегіи, но съ характеромъ бюрократическимъ и непосредственною зависимостью отъ императрицы. Подъ громкою фирмою новаго учрежденія и подъ именемъ вызваннаго имъ изъ Саксоніи барона, курляндскій герцогъ думалъ стать въ такія-же отношенія къ горнымъ промысламъ, въ какихъ потомъ, при Елисаветѣ Петровнѣ, стояли графы Шуваловы къ откупной монополіи и рыбнымъ промысламъ Бѣлаго моря.

Значеніе Татищева много уменьшилось; прежде онъ подчиненъ былъ только императорскому кабинету и сенату, писалъ донесенія прямо императрицѣ, а теперь очутился подъ начальствомъ Шемберга и долженъ былъ обо всемъ ходатайствовать предъ правительствомъ черезъ генераль-бергъ-директоріумъ, который не весьма уважалъ его представленія. Горнозаводскій уставъ Татищева не получилъ утвержденія, а 30 октября 1736 года генераль-бергъ-директоръ разослалъ по всемъ губерніямъ, провинціямъ и воеводствамъ

семнадцать пунктовъ о присылкѣ изъ всѣхъ мѣстъ описанія «имѣющимся въ оныхъ горахъ и являющимся къ рудокопному строенію знакамъ и способностямъ». Изъ этихъ вопросовъ, назначенныхъ «къ приращенію горныхъ и рудокопныхъ заводовъ», можно видѣть, какъ свысока смотрѣлъ ученый баронъ на тогдашнее состояніе горнаго промысла въ Россіи; онъ и не подозрѣвалъ того, сколько было уже затрачено на это дѣло капиталовъ, начиная съ царствованія Петра Великаго, сколько рукъ трудилось надъ добываніемъ металла на одномъ Уралѣ, сколько знающихъ людей управляло этими работами. Вопросы Шемберга предполагали младенческое состояніе горнаго искусства у насъ; по видимому ему неизвѣстно было, что на одномъ только Екатеринбургскомъ казенномъ заводѣ, съ 1724 по 1737 г., добыто было 1.906.900 пуд.  $5\frac{3}{4}$  фунт. чугуна, 2.210.422 пуд. 5 фун. желѣза полосоваго, 62.549 пуд.  $36\frac{3}{4}$  ф. волотаго, 235.565 пуд.  $17\frac{3}{4}$  ф. плющильнаго, 32.855 пуд.  $5\frac{1}{4}$  ф. досчатаго, 70.267 пуд.  $38\frac{1}{2}$  ф. укладу и 29.318 пуд. 12 ф. стали; что въ Нерчинскихъ горахъ добыто было съ 1705 года не менѣе 160 пуд. серебра; казалось онъ ничего не зналъ о тѣхъ новыхъ заводахъ, которые предполагалъ устроить Татищевъ, по присланному имъ въ кабинетъ штату. Притомъ въ пунктахъ Шемберга говорилось болѣе объ озерахъ, рѣкахъ, болотахъ, удоляхъ, равнинахъ, парахъ, туманахъ, колодезяхъ, ключахъ, росѣ, инеѣ, снѣга, восхожденіи и захожденіи солнца, дикихъ звѣряхъ и тому подобныхъ статистическихъ данныхъ для изученія разныхъ мѣстностей Россіи, нежели о рудникахъ. На этихъ вопросахъ и остановилась правительственная дѣятельность Шемберга. Татищевъ попробовалъ было въ это время опять просить о припискѣ крестьянъ къ Кушвинскимъ заводамъ; но въ опредѣленіи генераль-бергъ-директоріума по этому рапорту нашелся только глухой отвѣтъ: «сдѣлать выписку», о чемъ и сообщено было Татищеву, а больше никакого отвѣта онъ не получилъ.

Татищеву трудно было ужиться съ планами Бирона и распоряженіями Шемберга, и въ маѣ 1737 г. его перевели, въ чинѣ тайнаго совѣтника, изъ Екатеринбурга въ Оренбургскую экспедицію для устройства башкирскаго края, оставивъ, впрочемъ, за нимъ право присмотра и за горными заводами.

При отъѣздѣ своемъ въ Оренбургъ, Татищевъ, озабочиваясь скорѣйшимъ окончаніемъ новыхъ заводовъ, сдѣлалъ распоряженіе не вполне законное: онъ приказалъ принимать въ заводскіе работники даже безпаспортныхъ, лишь-бы только они объявили, откуда именно вышли. Занятія по новой должности, окончательное усмиреніе бывшаго передъ тѣмъ башкирскаго бунта, строеніе Оренбурга <sup>1)</sup> и крѣпостей, сношенія съ киргизами и приве-

<sup>1)</sup> Оренбургъ сначала былъ заложенъ первымъ начальникомъ оренбургской экспедиціи Кириловымъ, при впаденіи р. Ори въ Уралъ, на мѣствъ нынѣшней Орской крѣпости. Татищевъ перенесъ его ниже по Уралу, туда, гдѣ нынѣ находится Красно-

деніе киргизскаго хана въ подданство Россіи, — все это отвлекло въ значительной степени вниманіе Татищева отъ заводскихъ дѣлъ. Поэтому постройка Кушвинскихъ заводовъ шла чрезвычайно медленно.

Въ началѣ 1738 г. Татищевъ поручилъ помощнику своему по управленію заводами, Хрущову, ѣхавшему въ Петербургъ, доставить туда донесенія его относительно какъ Оренбургскаго края, такъ и горныхъ заводовъ, и хлопотать объ исполненіи нѣкоторыхъ его представленій. Въ числѣ другихъ бумагъ посланы были въ кабинетъ вѣдомости о заводахъ и представленіе о необходимости назначенія средствъ для полнаго устройства Кушвинскихъ заводовъ. И вотъ възвѣщено, 4 августа, екатеринбургская канцелярія заводскаго правленія получаетъ съ курьеромъ Высочайшій указъ, отъ 13 іюля, за подписью кабинетъ-министровъ гр. Остермана и Волынскаго <sup>1)</sup>. По указу требовались свѣдѣнія: въ какомъ состояніи находятся Кушвинскіе заводы и сколько въ годъ приносятъ они прибыли? Сколько въ рудѣ заключается чистаго металла? По какой цѣнѣ обходится чугуунъ и желѣзо, и сколько въ годъ можно получить ихъ если будутъ устроены всѣ десять, предложенныя Татищевымъ, доменные печи? Какъ глубоко подъ землею лежитъ руда, и ежели, напримѣръ, снявъ сверху землю до той руды, потомъ выкопать яму въ 6 аршинъ длины, въ 3 аршина ширины и въ 1½ аршина глубины, при чемъ добудется руды кубическая сажень, то сколько будетъ вѣсу въ этой кубической сажени руды и сколько изъ нея можетъ выйти чугуна потомъ желѣза? Въ какомъ разстояніи отъ этихъ заводовъ пристани, откуда могло бы быть свободное сообщеніе водой до Екатеринбурга, и удобны-ли дороги къ пристанямъ?

Екатеринбургская канцелярія немедленно командировала на Кушву одного изъ своихъ членовъ, бергмейстера Никифора Клеопина. По осмотру послѣдняго оказалось:

1) Плотина Кушвинскаго завода не совсѣмъ еще кончена, но уже близка къ окончанію; двѣ доменные печи недокладены аршина четыре до подлежащей высоты.

2) Въ заводѣ на Турѣ плотина еще далеко не окончена.

3) На горѣ Благодать добыто и приготовлено къ обжогу желѣзной руды болѣе 148 тысячъ пудъ.

горская крѣпость, а Неплюевъ перенесъ его и еще ниже, на теперешнее мѣсто. Городъ сохранилъ первоначальное названіе, данное при Кириловѣ, хотя и находится въ большомъ разстояніи отъ р. Ори.

<sup>1)</sup> Артемій Петровичъ Волынскій, хорошій знакомый и доброжелатель Хрущова и врагъ Вирона и нѣмецкой партіи, назначенъ былъ кабинетъ-министромъ не задолго передъ тѣмъ. Въ 1740 г. онъ, по проискамъ Вирона, былъ казненъ вмѣстѣ съ Хрущовымъ въ Петербургѣ.



4) Заготовлено также много извести, горнового камня, кирпича, бѣлой глины, бревень, дровъ на жженіе угля, готового уже угля и другихъ припасовъ.

5) Подъ заводъ на Имянной расчищено только мѣсто, да и то еще немного.

6) Дорога отъ Кушвинскаго завода до Ослянской пристани, на р. Чусовой, прорублена и большею частью расчищена. Для зимы она удобна, но для лѣтняго проѣзда необходимо сдѣлать много мостовъ и гатей въ болотистыхъ мѣстахъ. Расстояніе отъ Кушвы до пристани 57 верстъ.

7) Мастеровыхъ и рабочихъ при заводахъ 632 души мужескаго пола; изъ нихъ нѣкоторые поселены по екатеринбургской дорогѣ въ дер. Лайской (9 дворовъ), на р. Имянной (7 дворовъ) и на дорогѣ къ пристани у р. Себриянки, гдѣ нынѣ деревня Кедровка; остальные жили на Кушвѣ и на Турѣ.

Для лучшаго изслѣдованія дѣйствительнаго изобилія руды въ горѣ Благодать, екатеринбургская канцелярія, кромѣ добычи 1 куб. саж. руды, по требованію кабинета, предписала еще Клеопину: «начавъ отъ востока къ западу и отъ полудни къ сѣверу отъ низкихъ мѣсть, черезъ всю высоту горы выкопать крестообразно рвы, шириною по аршину, глубиною до видимой руды; по окончаніи-же тѣхъ рововъ, на концахъ ихъ итти прямо вглубь шахтами, длиною каждая по 4, шириною по 2, глубиною по 3 аршина; и если гдѣ руда еще не пресѣчется, то надлежитъ бурить, со дна шахты вглубь, длиннымъ буромъ даже до пресѣченія руднаго». Это было исполнено. Въ половинѣ ноября отъ вершины горы въ четыре стороны до самой подошвы проведены были рвы, но не сплошь и не совсѣмъ такъ, какъ предписывала канцелярія; гдѣ руда выдавалась наружу, тамъ рва не проводилось; гдѣ она покрыта была землею, тамъ рыли до руды; если-же, прошедши вглубь три аршина, руды не встрѣчали, то глубже ужъ не копали, а гдѣ встрѣчался на протяженіи рва крѣпкій пустой камень, тамъ ровъ вели значительно мельче<sup>1)</sup>. На концахъ рововъ, при подошвѣ горы, выкопаны четыре шахты, глубиною въ 6 аршинъ, и со дна каждой шахты развѣдано еще вглубь большимъ буромъ на 10 аршинъ. Въ западной шахтѣ встрѣчены признаки мѣдной руды. Отъ вершины горы къ востоку на 74 сажени, къ западу на 17 сажень, къ югу на 27 сажень и къ сѣверу на 51 сажень протяженія оказалась все сплошная желѣзная руда. Ниже, по скатамъ горы, она являлась только мѣстами, или была перемѣшана съ пустой породой. Но вообще чрезвычайное изобиліе руды было очевидно.

<sup>1)</sup> А судя по одному документу, тамъ, гдѣ встрѣчалась крѣпкая пустая порода, рва вовсе не было копано. «Гдѣ же означится пустой крѣпкій камень, онаго не выламывая обходить». (Опредѣленіе Клеопина и кушвинскаго управителя Бекетова, 13 октября 1738 года).

Въ двухъ разныхъ мѣстахъ горы добыто было по одной кубической сажени руды и обожжено какъ слѣдуетъ къ плавкѣ. Кубическая сажень изъ одного мѣста, гдѣ руда была *сливная* (сплошная), безъ пустаго камня и земли, оказалась вѣсомъ въ 2 386 пуд., а изъ другаго мѣста, «*которая добывается межъ пустаго камня и земли*», въ 1 616 пуд. Слѣдовательно среднимъ числомъ вѣсъ кубической сажени руды можно было принять въ 2 001 пудъ. Добытая руда обошлась на мѣстѣ по 1 р. 27 к. за каждую тысячу пудовъ.

Слѣдовало еще испытать проплавкою въ доменной печи, сколько пудовъ чугуна выйдетъ изъ кубической сажени руды. Но на Кушвѣ произвести это испытаніе было нельзя, такъ какъ за постояннымъ ненастьемъ и недостаткомъ рабочихъ, въ особенности конныхъ, не успѣли достроить тамъ ни одной домны. Клеопинъ предлагалъ отправить эту руду въ Тагильскій заводъ Демидова и тамъ проплавить, но канцелярія отвѣчала, что слѣдуетъ поторопиться запереть плотину и достроить хотя одну доменную печь, чтобы проплавку руды произвести въ ней, а не на чужомъ заводѣ. Но не смотря на всѣ старанія, такъ это и не удалось, и 30 ноября Клеопинъ воротился въ Екатеринбургъ. Получивъ отъ него донесеніе и истребовавши нѣкоторые дополнительные свѣдѣнія, канцелярія, 11 января 1739 года, отправила въ кабинетъ подробное донесеніе о Кушвинскихъ заводахъ и о горѣ Благодать.

Въ это время чутье направило вниманіе саксонскаго барона на другой путь изслѣдованій. Огромныя льготы, которыми обставилъ казенные горные заводы де-Геннинъ, прикрѣпивъ къ нимъ земли, лѣса и обязательный трудъ, а также огромныя состоянія, которыя паживали обставившія себя тѣми-же льготами частныя заводчики, какъ напримѣръ Демидовъ, Турчаниновъ, Осокины и другіе, разлакомили вѣчно алкавшаго пріобрѣтеній Шемберга. Онъ прямо взялъ на себя въ компанію олопецкіе заводы, да кромѣ того, по ходатайству его и подъ эгидію вѣсильнаго тогда Бирона, была составлена комиссія (1738 г.) для рѣшенія вопроса: какъ выгоднѣе содержать горные заводы, казною или частными людьми? Членами комиссіи были назначены: баронъ Шафировъ, оберъ-штаммейстеръ князь Куракинъ и графы Головкинъ и Мусинъ-Пушкинъ. Черезъ двѣ недѣли, комиссія въ докладѣ своемъ императрицѣ Аннѣ Иоанновнѣ заявила, что интересу Ея Величества полезнѣе всѣ казенныя заводы, какъ старые такъ и новыя, отдать охотнымъ людямъ въ компаніи на различныхъ условіяхъ, смотря по добротѣ рудъ и довольству ихъ <sup>1)</sup>. Согласно съ мнѣніемъ комиссіи, 15 февраля 1739 г. высочайше утверждено было мнѣніе кабинетъ-министровъ и генералъ-бергъ-директоріума, по которому рѣшено было:

<sup>1)</sup> Полн. Собр. Законовъ, № 7600.

1) Всѣ казенные заводы, кромѣ желѣзныхъ въ Сибири, въ горѣ Благодать, также кромѣ мѣдныхъ въ Лапландіи отдать въ разныя компаніи <sup>1)</sup>.

2) Приписныхъ деревень оставить при заводахъ потребное число безъ излишества.

3) Казенную сумму, издержанную на тѣ заводы, заплатить въ казну Ея Величества тѣмъ, кому оныя заводы отданы быть имѣють, располажа погодно.

4) Сибирскіе желѣзные заводы, которые въ горѣ Благодати, и мѣдные въ Лапландіи, поуже въ совершенное дѣйство еще не приведены (что, какъ мы видѣли выше было неправдой), по пробѣ-же показуется, что руда въ оныхъ мѣстахъ богатая и прибыльная, однакъ безъ произведенія въ совершенное дѣйство весьма основательно утвердиться невозможно; того-ради не соизволить-ли Ея Императорское Величество оныя заводы имѣть главнѣйше именемъ своимъ, учредя пристойную компанію, въ которую удостоены быть могутъ тѣ, кого Ея Величество, по высокой своей милости, нынѣ и впредь допустить соизволить.

Миѣніе это было утверждено 15 февраля 1739 года, а 3 марта того-же года вышелъ манифестъ, извѣстный подъ названіемъ *бергъ-регламента*, которымъ объявлялось, что казенные заводы должны быть розданы въ частныя руки, и заводчикамъ давались новыя важныя преимущества.

Стали являться охотники взять заводы. Нѣкоторые изъ русскихъ просили о назначеніи на нихъ торговъ, съ тѣмъ, чтобы заводы отдаваемы были тѣмъ, кто дастъ за нихъ больше сверхъ ихъ первоначальной стоимости казны, и съ тѣмъ, чтобы уплата произведена была въ пять лѣтъ. Въ то-же время иностранный купецъ Меэръ изъявилъ желаніе взять всѣ казенные заводы, кромѣ Гороблагодатскихъ и Лапландскихъ, составивъ для этого компанію изъ англійскихъ купцовъ. Но Меэръ не только не хотѣлъ дѣлать никакой наддачи въ цѣнѣ, но даже просилъ, чтобы только новыя заводы отдать ему за ту цѣну, во что они стали казны, а старыя отдать съ уступкой; кромѣ того, платежный срокъ онъ назначилъ не въ пять, а въ десять лѣтъ. Казалось-бы, русскія предложенія были выгоднѣе для казны, чѣмъ иностранныя, но Бергъ-Коллегіумъ склонился болѣе на сторону Меэра. По миѣнію Бергъ-Коллегіума, отдача заводовъ съ торговъ *«противна онымъ горнымъ уставамъ, обыкновеніямъ, употребленіямъ, по которымъ такого примѣра не имѣется, чтобъ рудокотные заводы съ наддачею и съ тор-*

<sup>1)</sup> Лапландскими заводами тутъ названы мѣдные рудники, не задолго передъ тѣмъ открытые въ русской части Лапландіи; въ этой-же мѣстности найдены были признаки свинцовыхъ и серебряныхъ рудъ. На эти рудники возлагали иногда большія надежды, неоправдавшіяся однакъ впоследствии.

*говъ отданы были, такожъ и по Бергъ-регламенту велѣно отдачу заводовъ чинить для государственной пользы, а не для большой наддачи».*

Такое странное разсужденіе Бергъ-Директоріума происходило оттого, что Меэръ былъ въ пріязненныхъ отношеніяхъ съ Шембергомъ и имѣлъ съ нимъ денежные дѣла, какъ это видно изъ нѣкоторыхъ позднѣйшихъ бумагъ. Но неизвѣстно, почему-то Меэръ не получилъ заводовъ; не отданы они были и русскимъ просителямъ.

Иное было съ Гороблагодатскими заводами и Лапландскими рудниками, которые, какъ выше мы видѣли, не должны были подлежать продажѣ частнымъ лицамъ и которые Императрица предоставила себѣ отдать кому заблагоразсудить. Оказалось, что этотъ лакомый кусокъ Шембергъ сберегалъ для себя, и 5 марта 1739 г. пожалованы были Шембергу и Лапландскіе рудники и гора Благодать, «со всеми къ ней надлежащими рудными мѣстами, построенными домны, молотовыми передѣлы, съ принадлежностями и со всеми при томъ обрѣтающимися запасности, какогобъ званія ни были». Отданы были ему и состоявшіе на заводахъ люди. Кромѣ того велѣно было нужное число людей приписать къ тѣмъ заводамъ изъ ближнихъ мѣстъ Сибири.

Однако коммиссія о заводахъ, считавшая полезнымъ раздать казенные заводы въ частныя руки, находила невыгоднымъ для государства отдать Гороблагодатскіе заводы Шембергу; кромѣ другихъ къ тому неудобствъ, коммиссія полагала, что главнѣйшій горной частью, получивъ въ свое владѣніе заводы, «только будетъ рачить о своей партикулярной, а не государственной пользѣ». И коммиссія не ошиблась въ своемъ предположеніи.

Принимая на себя заводы, Шембергъ обѣщаль, во-первыхъ, учредить горную компанію для разработки рудъ, во-вторыхъ, за казенныя строенія и припасы при заводахъ заплатить въ казну деньги; но ни въ срокъ, ни послѣ не заплатилъ ни копейки. Компаніи тоже не учредилъ, но крайней мѣрѣ гласнаго компаньона у него во все время не было. Въмѣсто уплаты денегъ, Шембергъ-же получилъ изъ казны въ ссуду 50 тысячъ рублей, да кромѣ того екатеринбургская канцелярія получила еще предписаніе отъ бергъ-директоріума, отпускать по требованіямъ Шемберга, ежели понадобится, денегъ до *двадцати тысячъ рублей въ одинъ разъ.*

Кромѣ находившихся уже при заводахъ мастеровъ и работниковъ, написано было при Шембергѣ къ Гороблагодатскимъ заводамъ около трехъ тысячъ душъ крестьянъ. Управлявшіе заводами повѣренные Шемберга, нѣмцы Фогтъ (Voigt) и Блакенгагенъ считались въ государственной службѣ и получали отъ казны жалованье, подъ тѣмъ предлогомъ, что они составляли коммиссію для ревизіи казенныхъ заводовъ. Для веденія горныхъ и заводскихъ работъ посланы были на Гороблагодатскіе заводы штейгеры и мастера,

выписанные изъ Саксоніи для казенныхъ заводовъ, и до самаго пріѣзда на Кушву содержались на казенный счетъ.

При такихъ средствахъ можно было Шембергу вести дѣло. Гора Благодать начала дѣйтельно разрабатываться. Кушвинскій и Туринскій заводы окончены и пущены въ дѣйствіе. Саксонскіе мастера начали также разрабатывать и плавить мѣдныя руды, найденныя близъ Кушвинскаго завода еще во время казеннаго владѣнія.

Вѣдомостей о количествѣ руды, добытой въ это время изъ горы Благодать и выдѣланномъ чугунѣ и желѣзѣ, въ екатеринбургскомъ архивѣ нѣтъ. Только въ одномъ позднѣйшемъ (1745 г.) объясненіи Фохта, довѣреннаго Шемберга, сказано, что по 1742 годъ приготовлено желѣза и желѣзныхъ инструментовъ 71 736 пуд. и отлито чугушныхъ припасовъ 31 116 пуд. При обратномъ пріемѣ заводовъ въ казну, въ 1742 г., на горѣ Благодати находилось руды, добытой и приготовленной къ плавкѣ 160 тысячъ пудовъ.

По данному обязательству, Шембергъ, съ 1740 г., долженъ былъ, вмѣсто пошлины съ добываемыхъ металловъ, платить ежегодно въ казну по 6 тысячъ рублей; но денегъ этихъ онъ не платилъ. Равнымъ образомъ не платилъ онъ и подушныхъ за приписныхъ крестьянъ, какъ это слѣдовало бы по закону. Кроме того, ему продано было въ три раза, въ долгъ, казеннаго желѣза съ другихъ заводовъ 570 тысячъ пуд. Желѣзо это онъ продавалъ купцамъ за наличныя деньги, а въ казну за него все-таки ничего не отдалъ. Биронъ, съ такой беспощадной жестокостью взыскивавшій все казенныя недоимки, о недоимкахъ съ Шемберга какъ будто вовсе и не зналъ ничего. Впрочемъ оно иначе и быть не могло, такъ какъ самъ курляндскій герцогъ былъ пайщикомъ въ его заводахъ, хотя и не гласнымъ.

Въ сочиненіи своемъ: Лексиконъ Россійскій историческій, географическій, политическій и гражданскій, ч. I, стр. 145, Татищевъ говоритъ:

«Бергъ-Директоріумъ учрежденъ въ 1736 году, вмѣсто Бергъ-Коллегіи; когда герцогъ курляндскій Биронъ вознамѣрился оный великій государствен-  
«ный доходъ похитить, тогда онъ, призвавъ изъ Саксоніи Шемберга, ко-  
«торый хотя ни малаго знанія къ содержанію такихъ великихъ казенныхъ,  
«а паче желѣзныхъ заводовъ не имѣлъ и нигдѣ не видѣлъ, учинилъ его  
«генераломъ-бергъ-директоромъ съ полною властію, частію подчinya сенату.  
«Но потомъ видя, что сенатъ требуетъ о всемъ извѣстія и счета, а тайный  
«совѣтникъ Татищевъ, которому все сибирскіе заводы поручены были, пис-  
«менно все его худыя поступки и незнаніе представилъ; тогда оставя все  
«учиненныя о томъ комиссіи представленія, все (?) заводы подъ именемъ  
«Шемберга оному Бирону, съ нѣкоторыми темными и весьма казнѣ убыточ-  
«ными договоры, отдали».

По всей вѣроятности представленіе о *худыхъ поступкахъ* Шемберга, Татищевъ отправилъ въ кабинетъ изъ Оренбургскаго Края съ Хрущовымъ въ началѣ 1738 года. Однако въ екатеринбургскомъ архивѣ не сохранилось копій съ донесеній Татищева о горныхъ дѣлахъ, писанныхъ во время управленія имъ Оренбургскимъ Краемъ.

Но, идя противъ Шемберга, Татищевъ необходимо долженъ былъ возбудить гнѣвъ Бирона. И дѣйствительно, въ январѣ 1739 г. Татищевъ былъ потребованъ въ Петербургъ, куда и прибылъ въ началѣ марта. Здѣсь на него былъ уже поданъ доносъ отъ подчиненнаго ему по Оренбургской экспедиціи полковника, татарскаго мурзы Тевкелева, пріѣхавшаго раньше его въ Петербургъ. Къ этому присоединилось еще нѣсколько жалобъ: отъ казанскаго мѣднаго заводчика Иноземцова, отъ заводскаго комиссара Уятникова и проч. Татищевъ отрѣшенъ отъ начальства надъ Оренбургскимъ Краемъ и надъ горными заводами, а по дѣламъ его наряжена особая слѣдственная комиссія, продолжавшая свои дѣйствія все то время, пока Биронъ былъ въ силѣ. Что главнымъ виновникомъ отрѣшенія Татищева отъ должности былъ именно Биронъ, видно изъ письма, писаннаго къ нему дѣйствительнымъ тайнымъ совѣтникомъ графомъ М. Головкинымъ, вскорѣ по пріѣздѣ Татищева въ Петербургъ (11 марта, 1739 г.). Вотъ его содержаніе: «Свѣтлѣйшій герцогъ, «особливо мой милостивый патронъ! Предъ недавнимъ временемъ изволилъ ваша свѣтлость со мною говорить о Васильѣ Татищевѣ, о его «непорядкахъ, и притомъ изволили мнѣ предсказывать (приказывать?): «что къ тому пристойно, о томъ-бы надлежащимъ порядкомъ я представилъ... «И потому вашей свѣтлости приказу навѣдывался, какія его Василья «Татищева несправны, и развѣдалъ, что полковникъ Тевкелевъ вашей «свѣтлости о томъ доносилъ. Того для призывалъ я его полковника и «о всемъ обстоятельно выспросилъ» <sup>1)</sup> и проч. Значитъ Головкину поручено было отъ Бирона отыскать *какія-нибудь вины* за Татищевымъ. Вообще тонъ всего письма отнюдь не показываетъ, что графъ М. Г. Головкинъ былъ такимъ смѣлымъ противникомъ Бирона, какимъ выставляютъ его Терещенко въ своей книгѣ: *Опытъ обозрѣнія жизни сановниковъ, управлявшихъ иностранными дѣлами въ Россіи* (ч. III-я, стр. 135) и Бантышъ-Каменскій въ своемъ *Словарѣ достопамятныхъ людей Русской земли*. (ч. II-я, стр. 140).

Самъ Татищевъ въ своей челобитной отъ 22 января 1742 года говоритъ: «Въ прошломъ 1739 году по злобѣ на меня бывшаго герцога курляндскаго, «безъ всякаго суда и явнаго показанія вины, отрѣшенъ я отъ дѣлъ, и жа-

<sup>1)</sup> Вѣстн. Геогр. Общ. 1859, № 8.

«лованья по отправленіи меня сюда (въ Астрахань) чрезъ полтретья (2 съ половиной) года безвинно мнѣ не давали» <sup>1)</sup>.

Замѣчательно, что одной изъ причинъ ссоры Бирона съ Волынскимъ, окончившейся столь трагически для послѣдняго, были также дѣла Шемберга. Можетъ быть Волынской, находившейся въ хорошихъ отношеніяхъ съ Татищевымъ <sup>2)</sup>, и притомъ бывший другомъ и родственникомъ его товарища Хрущова, старался дать ходъ представленію Татищева относительно Шемберга и поддерживалъ мнѣніе комиссіи, чтобы Шембергу не отдавать горы Благодати и заводовъ.

Къ счастью для заводовъ, они не долго оставались въ рукахъ Шемберга. Съ паденіемъ Бирона прошли для него красные дни. Гора Благодать и Кушвинскіе заводы нѣкоторое время оставались еще во владеніи Шемберга, и онъ по прежнему оставался генераль-бергъ-директоромъ но во второй-же годъ царствованія императрицы Елисаветы Петровны его постигла невзгода. По указу отъ 7 апрѣля 1742 г. Генераль-бергъ-директоріумъ былъ уничтоженъ и возстановлена Бергъ-Коллегія; и въ тотъ-же самый день былъ подписанъ государыней указъ объ отобраніи отъ Шемберга рудниковъ и заводовъ обратно въ казну, не взыскивая съ него слѣдующихъ за нихъ денегъ. Вслѣдъ за тѣмъ съ него потребованы другіе казенные долги, весьма значительные; но такъ какъ онъ отъзывался, что ему печѣмъ платить, если онъ не получитъ обратно заводовъ, то его самого арестовали; за тѣмъ онъ былъ лишонъ чиновъ и ордена Св. Александра Невскаго. Впрочемъ въ 1745 году онъ былъ освобожденъ и уѣхалъ за границу, уплативъ въ казну 200 тысячъ рублей.

Татищевъ во второй части своего лексикона, на стр. 22, упоминаетъ, что Биронъ и Шембергъ въ два года своего грабительства на горныхъ заводахъ, похитили болѣе *четыресть-сотъ* тысячъ рублей.

Съ 1745 по 1753 годъ не было и помину о раздаче казенныхъ заводовъ. Въ 1753 году Строгоновы просили отдать имъ заводы Ягошихинскій, Мотовилихинскій и Юговской, построенные казной на ихъ вотчинныхъ земляхъ. Возникла объ этомъ переписка, наводились справки о стоимости заводовъ, о количествѣ приготовляемыхъ ими извѣлій и проч., но дѣло кончилось ничѣмъ.

Гораздо успѣшнѣе были искательства въ этомъ отношеніи графа Петра Ивановича Шувалова.

Будучи камеръ-юнкеромъ при дворѣ въ то время, когда Елисавета Петровна была еще великой княжной, и способствуя возведенію ея на престолъ, Шуваловъ оставался въ большой силѣ во все время ея царствованія. Значе-

<sup>1)</sup> Попова, *Татищевъ и его время*, стр. 290.

<sup>2)</sup> Тамъ-же, стр. 201.

ніе свое онъ поддерживалъ также и чрезъ посредство жены своей Мавры Егоровны, которая была задушевною пріятельницею императрицы. Завладѣвши монопольными правами на разные промыслы, умный и неутомимо дѣятельный, но вмѣстѣ съ тѣмъ и безконечно корыстолюбивый, графъ Петръ Ивановичъ обратилъ свое вниманіе и на горныя заводы. И въ маѣ 1754 г. изъ Бергъ-Коллегіи былъ посланъ въ канцелярію главнаго заводовъ правленія указъ, въ которомъ говорилось: «Сего мая 5 дня по указу изъ Правительствующаго «Сената велѣно Гороблагодатскіе казенные желѣзные заводы, называемые: Туринскій, Кушвинскій, Баранчинскій и вновь строящійся на рѣчкѣ Турѣ, съ «приписными къ тѣмъ заводамъ крестьянами, мастеровыми и работными «людьми и съ выплавленнымъ на тѣхъ заводахъ пылѣ имѣющимся чугуномъ «и сдѣланнымъ желѣзомъ, со взятіемъ какъ за употребленные на тѣ заводы «капиталъ, такъ и за наличное желѣзо и чугунъ, во что онъ тамъ обошелся, «указнаго числа денегъ, по силѣ бергъ-регламента 739 и Высочайшаго Ея «Императорскаго Величества 742 года апрѣля 1 числа указа, генералъ-ап-«шефу, дѣйствительному камергеру, лейбъ-компаніи подпоручику и кавалеру, «графу Петру Ивановичу Шувалову, *яко къ тому содержанію и размно-«женію оныхъ заводовъ надежной персонѣ*, отдать».

Кромѣ того и желѣзо, уже отправленное съ Гороблагодатскихъ заводовъ съ караваномъ и даже уже доставленное въ разные мѣста, но еще не проданное, велѣно было также отдать Шувалову по заводской цѣнѣ, съ приложеніемъ только издержекъ на провозъ.

Уплата денегъ за заводы и за готовые уже заводскія издѣлія расрочена Шувалову на десять лѣтъ, а между тѣмъ, по просьбѣ его, велѣно было выдать управляющему его сумму, ассигнованную уже изъ казны на годовичное содержаніе тѣхъ заводовъ. Такое начало мало подавало надежды на исправную уплату денегъ въ казну. И дѣйствительно, графъ Шуваловъ, до самой смерти своей (1762 г.) за заводы и за металлы не заплатилъ ни копѣйки.

Получивши заводы: Кушвинскій, Верхне-Туринскій, Нижне-Туринскій и Баранчинскій, Шуваловъ построилъ еще Серебрянскій заводъ на западномъ склонѣ Урала, недалеко отъ Чусовой и Воткинскій и Ижевскій заводы, оба близъ Камы. Постройкой завѣдывалъ горный офицеръ Москвинъ, кажется хорошій техникъ, перешедшій на службу къ Шувалову съ казенныхъ заводовъ.

Вмѣстѣ съ Гороблагодатскими заводами отдано было Шувалову 685 чело-  
вѣкъ мастеровыхъ и 3,500 душъ приписныхъ крестьянъ. Потомъ къ тѣмъ же заводамъ и къ вновь строящимся непрерывно приписывали еще крестьянъ, такъ что въ 1760 году при Шуваловскихъ заводахъ считалось приписныхъ крестьянъ уже болѣе *тридцати трехъ тысячъ душъ одного мужскаго пола!* Не смотря на это, управляющій Гороблагодатскими заводами жаловался тогда на недостатокъ крестьянъ, прибавляя наивно, что «многіе



въ заводскія работы располагаются изъ негодныхъ малолѣтнихъ, престарѣлыхъ и увѣчныхъ».

Не отставало отъ Шувалова и остальное вельможество времени Елисаветы Петровны. Въ 1756 г. стали просить также объ отдачѣ имъ казенныхъ заводовъ генералъ-поручикъ Иванъ Ларіоновичъ Воронцевъ, лейбъ-гвардіи измайловскаго полка секундъ-маіоръ А. Гурьевъ и дѣйствительный камергеръ Иванъ Григорьевичъ Чернышовъ. Вѣроятно по ихъ-то домогательству и рѣшено было все казенные Уральскіе заводы, кромѣ Екатеринбургскаго и Верхъ-Исетскаго, отдать въ партикулярное содержаніе. Вслѣдствіи этого постепенно отданы были (1757—1760): Юговскіе заводы, Верхній и Нижній, гр. Ивану Григорьевичу Чернышеву; Алапаевскій, Сныччихинскій и Сусанскій Александру Гурьеву; Сылвицскій и Уткинскій—дѣйствительному камергеру Сергѣю Ягужинскому; Ягошихинскій, Пыскорскій, Всеймскій и Мотовилихинскій—графу Михаилу Ларіоновичу Воронцову; брату его, генералъ-аншефу Роману Ларіоновичу сначала былъ назначенъ Каменскій заводъ, но онъ хлопоталъ о перемѣнѣ его на гораздо лучшей Верхъ-Исетскій, который вначалѣ и не предполагалось отчуждать отъ казны. Наконецъ три завода: Сысертскій, Полевской и Сиверскій, по какой-то игрѣ случая, попали въ руки не вельможи, а достались солекамскому солепромышленнику Турчанинову. Въ казнѣ остались только два завода: Екатеринбургскій и Каменскій, да золотые рудники Шилова, Исетскій и Березовскіе.

Большая часть всѣхъ этихъ заводовъ отдалы были не за тѣ суммы, которыхъ они стоили казнѣ, а съ уступкой по оцѣнкѣ, и должно сознаться что при этой оцѣнкѣ не очень хлопотали о выгодахъ казны. Знатныя лица, бывшія въ силѣ при дворѣ и получившія въ свои руки заводы, ни мало не думали о серьезныхъ промышленныхъ занятіяхъ. Они стремились только чрезъ посредство этихъ пріобрѣтеній упрочить за собой даромъ обширныя земли и тысячи крестьянъ и чрезъ то, можетъ быть, поправить на время свои денежные дѣла, разстроенныя тогдашней безмѣрно-роскошной жизнью при дворѣ. Само собою разумѣется, что такіе хозяева могли привести свои заводы только къ полнѣйшему разстройству.

Между тѣмъ въ этотъ промежутокъ времени, т. е. между 1754 и 1763 годами, дѣятельнѣе всего строились заводы. Въ эти восемь лѣтъ построено было на Уралѣ сорокъ два частныхъ завода. Германъ въ сочиненіи своемъ: «Die Wichtigkeit des russischen Bergbaues» называетъ это время самымъ блестящимъ періодомъ русскаго горнаго дѣла, принимая въ соображеніе только быстрое умноженіе заводовъ и вслѣдствіе того увеличеніе выдѣлки металловъ. Но онъ забываетъ, что увеличеніе это сопряжено было съ раззореніемъ и утѣсненіемъ многихъ тысячъ крестьянъ.

Новые вельможные заводовладѣльцы вовсе и не думали платить въ казну за свои пріобрѣтенія; до самаго вступленія на престолъ императрицы Екатерины II ни одинъ изъ нихъ даже и не приступалъ къ погашенію долга. По примѣру ихъ, и Турчаниновъ, хотя и не вельможа, не торопился уплачивать свой долгъ. Ему хотѣлось даже законнымъ путемъ избавиться отъ платежа части долга. Въ 1758 году онъ просилъ взять съ него деньги по оцѣнкѣ только за припасы, т. е. добытую руду, уголь, известь и проч., а плотины, фабрики и другія заводскія устройства, равно какъ и дома, лавки и инструменты, «изъ Высочайшей милости безденежно пожаловать», въ награжденіе за понесенные имъ убытки отъ уничтоженія его соляныхъ заводовъ. Ему и удалось было обработать это дѣльце: по представленію Бергъ-Коллегіи, Сенатъ опредѣлялъ поднести воплію согласный съ его желаніемъ докладъ государыни, и до времени не велѣлъ взыскивать съ Турчанинова денегъ за строенія. Но дѣло это замедлилось до самой кончины императрицы Елисаветы Петровны, а въ 1764 г., въ третій годъ царствованія императрицы Екатерины II, состоялся новый сенатскій указъ, которымъ предписывалось непремѣнно взыскать съ Турчанинова деньги не только за припасы, но и за строенія и за инструменты, такъ какъ по именному указу новой императрицы было повелѣно: «выбытые не въ силу законовъ государственные доходы стараться возвращать».

Какъ особенно назидательный примѣръ оцѣнки казенныхъ заводовъ въ то время, мы можемъ привести здѣсь слѣдующій фактъ: недалеко отъ Екатеринбургa находился упраздненный Елисаветскій, или Верхъ-Уктусскій желѣзодѣлательный заводъ. Въ 1755 г. Бергъ-Коллегія предписала екатеринбургской канцеляріи главнаго заводовъ правленія продать заводъ этотъ съ публичнаго торга «охочимъ людямъ, съ казенной прибылью». Были-ли публичные торги—неизвѣстно, но только заводъ этотъ, при которомъ существовала плотина, правда старая, но еще прочная, и «стоявшая казна многихъ тысячъ», какъ сказано въ донесеніи горнаго офицера Бахирева, осматривавшаго этотъ заводъ, была продана одному чиновнику за *восемьдесятъ пять рублей*. Черезъ нѣсколько времени заводъ этотъ перешелъ въ руки секретарю екатеринбургской канцеляріи главнаго заводовъ правленія, Порѣцкому, которому при этомъ отведена была 1 квадратная верста лѣсу, не смотря на то, что заводъ былъ упраздненный. На этой благопріобрѣтенной землѣ новый владѣлецъ завелъ хлѣбонашество, а при плотинѣ устроилъ мукомольную и пильную мельницы и кузницу, и сталъ подрижаться пилить лѣсъ для Уктусской золотопромышленной фабрики. Но въ 1764 г., по указу Бергъ-Коллегіи, мѣсто это снова взято въ казну.

Изъ всѣхъ отданныхъ въ частныя руки казенныхъ заводовъ только одни Сысертскіе, подъ управленіемъ хорошаго хозяина Турчанинова, жившаго на

самыхъ заводахъ; пришли въ лучшее, чѣмъ прежде, состояніе. Вельможи-же, получившіе заводы, желали только имѣть съ нихъ доходы, и между тѣмъ ни мало не заботились ни объ улучшеніи и поддержаніи заводскаго производства, ни объ участи рабочихъ. Да и не могли они заботиться обо всемъ этомъ, не имѣя ни малѣйшаго понятія о горномъ дѣлѣ и живя постоянно въ Москвѣ или Петербургѣ. Управление заводами предоставляли они приказкамъ, которые на первомъ планѣ имѣли свои собственные выгоды, не пренебрегая, для достиженія ихъ, никакими средствами. Къ заводамъ непрерывно, по ходатайству владѣльцевъ, приписывались тысячами государственные крестьяне, которые такимъ образомъ нѣзвольныхъ вдругъ попадали въ полнѣйшую зависимость заводовладѣльцевъ. Приписывали ихъ изъ мѣстъ часто отдаленныхъ отъ заводовъ, верстъ за 400 и болѣе, и притомъ часто не цѣлыми семеніями, а семействами на выборъ, выбирая тѣ, въ которыхъ было болѣе годныхъ рабочихъ; да и изъ этихъ-то рабочихъ людей не всѣ показывались годными къ работѣ. Это послѣднее дѣлалось для того, чтобы имѣть возможность приписывать сколь возможно болѣе крестьянъ. Многіе крестьяне-земледѣльцы были покупаемы заводчиками отъ помѣщиковъ, и принуждены были переселяться въ дальній, тогда еще полудикій край, съ суровымъ климатомъ и бесплодной почвой, гдѣ они должны были приниматься за тяжкія, непривычныя для нихъ работы.

Положеніе всѣхъ этихъ крестьянъ становилось часъ отъ часу хуже изъ нихъ годные къ работѣ должны были зарабатывать на заводахъ подушный окладъ и за себя и за другихъ—негодныхъ, т. е. малолѣтнихъ, большихъ и дряхлыхъ; на проходѣ отъ жилищъ своихъ до завода имъ приходилось употреблять много времени; ежедневные уроки были паложены столь большіе, что ихъ невозможно было выполнять; государственныя подати увеличились, а рабочій день цѣнился прежней цѣной. Оттого крестьяне, трудясь изъ всѣхъ силъ, не могли однакожь зарабатывать даже только всей подушной подати и оставались постоянно въ неоплатимомъ долгу у заводчиковъ. Притомъ, въ противность прежнимъ узаконеніямъ, ихъ заставляли работать на заводахъ не урочное число дней, а сколько было угодно заводоуправленію. Заниматься для себя земледѣльческими работами дома имъ было уже окончательно пѣкогда. Весьма естественнымъ слѣдствіемъ такого положенія было полнѣйшее разстройство ихъ хозяйствъ. Канцелярія Главнаго заводовъ Правленія, не имѣвшая уже въ это время и тѣни того значенія и достоинства, какъ при Татищевѣ, не думала заступаться за крестьянъ. Да впрочемъ и что могли-бы сдѣлать, даже при всей доброй волѣ, незнатные и малочинные члены канцеляріи противъ интересовъ такихъ людей какъ Шуваловы, Воронцовы и проч., которымъ угождали и Бергъ-Коллегія и даже самый Сенатъ?

Вскорѣ послѣ восшествія на престолъ императрицы Екатерины II разнеслись между крестьянами слухи, что ихъ хотятъ освободить отъ зависимости заводовъ. Въ 1762 г. одинъ казанскій дьячекъ, да приписной къ Шуваловскимъ заводамъ крестьянинъ составили подложный манифестъ о томъ, что крестьяне отбираются отъ заводовъ и дѣлаются по прежнему государственными. Манифестъ этотъ во множествѣ копій разошелся по народу.

Осенью 1762 г. въ Петербургѣ получено извѣстie, что крестьяне, приписанные къ заводамъ Шувалова, не идутъ на работы и не допускаютъ въ свои селенія посланныхъ къ нимъ отъ мѣстныхъ начальствъ лицъ. Въ началѣ 1763 г. крестьяне Соликамскаго и Чердынскаго уѣздовъ, приписанные къ Юговскимъ заводамъ гр. Чернышева, объявили рѣшительно, что они готовы платить подати въ Соликамскую и воеводскую канцелярiю, а работать на заводы не пойдутъ. Подобное-же неповиновенiе обнаружилось вскорѣ и въ другихъ мѣстахъ. Дѣло принимало весьма сорьозный оборотъ. Весной 1763 г. императрица отправила на заводы «для приведенiя крестьянъ въ надлежащее подобострастiе» генераль-квартирмейстера князя Вяземскаго съ военной командой. Вмѣстѣ съ тѣмъ ему поручено было также изслѣдовать и самыя причины безпорядковъ.

Князь Александръ Алексѣевичъ Вяземскiй, бывший потомъ долго генераль-прокуроромъ и государственнымъ казначеемъ, одинъ изъ умѣйшихъ государственныхъ сановниковъ времени Екатерины II, умѣлъ успѣшно выполнить возложенное на него порученiе, не прибѣгая ни къ какимъ строгимъ мѣрамъ. По благоразумнымъ его внушенiямъ крестьяне добровольно возвратились къ повиновенiю и пошли на работы. Вмѣстѣ съ тѣмъ онъ обратилъ особенное вниманiе на положенiе крестьянъ, приписанныхъ къ Ижевскому и Воткинскому заводамъ гр. Шувалова, между которыми прежде всего началось волненiе, и нашелъ, что болѣе всего въ этомъ дѣлѣ было виновато само заводоуправленiе, притѣснявшее крестьянъ <sup>1)</sup>. Тотчасъ-же составилъ онъ для этихъ заводовъ правила объ употребленiи крестьянъ въ работу, облегчившiя нѣсколько положенiе этихъ послѣднихъ. Правила эти были утверждены императрицей и *рекомендованы* ею, однако не *предписаны*, въ руководство и другимъ заводчикамъ, которымъ внушалось, что «польза ихъ самихъ требуетъ, чтобы крестьяне, приписанные къ заводамъ, раззорены не были». Вмѣстѣ съ этимъ указомъ, послѣдовавшимъ 9 апрѣля 1763 года, Екатерина подтвердила и указъ Петра III отъ 29 марта 1762 г., которымъ запрещалась покупка помѣщичьихъ крестьянъ къ заводамъ. Въ то-же время и приписка государственныхъ крестьянъ къ заводамъ также прекращена. Все это вмѣстѣ имѣло послѣдствiемъ уменьшенiе вновь строящихся заводовъ.

<sup>1)</sup> Замѣчательно, что между крестьянами, приписанные къ казеннымъ заводамъ, не было въ то время никакихъ безпорядковъ: значить положенiе ихъ было лучше.

Однако, не смотря на всё внушенія со стороны правительства, заводчики мало заботились объ улучшеніи быта своихъ крестьянъ, даже около 1770 г., по свидѣтельству ученыхъ путешественниковъ Палласа и Лепехина, положеніе подзаводскихъ крестьянъ было самое жалкое. Послѣдствія этого положенія извѣстны... Безъ ихъ содѣйствія пугачевскій бунтъ никогда-бы не могъ принять такихъ страшныхъ размѣровъ... Подзаводскіе крестьяне встрѣчали отряды самозванца съ хлѣбомъ и солью и становились въ ряды его ополченій, а заводскіе мастера лили ему пушки и ядра.

Вельможные заводовладѣльцы недолго впрочемъ пользовались заводами. Главный виновникъ этого грабежа, графъ П. И. Шуваловъ умеръ въ 1762 г., оставивъ послѣ себя казенныхъ долговъ 680.420 рублей, и указомъ императрицы Екатерины II, 1764 г., повелѣно было, вмѣсто этого долга, взять у сына Шувалова Гороблагодатскіе заводы обратно въ казну.

Въ 1770 г. пріобрѣтены въ казну за 430.000 руб. Юговскіе заводы, а черезъ 11 лѣтъ послѣ того поступили въ казну и воронцовскіе заводы.

Изъ всѣхъ, получившихъ заводы, одинъ Турчаниновъ умѣлъ управиться съ своимъ пріобрѣтеніемъ и поставить свои заводы въ хорошее положеніе. Заводамъ-же Гурьева, Ягужинскаго и Романа Воронцова, вѣроятно тоже предстояла участь быть отобранными обратно въ казну, если-бы на ихъ счастье не явилось въ это время новое лицо, которому суждено было стать основателемъ одной изъ нашихъ знаменитыхъ горнозаводскихъ фирмъ. Этимъ новымъ дѣятелемъ былъ Савва Яковлевъ, капиталистъ, коллежскій ассессоръ, который въ короткое время пріобрѣлъ себѣ 15 заводовъ, 5 построилъ вновь и всё ихъ поставилъ въ такое положеніе, что они и до сихъ поръ представляютъ собой одно изъ наиболѣе благоустроенныхъ горнозаводскихъ имѣній.

Обратнымъ переходомъ заводовъ въ казну совершился послѣдній крутой переворотъ въ нашемъ уральскомъ горнозаводствѣ. Правительство и нѣсколько частныхъ людей раздѣлили тогда между собою все огромное пространство уральской области, и, закрѣпивъ за собой почти всё извѣстные тогда тамъ рудники, всё лѣса и огромное крѣпостное населеніе, располагали ими на помѣщичьемъ правѣ, отстранивъ отъ себя даже возможность иностранной конкуренціи абсолютнымъ запрещеніемъ иностраннаго привоза чугуна и желѣза.

Послѣ вышеприведенной возмутительной картины заводскаго дѣйствія на Уралѣ, намъ въ высшей степени пріятно указать читателямъ на скромнаго и честнаго дѣятеля, явившагося въ то время въ Оренбургскомъ краѣ. Въ то время, какъ другіе частные заводчики обратили чуть-ли не въ законъ даровое пріобрѣтеніе казенныхъ заводовъ и возмутительнѣйшую эксплуатацію за даромъ приписанныхъ и постоянно приписываемыхъ къ нимъ государственныхъ крестьянъ, человекъ этотъ основалъ и продолжалъ заводское дѣйствіе безъ всякихъ ссудъ отъ казны, строилъ самъ заводы и пускалъ ихъ въ

дѣйствіе вольнонаемными рабочими или купленными имъ по праву заводо-владѣльца людьми, безъ всякой приписки государственныхъ крестьянъ. Мы говоримъ здѣсь о Иванѣ Борисовичѣ Твердышовѣ.

Иванъ Борисовичъ началъ свое промышленное поприще съ торговли мясомъ въ мѣщанскомъ сословіи, и, продолжая торговлю дѣятельно и успѣшно, сдѣлался купцомъ и жилъ въ Сибирскѣ, пользуясь всеобщимъ уваженіемъ. Тогдашній начальникъ Оренбургскаго края, тайный совѣтникъ Неплюевъ, обратилъ вниманіе на Твердышова и предложилъ ему взять на себя подрядъ на поставку въ Оренбургъ провіанта, который и былъ имъ выполненъ съ полнѣйшею добросовѣстностью и знаніемъ дѣла.

Должно замѣтить, что за долго до этого времени въ Оренбургскомъ краѣ уже были открыты весьма многія мѣсторожденія мѣдныхъ рудъ и даже былъ построенъ, при статскомъ совѣтникѣ Кириловѣ, въ промежутокъ времени отъ 1734—1737 г., мѣдиплавильный заводъ близъ города Табыска; но выплавлялась или нѣтъ мѣдь на немъ когда-нибудь—съ достовѣрностью сказать нельзя. Извѣстно только, что векоръ заводская плотина сгорѣла.

Удачное окончаніе подряда, хорошее знакомство съ мѣстными условіями вышепоименованнаго завода, данная городу Оренбургу 17 іюня 1734 г. привиллегія, въ силу которой повелѣно было размножать желѣзные и мѣдные заводы въ Оренбургской губерніи только частнымъ людямъ, и наконецъ изданіе нѣсколькихъ сенатскихъ указовъ, которыми подтверждались разныя привилегіи и льготы, дарованныя частнымъ заводо-владѣльцамъ еще Петромъ Великимъ и распространяемыя впоследствии его преемниками, возбудили въ Твердышовѣ мысль заняться горною промышленностью.

Узнавъ о бездѣйственномъ положеніи мѣдиплавильнаго завода и о бесполезности его для казны, Твердышовъ, бытъ можетъ по намегу самой администраціи, подалъ въ 1743 г. прошеніе генералъ-губернатору края, тайному совѣтнику и кавалеру Неплюеву объ уступкѣ ему всего казеннаго завода со всеми принадлежащими къ нему рудниками, обязуясь дѣйствовать на семъ заводѣ на основаніи изданныхъ до того времени горныхъ установленій, бергъ-привиллегіи и бергъ-регламента.

За годъ передъ этимъ, т. е. въ 1742 г., о томъ-же самомъ просилъ администрацію края и Акинфій Никитовичъ Демидовъ, который даже уже посылалъ туда своихъ рабочихъ людей съ тагильскихъ заводовъ для прискачанія удобныхъ мѣстъ подъ постройку заводовъ. Но только ходатайство его было отклонено, и тайный совѣтникъ Неплюевъ и бригадиръ Аксаковъ представили донесеніе въ сенатъ объ отдачѣ въ частныя руки «заведеннаго и бывшаго при ст. сов. Кириловѣ въ Уфимской провинціи при городѣ Табынскѣ негоднаго мѣднаго завода, обгорѣлой плотины, казенныхъ тамошнихъ рудниковъ и прочихъ къ тому принадлежностей». Сенатъ препроводилъ до-

несеніе это на заключеніе Бергъ-Коллегіи, которая, рассмотрѣвъ его, сдѣлала согласно съ нимъ, опредѣленіе, на основаніи котораго и состоялся сенатскій указъ отъ 16 апрѣля 1744 г.

Въ указѣ этомъ говорилось, что «для лучшаго содержанія и размноженія заводовъ и фабрикъ въ Уфимской провинціи и во всей Башкиріи обрѣтенныя руды и которыя впредь найдены будутъ полезно разсуждается отдавать по горнымъ регуламъ въ партикулярное содержаніе на означенныхъ въ томъ опредѣленіи кондиціяхъ, и къ тѣмъ казеннымъ рудникамъ и полезному произведенію явился и представляется охотникъ симбирскій купецъ Иванъ Твердышевъ, который ко изысканію рудъ ревность показываетъ, и въ нѣкоторыхъ мѣстахъ чрезъ стараніе свое новые рудные признаки обыскалъ, и ревнуя дѣйствительному того завода произведенію проситъ, чтобы ему оныя отданы были». Но такъ какъ, по содержанію Бергъ-регламента такимъ людямъ и повелѣвалось отдавать преимущества предъ другими, снабжая ихъ даже, въ случаѣ нужды, и деньгами, «а онъ Твердышовъ, не требуя того, обязуется за издержанные на произведенные бывшего табынскаго завода расходы пятьсотъ шестьдесятъ пять рублей семьдесятъ девять копѣекъ и три четверти, кои втуиѣ пропадаютъ, заплатить», то и рѣшено было отдать ему эти заводы, предпочтительно передъ дѣйств. статск. совѣтникомъ Акипсіемъ Демидовымъ и табынскимъ солянымъ промышленникомъ Петромъ Осокинымъ, которые также ходатайствовали о дарованіи имъ этого завода. Дѣлалось-же это предпочтеніе во первыхъ по ходатайству оренбургской комиссіи, а во вторыхъ потому, что Твердышовъ, въ подрядѣ на провіантъ въ 1744 г. для оренбургской комиссіи, уступилъ болѣе двадцати одной тысячи рублей противъ цѣнъ, которыя были установлены казенною губернской канцеляріею и пресрождены ею въ оренбургскую комиссію. Твердышовъ рѣшился на эту уступку, какъ говорилось въ томъ-же сенатскомъ указѣ, «въ надеждѣ Ея Императорскаго Величества Высочайшей милости, и что онъ затѣмъ требуемыхъ къ построенію того завода позволеніемъ награжденъ останется.» Далѣе тѣмъ-же указомъ подтверждалось и остальнымъ желающимъ розыскивать въ Оренбургскомъ краѣ и башкирскихъ земляхъ различные рудныя мѣсторожденія и строить заводы, донося объ этомъ въ Бергъ-Коллегію, которая по этимъ дѣламъ «во всемъ Россійскомъ государствѣ единымъ судіею учреждена».

Такимъ образомъ заводъ этотъ и достался Твердышову, который въ 1745 г. построилъ новый заводъ Воскресенскій о семи мѣдиплавильныхъ печахъ. Вскорѣ послѣ устройства первыхъ заводовъ онъ принялъ въ компанію зятя своего, также симбирскаго купца Ивана Мяшикова, а впоследствии и своего брата Якова Твердышова. Въ 1752 г. основали они Богоявленскій, а въ 1753 г. Архангельскій мѣдиплавильные заводы. Отыскавъ въ это же

время мѣсторожденія желѣзныхъ рудъ, они обратились къ мѣстному начальству съ просьбою о разрѣшеніи имъ построить желѣзные заводы, при чемъ въ особенности, какъ на самое благонадежное мѣсторожденіе указывали они на находящееся за Яикомъ рѣкою (Ураломъ), въ горѣ, именуемой Атачи, гдѣ находилась прекрасныхъ качествъ магнитная руда. Они указывали также, что къ построению чугуноплавленного завода отыскана ими внутри Башкиріи рѣчка Авзянъ, а къ построению молотовой фабрики р. Тирлянъ, которая обѣ впадаютъ въ Бѣлую. На основаніи этой просьбы оренбургская губернская канцелярія 27 октября 1752 г. разрѣшила построить имъ желѣзный заводъ на р. Авзянѣ, а въ 1759 г. и другой заводъ на р. Тирлянѣ. Этотъ послѣдній, по маловодію рѣки, былъ въ 1762 г. перенесенъ на р. Бѣлую, отчего и названъ Бѣлорѣцкимъ.

Всѣ эти заводы продолжали свое дѣйствіе весьма успѣшно, не смотря на возобновляющіеся нѣсколько разъ башкирскіе бунты. Противъ нихъ, съ разрѣшенія правительства, Твердышовъ укрѣпилъ свои заводы и снабдилъ ихъ пушками и снарядами. Въ указѣ Бергъ-Коллегіи отъ 7 мая 1758 г. исчислены всѣ заслуги Твердышова съ компаньонами, «яко первыхъ фундаменторовъ заводовъ внутри самой Башкиріи». Ивану Твердышову и Ивану Мясникову пожалованы чины коллежскихъ ассессоровъ, и кромѣ того имъ, равно какъ и Якову Твердышову, по выключеніи съ дѣтьми изъ подушнаго оклада, дано довольно странное разрѣшеніе «именоваться директорами своихъ заводовъ».

По примѣру Твердышова и другіе капиталисты пустились въ заводскую промышленность въ Оренбургскомъ краѣ. Такъ въ 1751 г. Мосоловъ построилъ Златоустовскій желѣзный заводъ; въ 1757 г. симбирскій купецъ Матвѣй Семеновъ Мясниковъ построилъ Благовѣщенскій мѣдиоплавленный заводъ; въ 1759 г. тотъ-же Мясниковъ, въ компаніи съ сызранскимъ купцомъ Яковомъ Семеновымъ Петровымъ, построили Симскій заводъ. Въ это-же время, по ходатайству Неплюева, въ Оренбургѣ было учреждено особое горное начальство.

При учрежденіи губерній въ 1783 г. пробовали было передать управленіе горными заводами по губерніямъ, въ вѣдомства губернаторовъ и казенныхъ палатъ, а вѣдомости о металлахъ и отчеты велѣно было представлять въ экспедицію о государственныхъ доходахъ, гдѣ была учреждена особая горная экспедиція. Но вице-губернаторы и совѣтники казенныхъ палатъ оказались уже слишкомъ дурными горнопромышленниками; заводы разрушались быстро, и въ 1796 г. снова была восстановлена Бергъ-Коллегія. Но такъ какъ заводское дѣйствіе приняло тѣмъ временемъ уже довольно значительные размѣры, то и совѣщательное собраніе, Бергъ-Коллегія, удаленное отъ заводовъ на 2500 верстъ, не могло уже быть хорошимъ орудіемъ исполнитель-



ной власти, необходимо долженствующей соединять въ себѣ инициативу и ответственность, а потому бергъ-коллегія снова была закрыта и съ 1806 г. была введена особая организація горнаго управленія на основаніяхъ проекта горнаго положенія. По этому проекту центральное управленіе горною частью сосредоточивалось въ министерствѣ финансовъ по департаменту горному, который раздѣлялся на горную экспедицію и горный совѣтъ. На мѣстѣ заводскаго дѣйствія разрѣшающая и покровительствующая власть надъ горными заводами казенными и частными сосредоточивалась въ рукахъ мѣтнаго генералъ-губернатора, подъ которымъ, для хозяйственнаго распоряженія заводами, было учреждено горное правленіе, подъ предсѣдательствомъ назначавшагося высочайшею властью бергъ-инспектора. Затѣмъ казенные заводы были раздѣлены на округа и каждый округъ ввѣренъ распоряженію особаго горнаго начальника, а управленіе частными заводами предоставлялось самимъ заводо-владѣльцамъ, при наблюденіи правительства за своевременнымъ поступленіемъ установленныхъ горныхъ податей и за правильнымъ употребленіемъ данныхъ отъ казны пособій. Это наблюденіе производилось посредствомъ заводскихъ исправниковъ, опредѣляемыхъ горнымъ правленіемъ, съ утвержденія генералъ-губернатора.

Въ 1826 г. вмѣсто прежняго генералъ-губернатора, вліяніе котораго на заводы было весьма неопредѣленно, назначили особаго главнаго начальника, какъ общаго хозяина заводовъ и тогда-же приступлено было къ изданію для Уральскихъ заводовъ штатовъ, которыми съ большими подробностями опредѣлялось: 1) обширность дѣйствія каждаго завода или рудника; 2) число рабочихъ людей и опредѣленный урокъ каждой работѣ; 3) задѣльная плата за каждое издѣліе и 4) количество и цѣна матеріаловъ, потребляемыхъ при выплавкѣ металловъ и обработкѣ издѣлій. Штаты эти окончательно были введены на Уральскихъ заводахъ въ 1829 г. и, хотя въ 1847 г. они были пересмотрѣны и нѣсколько измѣнены, въ главныхъ своихъ основаніяхъ продолжали существовать до 19 февраля 1861 года.

Въ то время, какъ обязательность труда повсемѣстно въ Европѣ была уже признана невыгодною для всѣхъ видовъ промышленнаго дѣйствія, когда ограниченныя человѣческія силы повсюду замѣнились машинами, наши заводы все еще всю свою производительность основывали единственно на крѣпостныхъ работникахъ, упорно удаляя отъ себя всякую мысль о неизбежности уничтоженія крѣпостнаго права. Въ этомъ несчастномъ настроеніи были еще наши заводы и въ тотъ моментъ, когда прогремѣло надъ ними христіанское слово февральскаго манифеста. Какъ ни долго подготавливалась уже эта реформа среди нашего общества, какъ ни пламенно желали ее всѣ русскіе, — на заводахъ она совершилась какъ-бы совершенно неожиданно и нарушила весь строй заводскаго дѣйствія, который еще и до настоящаго времени не вполне восстановленъ.

И такъ, прослѣдя въ общихъ чертахъ исторію нашихъ горныхъ заводовъ, мы видимъ, что мало пришлось новыхъ дней на долю нашей горнозаводской промышленности; а если къ тому мы еще припомнимъ то недовѣріе и даже въ нѣкоторыхъ случаяхъ недоброжелательство, съ которымъ еще такъ недавно относились къ нашимъ заводамъ весьма многіе изъ нашихъ потребителей желѣза, то намъ станетъ вполне понятна причина нашей отсталости отъ другихъ государствъ, въ желѣзномъ дѣлѣ. Но нѣтъ сомнѣнія, что застои, который мы видимъ теперь, весьма непродолжительны. Ужъ и теперь мало по малу созрѣваетъ въ нашемъ обществѣ убѣжденіе, что мы вовсе не имѣемъ большой надобности непрерывно прибѣгать къ иностранному пособію, относительно желѣзныхъ издѣлій, но можемъ ихъ съ тѣми-же прекрасными качествами, а можетъ быть даже и еще лучше, получить у себя дома. Произведенія многихъ изъ нашихъ заводовъ въ послѣднее время достаточно уже убѣдили всѣхъ въ возможности выдѣлки у насъ и броненосныхъ судовъ, и локомотивовъ, и рельсовъ <sup>1)</sup> безъ всякаго посредничества со стороны иностранцевъ. Возрастающія съ каждымъ днемъ требованія увеличатъ производство, а богатѣйшія залежи рудъ и каменнаго угля дадутъ возможность на долгое время не ослаблять размѣровъ этой отрасли промышленности. Въ то время какъ Англія съ ужасомъ смотритъ на уменьшающіеся съ каждымъ днемъ запасы ея каменнаго угля, въ Россіи не перестаютъ открывать одно за другимъ богатѣйшія мѣсторожденія этого горючаго матеріала. Это обстоятельство, вмѣстѣ съ другими, нѣтъ сомнѣнія, ускоритъ водвореніе у насъ выплавки чугуна на коксѣ, что, въ свою очередь, дастъ Россіи возможность даже въ весьма непродолжительномъ времени не только что стать на ряду съ первенствующими по желѣзной промышленности государствами, но даже и опередить многіе изъ нихъ.

---

<sup>1)</sup> Считаемо совершенно лишнимъ привести здѣсь слѣдующій фактъ: 16 октября 1868 г. на заводѣ Н. И. Путилова было произведено сравнительное испытаніе иностранныхъ рельсовъ и рельсовъ, выдѣланныхъ на только что поименованномъ нами заводѣ. При этомъ испытаніи, бельгійскій рельсъ раскололся на двое отъ удара 32-хъ пудовой бабы, падающей съ высоты полутора футовъ; англійскіе рельсы переламывались ударомъ той-же бабы, падающей съ высоты трехъ и пяти фут. Путиловскіе-же рельсы выдержали слѣдующія испытанія: первый рельсъ, на который налетѣла та-же 32-хъ пудовая баба съ высоты 19 фут. вовсе не разбился; когда-же его повернули другой стороной, то онъ переломился тѣмъ-же ударомъ съ 19 фут. высоты, обнаруживъ великолѣпнѣйшій изломъ. На второй рельсъ, первый ударъ бабы съ 19 фут. высоты не произвелъ впечатлѣнія; когда его перевернули другой стороной, то и новый такой-же ударъ остался безъ послѣдствій. При новомъ поворотѣ, онъ выдержалъ еще четыре удара съ той-же высоты и при этомъ только погнулся. Когда-же въ слѣдъ за нимъ онъ еще разъ былъ повернутъ, то новый такой-же ударъ разбилъ его.

# КНИГА I.

## ФИЗИЧЕСКІЯ СВОЙСТВА.

Совершенно чистое желѣзо въ слитномъ видѣ еще очень мало изслѣдовано. Очень многіе сорта обыкновеннаго желѣза хотя и подходятъ весьма близко къ химически чистому, но тѣмъ не менѣе все-таки содержатъ въ себѣ различныя постороннія вещества. Порошокъ химически чистаго желѣза, полученный чрезъ прокаливаніе желѣзной окиси въ струѣ водорода, имѣетъ тусклый, сѣрый цвѣтъ; но при трѣніи твердымъ тѣломъ немедленно принимаетъ металлическій блескъ. По Пеллго, хлористое желѣзо, при нагреваніи въ атмосферѣ водорода, восстанавливается весьма легко; въ этомъ случаѣ металлъ получается плотнымъ, ковкимъ, волокнистаго сложенія и бѣлаго цвѣта, почти такого-же какъ серебро <sup>1)</sup>. Берцелиусъ даетъ слѣдующій способъ для приготовления химически-чистаго желѣза изъ обыкновеннаго продажнаго: желѣзныя стружки или опилки смѣшиваютъ съ  $\frac{1}{3}$  ч. по вѣсу желѣзной окиси, засыпаютъ въ гессенскій тигель и покрываютъ сверху толченымъ стекломъ, не содержащимъ въ себѣ никакихъ металлическихъ примѣсей. За тѣмъ тигель закрываютъ крышкой, которую тщательно примазываютъ глиной, и прокалываютъ втеченіи часа въ кузнечномъ горну. Полученное при этомъ желѣзо по цвѣту приближается къ серебру; оно въ высшей степени вязко, несравненно мягче обыкновеннаго полосоваго желѣза; изломъ его раковистый, иногда кристаллическій <sup>2)</sup>. Повторяя опыты Берцелиуса, д-ръ Перси прокалывалъ въ тиглѣ подъ покрывной толснаго стекла кусочки тонкой желѣзной проволоки. При этомъ на днѣ тигля получался совершенно сплавленный королекъ, который, будучи по срединѣ надрѣзанъ и за тѣмъ переломленъ, имѣлъ кристаллическій изломъ сѣровато-бѣлаго цвѣта; самъ по себѣ королекъ этотъ былъ вязокъ и обладалъ замѣчательною мягкостью. Часть этого королька, будучи прокована, при плющеніи въ холодномъ состояніи въ тонкіе листы, давала по краямъ зазубренки. Относительный вѣсъ этого желѣза передъ плю-

<sup>1)</sup> Berzélius, *Rapp. ann.*, 3-e année, trad. par Plantamour, p. 76, 1843.

<sup>2)</sup> Berzélius, *Traité*, t. II, p. 653.

щениемъ былъ 7.8707, а послѣ плющенія—7.865. Нѣтъ сомнѣнія, что это не было химически-чистое желѣзо, потому что водородъ, который отдѣлялся при раствореніи его въ соляной и слабой сѣрной кислотахъ, отдѣлялъ не-пріятный запахъ. Разница въ удѣльномъ вѣсѣ различныхъ сортовъ желѣза была замѣчена также Бролингомъ, по изслѣдованіямъ котораго оказалось, что полосовое желѣзо, имѣющее удѣльный вѣсѣ 7.8439, послѣ плющенія въ тонкіе листы, измѣнило его въ 7.6, а будучи вытянуто въ проволоку, имѣющую 0.75 линіи въ діаметръ, оно приобрѣло удѣльный вѣсѣ = 7.75 <sup>1)</sup>). По мнѣнію Берцеліуса, эта разница въ удѣльномъ вѣсѣ зависитъ единственно отъ механической обработки желѣза послѣ его полученія. Подобныя-же явленія можно замѣтить и въ мѣди. Самый удобный способъ получить химически-чистое желѣзо въ сплошномъ видѣ состоитъ въ осажденіи его изъ растворовъ гальваническимъ токомъ, и богатыхъ результатовъ достигъ при подобныхъ опытахъ Гейнрихъ Брандбюри, который для этой цѣли употреблялъ растворъ хлористаго желѣза съ нашатыремъ и собиралъ осадокъ на мѣдныхъ пластинки <sup>2)</sup>). Желѣзо садилось блестящимъ тонкимъ и весьма плотнымъ слоемъ. При надлежащемъ веденіи опыта, полученный слой весьма легко отстаетъ отъ мѣдныхъ пластинокъ и обладаетъ замѣчательнымъ блескомъ. При обыкновенной температурѣ, хлористоводородная и слабая сѣрная кислоты дѣйствуютъ на него весьма слабо; но при легкомъ нагреваніи отдѣляется водородъ, не имѣющій ни малѣйшаго запаха. По свидѣтельству Барруэли, осажденное гальваническимъ токомъ желѣзо сохранялось въ продолженіи нѣсколькихъ лѣтъ въ шкафу, гдѣ постоянно отдѣлялись кислотные пары, и при этомъ на поверхности его не было замѣчено даже и слѣдовъ ржавчины <sup>3)</sup>).

По изслѣдованіямъ Перси, осажденное гальваническимъ токомъ желѣзо быстро ржавѣетъ на влажномъ воздухѣ. По мнѣнію Матисена, оно проводитъ электричество лучше, нежели всѣ сорта продажнаго желѣза. Оно принимаетъ превосходную политуру и при этомъ имѣетъ сѣровато-бѣлый цвѣтъ. Удѣльный вѣсѣ его 8.1393. Эта цифра, по опредѣленію Смита, наиболѣе точная, хотя въ другихъ образцахъ удѣльный вѣсѣ и колеблется между 7.9405 и 8.107. Кусокъ, давшій 8.1393 имѣлъ въ длину съ небольшимъ одинъ дюймъ и три четверти д. въ ширину; на воздухѣ онъ вѣсилъ 0.39 гр., а въ водѣ—0,33 гр. Его кипятили полтора часа въ водѣ, гдѣ охладили и затѣмъ самымъ точнымъ образомъ взвѣсили при температурѣ 15.5° Ц. Ковкость осажденного гальваническимъ путемъ желѣза не уменьшается при быстромъ охлажденіи послѣ накаливанія. Пластинки его, накаленные до

<sup>(1)</sup> Berzelius, Traité, t. II, p. 656.

<sup>(2)</sup> Spécification, A. D. 1838, № 667.

<sup>(3)</sup> Traité de Chimie technique, etc. Paris, t. III, p. 21; 1857.

красна и погруженныя въ ртуть, не теряли гибкости и не становились тверже, между тѣмъ какъ при цѣломъ рядѣ подобныхъ опытовъ надъ самыми тонкими листами обыкновеннаго продажнаго желѣза, только одинъ образчикъ не твердѣлъ замѣтно.

Желѣзо осаждается гальваническимъ путемъ изъ растворовъ солей закиси, какъ напр. однохлористаго или сѣрнокислаго желѣза. Въ присутствіи хлористаго аммонія металлъ осаждается съ гладкой, блестящей, сталевидной поверхностью. При слишкомъ сильномъ токъ отдѣляется большое количество водорода, и осаждающійся металлъ, хотя и имѣетъ значительную плотность, кажется пористымъ и губчатымъ. Если его, промывъ водой, сушить на ѣдкомъ кали, то онъ отдѣляетъ отъ себя продолжительное время амміачный запахъ; при накаиваніи, этотъ запахъ усиливается, а потомъ пропадаетъ. При кипяченіи въ водѣ осажденнаго, порошкообразнаго металла отдѣляется большое количество водорода. По мнѣнію Мейдингера, осажденное гальваническимъ токомъ желѣзо содержитъ въ себѣ нѣкоторое количество азота, съ которымъ оно и образуетъ сталевидный сплавъ. Въ одномъ образчикѣ осажденнаго желѣза, отдѣлявшемъ сильный амміачный запахъ, онъ открылъ 1.5 проц. аммонія. Крамеръ нашелъ 1.49 проц. азота въ подобномъ-же осадкѣ. По наружнымъ свойствамъ это желѣзо весьма походило на желѣзную проволоку, которую подвергали въ краснокальномъ жару дѣйствию струи амміака <sup>1)</sup>. Все это быть можетъ и совершенно справедливо, но и тѣмъ не менѣе требуетъ еще подтвержденія.

*Кристаллизациія.*—Кристаллы желѣза принадлежатъ къ правильной системѣ. Велеръ описываетъ кубическіе и октаэдрическіе кристаллы желѣза, полученные искусственно; первые наполняли собою пустоты толстаго, чугунаго цилиндра, вторые были найдены въ изломѣ чугуноной плиты, которая, въ продолженіи весьма долгаго времени находясь въ корпусѣ доменной печи, подвергалась дѣйствию сильнаго калийнаго жара <sup>2)</sup>. Весьма явственныя кубическіе кристаллы были также замѣчены Августинномъ въ изломѣ ружейнаго ствола, бывшаго долгое время въ употребленіи <sup>3)</sup>. Прокаливая продолжительное время кусокъ брусковаго желѣза въ стекловальномъ горшкѣ, Фарадей придакъ ему весьма кристаллическое строеніе, при чемъ на широкой части его поверхности были совершенно ясно видны очертанія октаэдровъ. Профессоръ Миллеръ изъ Кембриджа, изслѣдуя бессемерову сталь, нашелъ ее состоящею изъ мелкихъ кубовъ. «Кристаллы эти», говоритъ онъ, — «весьма несовершенны, какъ это и пужно было предполагать, потому что они не имѣютъ достаточно

<sup>1)</sup> L. u. K. Jahresh., S. 304 u. 305; 1861.

<sup>2)</sup> Berzelius, Jahresh., T. XIII, S. 116.

<sup>3)</sup> L. u. K. Jahresh., S. 281; 1847.

мѣста для развитія своихъ плоскостей, но тѣмъ не менѣе форма ихъ не подлѣжитъ ни малѣйшему сомнѣнiю, потому что мнѣ удалось измѣрить углы нѣкоторыхъ изъ нихъ; они оказались въ  $90^\circ$ ». Можно было-бы предположить, что всѣ эти наблюденiя относятся до желѣза не химически чистаго; но мы позволимъ себѣ на это замѣтить, что количество постороннихъ примѣсей въ этомъ случаѣ, въ отношенiи къ желѣзу, весьма ничтожно, и нѣтъ примѣровъ въ другихъ металлахъ, чтобы столь незначительная примѣсь постороннихъ веществъ влiяла на ихъ кристаллическую форму.

По мнѣнiю Фукса желѣзо есть тѣло двуформенное и кристаллы его принадлежатъ къ правильной и къ ромбоэдрической системамъ; но дальнѣйшiе его выводы, на этомъ основанiи, не вполне убѣдительны: онъ предполагаетъ, что ковкое желѣзо принадлежитъ къ правильной системѣ, а чугуны — къ ромбоэдрической; желѣзо онъ предполагаетъ состоящимъ изъ скопленiя кубическихъ кристалловъ; въ стали встрѣчаются обѣ кристаллическiя системы вмѣстѣ, ихъ взаимное количественное отношенiе зависитъ отъ степени закала стали. Ромбоэдрическiе кристаллы преобладаютъ въ твердой стали, а количество кристалловъ кубическихъ увеличивается пропорционально мягкости ея. «Обѣ эти разности желѣза находятся въ стали какъ-бы въ состоянiи постоянного напряженiя, чѣмъ быть можетъ, объясняется способность стали удерживать переданную ей магнитность, тогда какъ желѣзо этой способности не имѣетъ <sup>1)</sup>».

*Магнетизмъ.* — Желѣзо сильно притягивается магнитомъ и само прiобрѣтаетъ способность притягивать другiе кусочки желѣза, пока находится въ прикосновенiи съ этимъ тѣломъ; по удаленiи-же отъ магнита, способность эта въ чистомъ желѣзѣ тотчасъ-же исчезаетъ. По словамъ Маттеуччи (Matteucci), корольскъ сплавленнаго въ струѣ гремячаго воздуха желѣза также притягивался магнитомъ <sup>2)</sup>».

*Вязкость* химически чистаго желѣза не была опредѣлена. Вязкость прокатнаго желѣза измѣняется сообразно качеству и количеству находящихся въ немъ постороннихъ примѣсей, его внутреннему строенiю, толщинѣ испытываемаго образца, температурѣ и проч. Въ строительномъ искусствѣ вязкость желѣза играетъ весьма важную роль. Свойство это иногда бываетъ извѣстно у строителей подъ именемъ *сопротивленiя разрыву*; его опредѣляютъ обыкновенно вѣсомъ на квадратный дюймъ сѣченiя. По Дюфуру, вязкость желѣза увеличивается, если его подвергнуть дѣйствию электрическаго тока. Такимъ образомъ проволока, имѣющая  $3\frac{1}{2}$  линiи въ диаметръ и выдерживавшая 155 пудовъ  $14\frac{1}{2}$  фунтовъ, послѣ того какъ

<sup>1)</sup> Chemical gazette, t. XI, p. 94; 1853.

<sup>2)</sup> L. u. K. Jahresb., S. 233; 1853.

была подвержена втеченіи 463 часовъ дѣйствию гальваническаго тока отъ бузеновской баттарей, выдерживала почти 177 пудовъ <sup>1)</sup>).

*Удѣльный теплородъ* былъ опредѣленъ Реньо въ 0.113795 <sup>2)</sup>. Для опыта была имъ выбрана совершенно мягкая желѣзная проволока въ 1 линію съ небольшимъ въ діаметръ, растворявшаяся безъ малѣйшаго остатка въ хлористоводородной кислотѣ. Та-же проволока, накаленная до бѣла и обмытая хлористоводородной кислотой, дала ту-же численную величину. Въ пяти различныхъ опытахъ предѣльными величинами были 0.11284 и 0.11398.

*Расширеніе отъ теплоты* <sup>3)</sup>.

	Родъ желѣза	Имена наблюдателей.	Коэффициентъ.
Линейное	Мягкое ковачное желѣзо	Лавуазье и Лапласъ	0.000012204
	Круглое брусковое	»	0.000012350
	—	Смитонъ . . . . .	0.000012583
	Сплавленное желѣзо	Рой . . . . .	0.000011100
Кубическое.	Желѣзная проволока	Траугтонъ . . . . .	0.000014401
		Коппъ . . . . .	0.000037 <sup>4)</sup> .

*Дѣйствіе теплоты.* Желѣзо требуетъ весьма высокой температуры для расплавленія. Точка плавленія его съ достаточною вѣрностью не опредѣлена, хотя Пулье и предполагаютъ ее въ 1550 гр. Ц. Желѣзо обладаетъ весьма замѣчательнымъ и вмѣстѣ съ тѣмъ чрезвычайно важнымъ свойствомъ, приобретающимъ мягкость и вязкость при температурѣ, далеко ипшей точки его плавленія. При красномъ каленіи оно уже достаточно мягко для того, чтобы его можно было ковать, а два куска его, доведенные до бѣлаго каленія и потомъ нажатые одинъ на другой, совершенно между собой соединяются, или, какъ говорятъ, *свариваются*. Другіе-же металлы изъ твердаго состояніи переходятъ въ жидкое довольно быстро, и, съ приближеніемъ къ точкѣ плавленія, они не только что не остаются вязкими, но, напротивъ того, становятся хрупкими и даже иногда рассыпчатыми.

Если предположить, что для каждаго металла, передъ его плавленіемъ, существуетъ періодъ, когда онъ становится вязкимъ, то въ другихъ наиболѣе обыкновенныхъ металлахъ періодъ этотъ такъ коротокъ, что почти невозможно опредѣлить температуру, при которой онъ наступаетъ. Для того, чтобы сваривались между собой два куска желѣза, необходимо, чтобы поверхности ихъ, которыми они между собой соприкасаются, были совершенно свободны отъ всякихъ несплавныхъ веществъ, какъ напримѣръ окалина, происходящая отъ окисленія желѣза. При ковкѣ желѣза окалина можетъ быть

<sup>1)</sup> L. u. K. Jahresh., S. 63; 1855.

<sup>2)</sup> Ann. de Chim. et de Phys., t. LXXIII, p. 37; 1840.

<sup>3)</sup> Jamin, Cours de Physique, t. II, p. 374 à 382; 1859

<sup>4)</sup> L. u. K. Jahresh., S. 55; 1851.

удалена, если бросить на нее нѣкоторое количество песка, при чемъ она превращается въ весьма легкоплавкое и жидкое кремневокислосое соединеніе, которое во время ковки и отдѣляется, оставляя поверхность металла совершенно чистою. По этому-то всѣ кузнцы и приобѣгаютъ къ посредству песка, какъ флюса. Для другихъ-же металловъ не такъ легко, и даже часто совершенно невозможно найти подходящій флюсъ и тѣмъ удовлетворить этому непремѣнному и самому существенному условію.

Предполагаютъ, что желѣзо, вовсе не содержащее углерода, или содержащее его въ весьма маломъ количествѣ, не способно коваться. Для примѣра приводятъ такъ называемое пережженое желѣзо, т. е. такое полосовое желѣзо, которое отъ слишкомъ продолжительнаго накаиванія почти совершенно обезуглеродилось. По мнѣнію Шеєрера <sup>1)</sup>, углеродъ, при сваркѣ желѣза, восстанавливаетъ ту окись, которая необходимо образуется на его поверхности, не смотря даже на то, что накаиваніе его происходитъ въ массѣ раскаленнаго угля. Желѣзо, при той температурѣ, при которой происходитъ свариваніе, не можетъ ни одной секунды пребыть на воздухѣ безъ окисленія, такъ, что даже если въ горну, металлъ и имѣлъ совершенно чистую поверхность, онъ можетъ окислиться уже въ то время, когда его переносятъ на наковальну. И дѣйствительно, кому удавалось внимательно наблюдать за процессомъ ковки желѣза, тотъ вполне можетъ подтвердить это. Но покрывающая въ это время поверхность металла окись бываетъ или жидкая, или твердая. Въ первомъ случаѣ она сходитъ съ поверхности сама собою и такимъ образомъ не препятствуетъ свариванію, во второмъ-же — свариваніе положительно невозможно, хотя-бы желѣзо и содержало углеродъ.

Такъ называемое пережженое желѣзо имѣетъ сильно кристаллическое строеніе и можетъ коваться только послѣ нѣкоторыхъ предосторожностей. Нѣтъ основанія думать, чтобы это происходило отъ недостатка въ немъ углерода, вѣрнѣе искать тому причину въ его внутреннемъ строеніи; и мы можемъ даже указать на нѣкоторые примѣры, когда подобнаго рода желѣзо, имѣвшее сильно кристаллическій изломъ, подобный нѣкоторымъ образцамъ свинцоваго блеска, было выковываемо, съ соблюденіемъ надлежащихъ предосторожностей, въ брусья, которые имѣли уже волокнистое строеніе.

Слѣдующіе опыты, произведенные Г. Рилей въ заводахъ Довлэй (Dowlais), ясно доказываютъ, что даже сильно кристаллическое желѣзо способно коваться. Изъ листового желѣза (*tôle noire*) были парѣзаны кусочки въ 1 кв. дюймъ и сплавлены въ тигль вмѣстѣ со шлаками, полученными при пробахъ желѣзныхъ рудъ. Подъ слоемъ образовавшагося при этомъ темновеле-

<sup>1)</sup> Scherer. Lehrbuch der Metall., I Bd. S. 853.



ного шлага былъ найденъ королекъ желѣза, гладкій и однородный, вѣсившій 102 грамма. Когда его хотѣли въ холодномъ состояннн разрѣзать ножницами, то онъ сломался, обнаруживъ сильно кристаллическнй изломъ. Половина этого королька была прокована однимъ кузнецомъ въ полосу въ 0.5 кв. дюйма. Желѣзо получилось весьма мягкое и съ сталевидною паружностью; два куска его сваривались между собою. При температурѣ свариванн, желѣзо ковалось превосходно, но при охлажденн оно трескалось и ломалось. Желѣзо, которое не было еще прокаливается, имѣло шелковистый изломъ и сгибалось вдвое, не трескаясь; по словамъ кузнеца, это желѣзо принадлежало къ числу самыхъ твердыхъ образцовъ, съ которыми ему когда-либо случалось имѣть дѣло.

Намъ къ сожалѣнню ничего не извѣстно о степени ковкости химически чистаго желѣза; но ничто не заставляетъ думать, чтобы оно не имѣло способности свариваться; напротивъ того, разсужденн *à priori* и нѣкоторые опыты заставляютъ предполагать противное. Легко можетъ быть, что присутствн небольшого количества углерода въ желѣзѣ увеличиваетъ его способность къ обработкѣ, подобно тому какъ небольшое количество нѣкоторыхъ постороннихъ веществъ значительно увеличиваетъ ковкость мѣди. Но во всякомъ случаѣ, даже если-бы и было доказано, что способность желѣза свариваться обуславливается присутствемъ въ немъ нѣкотораго количества углерода, то и тогда все-таки, прежде чѣмъ принять, нужно подтвердить болѣе очевидными доказательствами то влннне, которое, по мнѣнню Шеєрера, углеродъ оказываетъ при этомъ.

Желѣзо обращается въ паръ только при очень высокой температурѣ, какова напр. произведенная гальваническимъ токомъ или горѣннемъ металла въ кислородѣ.

*Проницаемость желѣза.* При высокой температурѣ желѣзо проницаемо для газовъ, по этому не должно употреблять его для приготовленн закрытыхъ сосудовъ, предназначенныхъ для выдерживанн возвышенныхъ температуръ. Это свойство желѣза вполне доказано Сечъ-Клеръ Девиелемъ и Троостомъ. Во время ихъ опытовъ, стѣнки стальной трубки въ 1 или 1.5 дюйма толщиною, не имѣвшн ни малѣйшихъ трещинъ, пропускали, при температурѣ краснаго каленн, черезъ себя водородъ, не смотря на наружное атмосферическое давлени <sup>1)</sup>.

*Прозрачность желѣза.* Желѣзо, нагрѣтое до степени краснаго каленн, прнобрѣтаетъ свойство прозрачности приблизительно на 2 линн. Это свойство желѣза случайно открыто Г. Сеччи <sup>2)</sup> въ желѣзной трубѣ, приго-

<sup>1)</sup> Comptes rendus, t. LVII, p. 965.

<sup>2)</sup> L'Institut, 35 Année № 1738, p. 132; 1867.

говлявшейся для парижской всемірной выставки. Когда нагрѣтую до вишневокраснаго или почти до бѣлаго каленія трубу эту внесли въ темное мѣсто, то на ней замѣтили черную жилу, которая соотвѣтствовала трещинѣ, находящейся внутри этой трубы и происходящей отъ дурной сварки въ этомъ мѣстѣ желѣза.

### КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ И ВОЛОКНИСТОЕ ЖЕЛѢЗО.

При сплавленіи, желѣзо получаетъ сильно кристаллическое строеніе; самый маленькій королекъ такого желѣза, вѣсящій всего 0.30 или 0.60 грам. показываетъ въ изломѣ сильно блестящія плоскости спайности, а при медленной обработкѣ хлористоводородной или разведенной сѣрной кислотами представляетъ на своей поверхности весьма явственные признаки кристаллическаго строения. Появленіе въ этомъ случаѣ кристаллическихъ очертаній на поверхности желѣза вовсе не есть слѣдствіе, какъ могли-бы подумать, симметрическаго расположенія въ его массѣ постороннихъ веществъ, и можно привести много примѣровъ обнаруживанія кристаллическаго строения нѣкоторыхъ тѣлъ помощью растворяющихъ веществъ. Во вѣхъ этихъ случаяхъ кристаллическое строеніе уже существуетъ, и растворяющія вещества дѣлаютъ его только болѣе явственнымъ. Полосовое желѣзо, подвергаясь продолжительное время дѣйствию возвышенной температуры, хотя и далеко недостаточной для его плавленія, принимаетъ сильно кристаллическое сложеніе. Нѣтъ сомнѣнія, что и при этой температурѣ, нѣкоторые частицы металла становятся свободными и группируются между собой въ кристаллы. Подобный примѣръ, весьма явственный, можно видѣть также и надъ цинкомъ. При нѣкоторыхъ особенныхъ условіяхъ температуры, королекъ этого металла можно вытянуть въ тонкій и весьма гибкій листъ, который можно изгибать взадъ и впередъ безъ того, чтобы онъ обнаруживалъ хотя сколько-нибудь звукъ, подобный треску, въ этихъ случаяхъ, олова. Но если этотъ листъ подвергнуть нагрѣванію, хотя до температуры, значительно ниже точки плавленія цинка, то онъ становится хрупкимъ, изгибается съ трескомъ и наконецъ ломается, обнаруживая сильно кристаллическій изломъ. Слѣдовательно, не смотря на то, что металлъ оставался все-таки въ твердомъ состояніи, частицы его должны были имѣть достаточно свободы, чтобы кристаллическая сила могла обнаружить свое дѣйствіе.

По этому становится яснымъ, отчего желѣзо, которое было часто и сильно нагрѣваемо, или проковываемо большими массами, и слѣдовательно

по необходимости долженствовавшее довольно продолжительное время подвергаться дѣйствию высокой температуры, оказываетъ склоность къ принятію кристаллическаго строенія. Ударами молота по раскаленному желѣзу кристаллизационная сила нѣсколько ослабляется, и вмѣстѣ съ тѣмъ уменьшается объемъ образующихся кристалловъ; но если является необходимость проковывать большія массы желѣза, то, само-собою разумѣется, не смотря на всю тяжесть молота и силу удара, трудно достигнуть того, чтобы кристаллы во всей его массѣ были одинаковой крупности. И дѣйствительно, при такой большой массѣ, внутренніе слои металла могутъ находиться еще въ сильно раскаленномъ состояніи въ то время, когда поверхность его уже почти совершенно охладилась и, охлаждаясь медленно послѣ проковки, будутъ въ состояніи принять болѣе кристаллическое строеніе, нежели наружные слои. Вотъ въ чемъ заключается затрудненіе готовить большія желѣзные вещи и нѣтъ возможности избѣжать его даже и тѣмъ, если продолжать бить молотомъ уже охладившуюся поверхность массы до охлажденія ея внутреннихъ слоевъ, потому что при этомъ желѣзо получалось-бы слишкомъ мягкое. Должно замѣтить, что все сказанное относится собственно только къ желѣзу, а не къ стали и даже не къ сортамъ желѣза, богатымъ углеродомъ. Что касается до крупности кристалловъ, то должно замѣтить, что фосфоръ благоприятствуетъ большому размѣру ихъ. Быстрое охлажденіе большихъ прокованныхъ массъ, чрезъ погруженіе ихъ въ воду, напротивъ того, дѣлаетъ внутренность ихъ менѣе кристаллическою.

Если бить молотомъ въ различныхъ направленіяхъ по холодному желѣзу, то связь между его кристаллами нарушается и вълѣдствіе того металлъ становится менѣе прочнымъ. Чѣмъ крупнѣе кристаллы, тѣмъ и желѣзо хрупче, потому что переломъ желѣза, совершающійся или по плоскостямъ спайности кристалловъ, или по плоскостямъ соединенія двухъ смѣжныхъ изъ нихъ, при этомъ значительно облегчается чрезъ увеличеніе этихъ плоскостей. Если-же кристаллы, напротивъ того, мелки, то они представляются болѣе какъ-бы перепутанными между собой, а отсутствіе большихъ плоскостей спайности, само собою разумѣется, увеличиваетъ прочность желѣза. Не лишнимъ считаемъ привести здѣсь результатыковки холоднаго желѣза, полученные Г. Блеквелемъ (Blackwell) изъ Додлея. Крѣпкая желѣзная ось 18 дюймовъ длины и 3,5 дюймовъ въ діаметрѣ была въ холодномъ состояніи подвержена съ каждой стороны двадцати ударамъ сто восьмидесяти трехъ пудоваго молота; за тѣмъ ей было дано еще восемьдесятъ или девяносто ударовъ, послѣ чего ее проковывали подъ молотомъ въ 274 пуда. Здѣсь отъ десяти или двѣнадцати ударовъ она переломилась, обнаруживъ сильно кристаллическій изломъ. Не подвергавшаяся ударамъ часть этой-же оси, переломленная нажимомъ гидравлическаго прессы на остроизогнутой подставкѣ, вполне сохранила свой первоначальный, волокнистый изломъ.

Если кристаллическій кусок сплавленного желѣза осторожно проковать и за тѣмъ расплющить въ неслишкомъ толстую полосу, то изломъ его, смотря по продолжительности операціи, равно какъ и по способу самаго разламыванія, можетъ быть и волокнистый и кристаллическій. Если полученную полосу слегка надрѣзать, безъ нагрѣванія, пожницами и за-тѣмъ гнуть осторожно на сторону, противоположную надрѣзкѣ, то изломъ получается весьма волокнистый и даже шелковидный. Если-же ее надрѣзать всю вокругъ и быстро сломить по надрѣзкѣ, то изломъ получится кристаллическій, съ нѣкоторыми только мѣстными слѣдами жилковатости. Кристаллы желѣза, при плющеніи, не уничтожаются, но они, такъ сказать, выгигиваются по одному направленію, такъ что вся полоса представляется какъ-бы состоящею изъ цѣлой связки параллельныхъ нитей; поэтому выдѣлавшая изъ такого желѣза полоса, какъ бы она тонка ни была, при быстромъ поперечномъ переломѣ необходимо должна обнаружить слѣды кристаллическаго сложенія. Это сложеніе можно видѣть даже въ проволоцѣ, хотя тамъ кристаллическія зерна и едва замѣтны. Скорость, съ которой происходитъ разламываніе желѣза, имѣетъ весьма большое вліяніе на форму излома. Если кусокъ желѣза переломленъ быстро, то частицы его, не успѣвъ растянуться, обнаружатъ кристаллическій изломъ; если-же, наоборотъ, переломить желѣзо осторожнымъ перегибаніемъ то частицы его, расположенныя на противоположной сторонѣ той, въ которую сгибаютъ металлъ, вълѣдствіе своей тягучести вытягиваются, подобно тому какъ и при плющеніи, и изломъ получается волокнистый.

Строеніе полосоваго желѣза можно обнаружить также, дѣйствуя на него кислотами, подобно тому, какъ мы это показали, говоря о свойствахъ сплавленного желѣза; но только здѣсь обнаруживаніе это происходитъ нѣсколько иначе. Полосовое желѣзо постоянно заключаетъ въ себѣ нѣкоторое количество кремнекислой закиси, которая, при плющеніи, вытягивается вмѣстѣ съ желѣзомъ; но такъ какъ кислоты не съ одинаковой силой дѣйствуютъ на металлическое желѣзо и на его кремнекислую закись, то само, собою разумѣется, что при ихъ растворяющемъ дѣйствіи поверхность полосы не всегда представляется правильно волокнистою, такъ какъ кремнекислая закись желѣза рѣдко бываетъ правильно расположена въ ея массѣ. Это обстоятельство и обусловливаетъ нѣкоторыя неправильности, какъ напр. довольно глубокія бороздки, ячейки и т. п., которыя иногда можно замѣтить при дѣйствіи кислотъ на поверхность полосоваго желѣза.

Справедливость вліянія скорости, съ которой производятъ разламываніе желѣза на видъ самого излома была подтверждена, между прочимъ, опытами, производимыми надъ блиндажными плитами въ Шобурайнесѣ. Плита, сдѣланная изъ весьма хорошаго, волокнистаго желѣза и раз-

битая ядромъ, пущеннымъ со скоростью отъ 1181 до 1576 фут. въ секунду, дала кристаллическій изломъ.

Само собою разумѣется, послѣ всего вышесказаннаго о свойствахъ желѣза, рождается вопросъ, имѣютъ-ли подобное-же вліяніе на строеніе желѣза болѣе легкіе и учащенные удары, нежели удары молота при ковкѣ, или имѣетъ-ли даже вліяніе на него еще болѣе легкое сотрясеніе, какъ напр. сильное треніе (дурно вымазанныя оси, пилака деревъ и пр.)? Хотя рѣшеніе всѣхъ этихъ вопросовъ и представляетъ предметъ первостатейной важности при употребленіи желѣза въ промышленности, но тѣмъ не менѣе мнѣнія о немъ различны, и трудно сказать по этому поводу что-нибудь совершенно положительное. На многіе приводимые примѣры, гдѣ желѣзо сдѣлалось хрупкимъ отъ постоянныхъ сотрясеній, хотя и можно отвѣтить, что не извѣстно, было-ли это желѣзо передъ своимъ употребленіемъ тщательно опробовано, и слѣдовательно нельзя измѣненіе физическихъ свойствъ его приписать исключительно сотрясенію въ то время, какъ оно быть можетъ и до употребленія въ дѣло было даже иленистымъ, а на приводимые въ доказательство нѣкоторыя силы, измѣняющіе отъ сотрясеній свое сложеніе, хотя и можно также сказать, что силы эти въ какомъ случаѣ не могутъ быть сравниваемы съ простымъ металломъ; но тѣмъ не менѣе мы позволяемъ себѣ думать, что всѣ постоянныя сотрясенія, которыя приходится претерпѣвать желѣзу на практикѣ, не могутъ пройти для него безслѣдно, въ особенности при значительныхъ измѣненіяхъ температуры. Учащенные поломки на желѣзныхъ дорогахъ во время холодныхъ зимъ подтверждаютъ это. Во всякомъ случаѣ для окончательнаго рѣшенія этого вопроса необходимы особыя точныя и внимательныя изслѣдованія.

---

## ХИМИЧЕСКІЯ СВОЙСТВА.

Атомическій вѣсъ—28 (*Сванбергъ*).

### ЖЕЛѢЗО И КИСЛОРОДЪ.

При обыкновенной температурѣ и въ сплошномъ видѣ, желѣзо, находясь въ атмосферѣ сухаго кислорода, остается безъ измѣненія; въ видѣ-же мелкаго раздробленія, какъ напр. полученное чрезъ возстановленіе желѣзной окиси водородомъ, даже при самомъ легкомъ нагрѣваніи на воздухѣ загорается, превращаясь снова въ окись. Такое желѣзо называется *пиррофорическимъ*. Опыты надъ пиррофорическимъ желѣзомъ были, между прочимъ, производимы Дикомъ. Необходимая для приготовленія его окись была получена чрезъ осажденіе амміакомъ изъ раствора дву-трехъ хлористаго желѣза; осадокъ тщательно промытъ и высушенъ и превращенъ въ мелкій порошокъ. Возстановленіе производилось въ стеклянной трубкѣ совершенно сухимъ водородомъ, который, предварительно былъ пропущенъ черезъ трубки съ сѣрной кислотой, хлористымъ кальціемъ и кусками ѣдкаго калн. Трубку нагрѣвали спиртовой лампой. Полученный металлъ быстро загорался на воздухѣ, но только въ то время, когда его высыпали изъ нѣскольکو нагрѣтой еще трубки. По совершенномъ-же охлажденіи въ атмосферѣ водорода, онъ принималъ способность воспламеняться только послѣ того, какъ его снова нѣсколько подогрѣвали, впрочемъ до температуры, нешей 100° Ц. Продуктомъ горѣнія была желѣзная окись. При нѣкоторыхъ-же опытахъ желѣзо это загоралось только при нагрѣваніи свыше 100°. По совершенномъ охлажденіи оно требовало, какъ кажется, постоянно нѣсколько высшей температуры для возгорѣнія, хотя эта температура и не была опредѣлена термометромъ. Однимъ словомъ, во всѣхъ этихъ опытахъ желѣзо переставало быть пиррофорическимъ, если его совершенно охлаждали въ струѣ водорода; но, будучи брошено въ атмосферу нагрѣтаго воздуха, оно снова загоралось и горѣло съ сильнымъ блескомъ. Магнусу мы обязаны слѣдующими наблюденіями по этому предмету: возстановленіе окиси желѣза водородомъ начинается при температурѣ кипѣнія ртути (350° Ц.) и продолжается между этой температурой и температурой

плавленія цинка ( $450^{\circ}$ — $500^{\circ}$  Ц.). Если температура, при которой совершается возстановленіе, не превосходитъ эту послѣднюю, то жельзо получается пирофорическимъ, но возстановленное при высшей температурѣ, оно теряетъ это свойство <sup>1)</sup>. Если возстановленное водородомъ жельзо охлаждено въ атмосферѣ не этого-же газа, а въ углекислотѣ, то оно также перестаетъ быть пирофорическимъ. Это привело къ тому заключенію, что будто-бы пирофоричность жельза зависитъ отъ сгущенія на поверхности его водорода, который воспламеняется немедленно при прикосновеніи съ воздухомъ. Но только это предположеніе не подтверждается слѣдующимъ явленіемъ: если прокалить осторожно щавелевокислую записъ жельза, при довольно низкой температура, достаточной только для разложенія этой соли, то она превращается въ смѣсь записи съ металлическимъ жельзомъ. Если дать охладиться этому остатку въ отдѣляющемся при этомъ газѣ, то, не смотря на то, что послѣдній состоитъ почти исключительно изъ углекислоты, остатокъ все-таки получается пирофорическимъ. Если осадить изъ раствора окисъ жельза съ 3 приблизительно процентами глинозема или кремнезема, такъ чтобы смѣсь эта была самая тѣсная, то возстановленное изъ нея водородомъ, жельзо сохраняетъ пирофорическія свойства даже и тогда, если возстановленіе это совершалось при болѣе высокой температурѣ, нежели та, о которой мы упоминали выше; въ этомъ случаѣ постороннія, неплавкія вещества какъ-бы препятствуютъ спеканію отдѣльныхъ частичекъ жельза, и такимъ образомъ поддерживаютъ въ немъ это состояніе мелкаго раздробленія.

Дикъ изслѣдовалъ, точно-ли возстановленное водородомъ и охлажденное въ атмосферѣ этого газа жельзо содержитъ въ себѣ водородъ; и опыты его дали отрицательный результатъ. Платиновая чернь и губчатая платина были тѣсно смѣшаны съ жельзомъ, и въ смѣси не было и признаковъ образованія воды. Нѣкоторое количество этого жельза было брошено на сплавленную и охлажденную на днѣ пробирнаго цилиндра бертолетову соль. При нагреваніи цилиндра въ немъ происходила вспышка, но не было ни малѣйшаго водянаго налета въ холодной части цилиндра.

Въ сплошномъ видѣ, жельзо, нагрѣтое до красна въ атмосферѣ кислорода, горитъ съ большимъ блескомъ, образуя окисель, который падаетъ въ видѣ сплавленныхъ шариковъ. По Маршанъ—составъ этого окисла соответствуетъ формулѣ  $Fe^4O$ . При бѣломъ каленіи, и даже при температурѣ нѣсколько нисшей, жельзо горитъ даже въ атмосферномъ воздухѣ. Явленіе это можно наблюдать въ пудлинговыхъ печахъ.

<sup>1)</sup> Berzelius, Jahresb., Bd. VII, S. 142; См. также Вл. VI. S. 155, подробности, касающіяся опытовъ Магнуса.

Если къ веревкѣ однимъ концомъ привязать желѣзную проволоку, другой конецъ которой раскалить до бѣла, и за тѣмъ начать ее, при помощи веревки, быстро вращать въ воздухѣ, то желѣзо образуетъ при этомъ блестящій, искрометный кругъ, похожій на искусственныя солнца въ фейерверкахъ <sup>1)</sup>. Сплошное желѣзо быстро окисляется на воздухѣ при температурѣ темнокраснаго каленія. Составъ происходящаго при этомъ окисла измѣняется сообразно температурѣ, до которой было доведено желѣзо.

По мнѣнію нѣкоторыхъ, желѣзо обладаетъ способностью растворять въ себѣ кислородъ, или, вѣрнѣе, свои окисла, подобно тому какъ мѣдь растворяетъ въ себѣ свою закиси. Для подтвержденія этого свойства Г. Дикъ дѣлалъ слѣдующій опытъ: 29 граммовъ желѣзной окиси имъ были смѣшаны съ такимъ количествомъ сажи, которое достаточно для возстановленія только 24 граммовъ окиси, такъ что въ продуктѣ разложенія долженъ былъ остаться значительный избытокъ послѣдней. Сажа была приготовлена чрезъ обугливаніе паровъ скипидара. Приготовленную смѣсь сильно прокачивали въ глиняномъ тиглѣ, вслѣдствіе чего получался на днѣ его королекъ совершенно сплавленнаго желѣза, покрытый также совершенно сплавленнымъ шлакомъ. Желѣзо было совершенно мягкое и скоблилось напилькомъ. За тѣмъ 9.70 гр. этихъ опилокъ были положены въ сожигательную трубку, въ которую съ одного конца притекалъ совершенно сухой водородъ и которая другимъ концомъ соединялась съ трубкой, наполненной хлористымъ кальціемъ и заранѣе взвѣшенной. Водородъ, медленно притекалъ въ трубку, у которой та часть, гдѣ помѣщались опилки, поддерживалась втеченіи получаса въ раскаленномъ состояніи. Послѣ этого опыта трубка съ хлористымъ кальціемъ увеличилась въ вѣсѣ на 0.00027 гр., что соответствовало 0.0174 проц. кислорода или 0.0609 проц. закиси желѣза въ опилкахъ. Но, само собою разумѣется, что по одному этому опыту нельзя еще все-таки положительно заключить о способности желѣза растворять въ себѣ свои окислы.

**Закиси желѣза, FeO.**—Обыкновенно говорятъ, что этотъ окисель отдѣльно не извѣстенъ. По словамъ Дебрэ <sup>2)</sup>, онъ образуется если пропускать чрезъ нагрѣтую окись желѣза смѣсь водорода и водяныхъ паровъ въ слѣдующемъ между собой отношеніи:  $\text{H} + \text{HO}, \text{H}^2 + \text{HO}, \text{H}^3 + \text{HO}$ . Приготовленная такимъ образомъ закиси имѣетъ черный цвѣтъ и не притягивается магнитомъ. Въ атмосферномъ воздухѣ она легко горитъ, образуя магнитную окись. При нагрѣваніи на воздухѣ щавелевокислой закиси желѣза, по словамъ Либиха, получается закиси желѣза, содержащая въ себѣ нѣкоторое количество металлическаго желѣза. Смѣсь эта быстро загорается на воздухѣ, превраща-

<sup>1)</sup> D' Arcel, Berzelius Jahresb., T. XV, S. 160.

<sup>2)</sup> Comptes rendus, 1857, t. XLV, p. 1018.



ясь въ желѣзную окись <sup>1)</sup>. Закись желѣза представляетъ собою весьма сильное основаніе и при металлургическихъ операціяхъ очень часто получается въ видѣ соединеній. Изъ растворовъ солей закиси желѣза она осаждается ѣдкимъ кали или ѣдкимъ натромъ въ видѣ бѣлаго, клочковатаго осадка водной закиси, которая въ прикосновеніи съ воздухомъ жадно поглощаетъ изъ него кислородъ, принимая при этомъ зеленый цвѣтъ, отъ образующейся въ ней магнитной окиси. Закись желѣза нѣсколько растворима въ расплавленномъ ѣдкомъ кали. Если очищаютъ ѣдкое кали алкоголемъ и для выпариванія употребляютъ чугунные приборы, то полученное ѣдкое кали всегда имѣетъ блѣдно зеленоватый цвѣтъ, похожій нѣсколько на цвѣтъ желѣзнаго купороса. Этотъ цвѣтъ, приписываемый нѣкогда желѣзно-кислой окиси калия (*ferrite de potasse*), происходитъ отъ соединенія ѣдкаго кали съ закисью желѣза. Закись желѣза имѣетъ огромное сродство къ кислороду, такъ напр., если смѣшать въ эквивалентномъ отношеніи, сѣрноокислыя соли закиси желѣза и окиси мѣди, растворить ихъ въ водѣ и къ раствору прибавить ѣдкаго кали или натра, то получается буро-красный осадокъ  $Cu^2O, Fe^2O^3$ . При обработкѣ этого осадка амміакомъ въ закрытомъ сосудѣ, закись мѣди растворяется, образуя безцвѣтную жидкость, а водная окись желѣза остается въ осадкѣ <sup>2)</sup>. Закись желѣза имѣетъ способность разлагать воду; такъ, если ее осадить изъ раствора какой-нибудь соли избыткомъ ѣдкаго кали и жидкость съ осадкомъ прокипятить, то изъ нея отдѣляется довольно значительное количество водорода, а въ остаткѣ получается магнитная окись желѣза <sup>3)</sup>.

Окись желѣза. Красная желѣзная окись,  $Fe^2O^3$ .—Кристаллы ромбоэдрическіе. Въ кристаллахъ имѣетъ стально-сѣрый цвѣтъ, съ сильнымъ металлическимъ блескомъ; цвѣтъ черты красный или красно-бурый. Въ природѣ окись желѣза встрѣчается въ видѣ минераловъ, извѣстныхъ подъ именемъ желѣзнаго блеска (*fer spéculaire, fer oligiste*) и желѣзной слюдки (*minerais micacés*). Въ тонкихъ пластинкахъ, какія представляютъ собой напр. эти минералы, окись желѣза пропускаетъ чрезъ себя красный свѣтъ. Удѣльный вѣсъ встрѣчающейся въ природѣ окиси желѣза—отъ 5.191 до 5.230 <sup>4)</sup>, а искусственно приготовленной, по опредѣленію Гейнриха Розе,—5.17. Искусственная окись вовсе не имѣетъ магнитныхъ свойствъ, а природная имѣетъ въ нѣкоторой степени обладаетъ <sup>5)</sup>. Впрочемъ недавно была приготовлена искусственно кристаллическая окись желѣза, которая обладала магнитными свойствами. Она вовсе не летуча, хотя находеніе кристалловъ

<sup>1)</sup> Jahresb., S. 401—463, 1835.

<sup>2)</sup> Berzelius, Traité, t. II, p. 674.

<sup>3)</sup> Fremy, Ann. de Chim. et de Phys., t. XII, p. 365, 1844.

<sup>4)</sup> G. Rose, Pogg. Ann., T. LXXIV, p. 440.

<sup>5)</sup> H. Rose, Anal. Chem., T. I, S. 121; 1851.

железнаго блеска въ кратерахъ вулкановъ и могло-бы заставить предполагать противное. Но Митчерлихъ положительно доказалъ огнеупорность этого минерала, и вмѣстѣ съ тѣмъ замѣтилъ, что онъ образуется при высокой температурѣ, если пары воды и дву-трехъ хлористаго желѣза приходятъ въ соприкосновеніе между собой, при чемъ отдѣляется хлористоводородная кислота и остается кристаллическая окись желѣза <sup>1)</sup>.

Окись желѣза плавится только при очень высокой температурѣ, какъ напр. въ фарфорообжигальныхъ печахъ (Гейнрихъ Розе), при чемъ она выдѣляетъ часть кислорода, переходя въ магнитную окись <sup>2)</sup>. При сильномъ накаливаніи съ металлическимъ желѣзомъ, она также превращается въ магнитную окись. Если на дно желѣзнаго тигля положить тонкую желѣзную проволоку, наръзанную мелкими кусками, засыпать ее небольшимъ количествомъ окиси, потомъ опять помѣстить наръзанную проволоку и т. д. до верху тигля, поставить этотъ тигель въ другой, глиняный и закрытый, и за-тѣмъ сильно накалить, то, по охлажденіи, проволока получается до того спекшеюся, что для того, чтобы выпнуть ее изъ тигля, нужно разломать послѣдній. Окись желѣза замѣняется при этомъ чернымъ, весьма кристаллическимъ порошкомъ, который притягивается магнитомъ и содержитъ 73.9 проц. желѣза, т. е. на 1.5 проц. болѣе чѣмъ въ магнитной окиси.

При накаливаніи до красна съ углеродомъ, или въ струѣ водорода, окиси углерода, амміака или синерада, окись желѣза возстановляется въ металлъ. Если возстановленіе производить однимъ изъ этихъ реагентовъ при несильномъ высокой температурѣ, то желѣзо получается въ видѣ порошка, въ противномъ-же случаѣ оно образуетъ спекшеюся массу, которую легко можно ковать. Для возстановленія, нѣтъ необходимости, чтобы окись желѣза была тѣсно перемѣшана съ углемъ, потому что главнымъ дѣятелемъ при всѣхъ возстановленіяхъ углеродомъ является не самый углеродъ, какъ справедливо доказалъ Гей-Люссака, а окись углерода, которая образуетъ цѣлую атмосферу вокругъ кусочковъ окисла и проникаетъ въ самыя малѣйшія его скважинки. Такимъ образомъ, можно совершенно возстановить довольно крупные куски окиси, величиною примѣрно съ кулакъ, накаливая ихъ втеченіи нѣсколькихъ часовъ подъ толстымъ слоемъ угольной мелочи. При этомъ окись желѣза превращается сначала въ магнитную окись, и, по Бертю, при небольшихъ количествахъ, она вся превращается въ этотъ окисель прежде образованія металлическаго желѣза; за тѣмъ, съ образованіемъ на поверхности металлическаго желѣза, слѣдующіе слои обращаются въ окислы, подобные окалинѣ, съ меньшимъ содержаніемъ кислорода нежели

<sup>1)</sup> Pogg. Ann., Bd. XV, S. 630.

<sup>2)</sup> Pogg. Ann., Bd. LXXIV, p. 440.

магнитная окись и такъ идетъ далѣе отъ поверхности къ центру, только постоянно въ уменьшающейся пропорціи, по мѣрѣ приближенія къ послѣднему <sup>1)</sup>. При возстановленіи окиси желѣза водородомъ, также первымъ продуктомъ является магнитная окись, и даже, если возстановленіе происходитъ при слишкомъ низкой температурѣ, то и вся масса превращается въ эту окись, такъ что продуктъ вмѣсто сѣраго, имѣетъ совершенно черный цвѣтъ.

Въ технику готовятъ часто искусственно окись желѣза въ видѣ аморфнаго порошка, цвѣтъ котораго измѣняется, сообразно способу его приготовленія. Она употребляется въ горшечномъ искусствѣ для приданія красныхъ, бурыхъ и фіолетовыхъ оттѣнковъ <sup>2)</sup>. Соли окиси желѣза: основная сѣрни-кислая, сѣрнокислая и азотнокислая даютъ при прокалываніи каждая ярко-красный, темно-красный и черно-бурый цвѣтъ <sup>3)</sup>. Окись желѣза употребляется также для полированія стеклянныхъ пластинокъ. Для этой цѣли она готовится чрезъ прокалываніе желѣзнаго купороса при температурѣ красного каменія; полученный остатокъ, пзвѣстный подъ именемъ *калькотара*, испрѣляютъ въ порошокъ и отмучиваютъ. Можно также приготовить весьма пригодную для полировки окись желѣза, прокаливая смѣсь сухой сѣрни-кислой закиси желѣза съ двумя или тремя частями по вѣсу поваренной соли. Образовавшійся сѣрни-кислый натръ, равно какъ и избытокъ поваренной соли, выщелачиваютъ за тѣмъ изъ прокаленной массы водою. Полученная при этомъ окись желѣза, даже при нагрѣваніи, трудно растворяется въ соляной кислотѣ.

Съ сильными основаніями окись желѣза играетъ иногда роль кислоты. Такъ напр., когда Г. Перси плавилъ въ закрытомъ глиняномъ тиглѣ смѣсь изъ 10.364 гр. чистой окиси желѣза и 6.478 гр. бѣлаго мрамора (=3.628 гр. извести), т. е. въ пропорціи  $Fe^2O^3$ ,  $CaO$ , то онъ получилъ совершенно сплавившуюся массу, похожую на стекловатый, непрозрачный шлакъ черного цвѣта. При накалываніи окиси желѣза съ углекислыми кали или натромъ, углекислота изъ нихъ выдѣляется, и вода извлекаетъ изъ получаемого при этомъ продукта ѣдкія щелочи, оставляя въ остаткѣ окись желѣза.

Окись желѣза нерастворима ни въ водѣ, ни въ щелочныхъ жидкостяхъ, но растворяется въ хлористоводородной, сѣрной, азотной и другихъ кислотахъ. Но если окись желѣза находится въ кристаллическомъ состояніи, или если она сильно прокалена, то раствореніе совершается весьма медленно, даже при нагрѣваніи; лучшимъ растворяющимъ средствомъ является тогда хлористоводородная кислота. Для болѣе успѣшнаго растворенія лучше всего

<sup>1)</sup> Berthier, *Traité des Essais*, t. II, p. 186.

<sup>2)</sup> Brognart, *Traité des arts céramiques*, t. II, p. 516; 1844.

<sup>3)</sup> Berzelius, *Traité*, t. II, p. 668.

прокаленную и труднорастворимую окись прокалить еще разъ въ фарфоровомъ тиглѣ, закрытомъ продиравленной крышкою, чрезъ которую притекаетъ постоянно водородъ или свѣтильный газъ. При этомъ окись желѣза восстанавливается почти моментально, а происходящее при этомъ металлическое желѣзо растворяется въ кислотахъ совершенно легко.

При накаливаніи съ бурюю въ ушкѣ платиновой проволоки, окись желѣза въ небольшомъ количествѣ окрашиваетъ, въ окислительномъ пламени, нагрѣтое стекло желтымъ цвѣтомъ, который пропадаетъ при охлажденіи. При большомъ количествѣ окиси, стекло получается красное въ нагрѣтомъ состояніи и желтое—при охлажденіи; а еще при большемъ количествѣ окиси оно становится темно-краснымъ при нагрѣваніи и темно-желтымъ—при охлажденіи. Въ восстановительномъ пламени стекло окрашивается въ бутылочно-зеленый цвѣтъ; при накаливаніи-же въ этомъ пламени на углѣ съ нѣкоторымъ количествомъ олова, цвѣтъ сначала становится бутылочнымъ, а потомъ, при продолженіи дутья, переходитъ въ цвѣтъ зеленого купороса. При накаливаніи окиси желѣза съ фосфорною солью въ окислительномъ пламени, получается, при небольшомъ количествѣ, стеклышко красно-желтаго цвѣта, которое при охлажденіи становится сначала желтымъ, потомъ сѣроватымъ и наконецъ безцвѣтнымъ. При значительномъ количествѣ окиси, стекло въ нагрѣтомъ состояніи получается темно-красное, но съ охлажденіемъ становится буро-краснымъ, потомъ грязно-зеленымъ и наконецъ красно-бурымъ. Исчезновеніе цвѣтовъ при охлажденіи здѣсь совершается гораздо быстрее, нежели при употребленіи буры. Въ восстановительномъ пламени, при маломъ содержаніи окиси, стеклышко остается по видимому безъ измѣненія; при большемъ же количествѣ окиси оно краснаго цвѣта въ нагрѣтомъ состояніи, а при охлажденіи сначала становится желтымъ, затѣмъ сѣроватымъ и наконецъ красноватымъ. Прокаленное на углѣ съ оловомъ стеклышко, по мѣрѣ охлажденія, становится сѣрымъ, а потомъ безцвѣтнымъ <sup>1)</sup>.

*Водная окись желѣза.*—Съ водой окись желѣза образуетъ опредѣленные гидраты, которые, при накаливаніи, переходятъ въ безводное состояніе. Водная окись желѣза получается въ видѣ красно-бурого, клочковатаго осадка, если приливать въ растворъ какой нибудь соли окиси желѣза, напр. двухъ-трехъ-хлористаго, растворъ амміака, ѣдкаго кали, или натра. Осажденная летучими щелочами, окись желѣза постоянно содержитъ въ себѣ слѣды ихъ, которые не могутъ быть отъ нея отмыты. Свѣже-осажденная окись соответствуетъ формулѣ:  $\text{Fe}^2\text{O}^3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , легко растворяется въ кислотахъ и подъ микроскопомъ оказывается совершенно аморфной. Если-же она остается продолжительное время подъ водой, то становится кристаллической,

<sup>1)</sup> Plattner, Probirkunst, S. 146; 1833.

болѣе трудно растворимой въ кислотахъ, а составъ ея тогда соотвѣтствуетъ формулѣ  $2\text{Fe}^2\text{O}^3, 3\text{HO}$ , т. е. количество воды въ ней на половину уменьшается <sup>1)</sup>. При кипяченіи втеченіи трехъ или четырехъ минутъ въ водѣ, составъ ея пзмѣняется въ  $\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{HO}$ ; если же ее помѣстить въ стеклянную трубку и подвергнуть втеченіи восьми дней дѣйствию водянаго пара, нагрѣтаго до  $160^\circ$  или  $186^\circ$  Ц., то она, по Сенармону, становится совершенно безводной <sup>2)</sup> Г. Шифъ изслѣдовалъ водную окись желѣза, которая болѣе пятнадцати лѣтъ оставалась при обыкновенной температурѣ подѣ водой; по его увѣренію составъ ея остался все это время безъ измѣненія <sup>3)</sup>. Если оставить водную окись желѣза въ кипящей водѣ втеченіи семи или восьми часовъ, то она сильно пзмѣняется: она принимаетъ кирпично-красный цвѣтъ, становится почти нерастворимой въ кипящей азотной кислотѣ; крѣпкая соляная кислота растворяетъ ее также весьма трудно и то только при кипяченіи или послѣ продолжительнаго съ нею соприкосновенія.

*Окись желѣза и известъ.*—Выше нами было замѣчено о возможности соединенія окиси желѣза съ известью сухимъ путемъ; мокрымъ путемъ также можно получить соединеніе этихъ тѣлъ. Пелузомъ было описано соединеніе, соотвѣтствующее формулѣ:  $4\text{CaO}, \text{Fe}^2\text{O}^3$ . Это соединеніе осаждается избыткомъ ѣдлагаго кали изъ раствора, содержащаго хлористый кальцій и двутрехъ-хлористое желѣзо въ отношеніи между собой 4 эквивалентовъ къ 1. Это соединеніе представляетъ видъ сѣжно-бѣлаго, легкаго, аморфнаго порошка, который на воздухѣ бурѣетъ, вслѣдствіи образованія углекислой извести и выдѣленія оттого окиси желѣза. Будучи предохранено отъ вліянія атмосфернаго воздуха, соединеніе это можетъ быть сохраняемо весьма продолжительное время безъ измѣненія. Въ свѣже-приготовленномъ видѣ соединеніе это имѣетъ слегка буроватый оттѣнокъ, потому что въ этомъ случаѣ не вся окись желѣза находится въ соединенномъ видѣ; но по истеченіи нѣсколькихъ часовъ и это количество входитъ въ соединеніе, и остатокъ принимаетъ бѣлый цвѣтъ, не смотря на то, что въ немъ почти половина по вѣсу окиси желѣза. Это соединеніе нерастворимо въ водѣ; оно весьма непостоянно и разлагается дѣйствиемъ углекислоты и растворимыхъ углекислыхъ солей. Но при кипяченіи съ ѣдкимъ кали оно остается безъ измѣненія <sup>4)</sup>.

Нѣсколько времени раньше Пелуза, возможность образованія мокрымъ путемъ соединенія желѣза съ известью была открыта Мерсеромъ, въ Манчестерѣ.

<sup>1)</sup> Buchner, Gmelin Handbook, t. V, p. 198.

<sup>2)</sup> Ann de Chim. et de Phys. t. XXXII, p. 146; 1851.

<sup>3)</sup> L. u K. Jahresb. S. 188, 1860.

<sup>4)</sup> Ann. de Chim. et de Phys., t. XXXIII, p. 5; 1831.

Магнитная окись желѣза,  $\text{Fe}^3, \text{O}^4$  или  $\text{FeO} + \text{Fe}^2\text{O}^3$ .— Кристаллы правильной системы. Эти кристаллы, весьма хорошо образованные, встрѣчаются и въ природѣ и получаются при многихъ металлургическихъ операціяхъ искусственно, въ особенности при выдѣляе желѣза. Искусственные кристаллы, образующіеся въ печахъ, большею частью суть октаэдры, хотя впрочемъ есть образцы и ромбическихъ додекаэдровъ. Такіе кристаллы были найдены на заводѣ Блейна, въ Монтушейрѣ; они совершенно сходны съ самородными кристаллами изъ Траверзеллы. Въ нѣкоторыхъ шлакахъ октаэдрическіе кристаллы магнитной окиси бывають такъ скучены между собой, что съ перваго взгляда ихъ можно принять за призмы. Порошокъ магнитной окиси, какъ и кристаллы—чернаго цвѣта; цвѣтъ черты также черный. Въ кристаллахъ она не прозрачна и имѣетъ металлическій блескъ. Удѣльный вѣсъ самороднаго магнитнаго желѣзника измѣняется отъ 4.98 до 5.20. Онъ не летучъ и плавится только при очень высокихъ температурахъ. При нѣкоторыхъ операціяхъ фабрикаціи желѣза, когда расплавленный чугунокъ находится подъ вліяніемъ дутья, направленного на него подъ нѣкоторымъ угломъ, отъ него летятъ, въ видѣ дождя, во все стороны небольшіе полые шарики. Въ нихъ находится нѣкоторое количество кремнезема, который, въ студенистомъ видѣ, извлекается изъ нихъ соляной кислотой, вмѣстѣ съ закисью и окисью желѣза. По анализамъ Шмита, составъ ихъ слѣдующій:

Закиси желѣза . . . . .	28,91
Окиси желѣза . . . . .	37,44
Кремнезема . . . . .	24,10
Глинозема, вмѣстѣ съ нѣкот. колич. окиси марганца, извести и магнзисн	9,55
	<u>100,00</u>
Процентное содержаніе металлическаго желѣза. . . . .	48,70

Выше приведенное количество закиси желѣза требуетъ 16.85 проц. окиси для образованія магнитной окиси, такъ что въ этомъ соединеніи излишніе 12.06 проц. окиси желѣза вѣроятно находятся въ соединеніи съ кремнеземомъ. Если предположить, что все желѣзо находится въ видѣ закиси, то для соединенія его съ кремнеземомъ въ  $3\text{FeO}, \text{SiO}^2$ , не хватало бы около 2.57 кремнезема. Глиноземъ вѣроятно попалъ въ эти шарики изъ коксоваго пепла, подъ которымъ находился чугунокъ во время рафинированія. Такъ какъ кремневая кислота, при возвышенной температурѣ, разлагаетъ окись желѣза, образуя трехъ-основную кремниекислую закись и выдѣляя кислородъ, то легко можетъ быть, что это разложеніе продолжалось и во время вылетанія шариковъ и что даже выдѣляющійся кислородъ отчасти обусловливалъ самое вылетаніе.

То, что было нами сейчасъ сказано о возстановленіи окиси желѣза, относится одинаково и къ магнитной окиси. Калий и натрій, при температурѣ

около 300° Ц., возстановляютъ металлическое желѣзо изъ магнитной окиси, и разложеніе это сопровождается легкимъ отдѣленіемъ тепла и свѣта. Въ свою очередь, металлическое желѣзо, при высокой температурѣ, совершенно возстановляетъ окислы этихъ металловъ <sup>1)</sup>). Магнитная окись соединяется приблизительно съ 7 проц. воды и образуетъ гидратъ. Этотъ-то гидратъ и образуется при дѣйствіи воздуха на бѣлый осадокъ водной закиси, образованной прилитіемъ раствора ѣдкихъ щелочей къ раствору солей закиси желѣза. Осадокъ этотъ сначала принимаетъ зеленый, а потомъ черный цвѣтъ, при продолжительномъ-же стояніи на воздухѣ, онъ весь обращается въ бурюю водную окись желѣза. Гидратъ магнитной окиси образуется прямо, если приливать ѣдкія щелочи въ растворъ смѣси солей закиси и окиси желѣза, находящихся тамъ въ надлежащемъ между собою отношеніи. Послѣ просушиванія осадокъ этотъ получается въ видѣ черной спекшейся массы, цвѣтъ порошка которой—бурый. Онъ обладаетъ магнитными свойствами въ одинаковой степени съ безводной магнитной окисью. При нагреваніи въ закрытыхъ сосудахъ, онъ теряетъ воду. Магнитную окись желѣза можно получить кинята въ водѣ полученный изъ какого нибудь раствора чрезъ прилитіе амміака и хорошо отмытый осадокъ водной окиси желѣза, съ желѣзными пластинками, взятыми въ избыткѣ. При этомъ вода разлагается съ отдѣленіемъ водорода, и отдѣленіе это продолжается до тѣхъ поръ, пока не образуется количество закиси желѣза, необходимое для превращенія всей находящейся въ смѣси окиси въ магнитную окись. Продуктомъ является черный порошокъ водной магнитной окиси, отъ которой отмутиваніемъ отдѣляютъ прибавленные въ избыткѣ желѣзные пластинки. При накалываніи въ тиглѣ сухаго однохлористаго желѣза съ избыткомъ углекислаго натра, также получается магнитная окись, которая, при выщелачиваніи всей массы водой, остается въ видѣ чернаго кристаллическаго порошка, который можетъ быть просушиваемъ безъ дальнѣйшаго окисленія <sup>2)</sup>). Если въ закрытомъ сосудѣ облить соляной кислотой смѣсь водной окиси желѣза и безводной магнитной окиси, и если количество соляной кислоты достаточно только для растворенія находящейся въ смѣси закиси, то только этотъ послѣдній окиселъ и растворяется.

**Желѣзная окалина.**—При накалываніи желѣза до красна, поверхность его покрывается окисломъ, который откакиваетъ пластинками при сгибаніи этого желѣза, или при погруженіи его въ воду. Этотъ окиселъ, извѣстный подъ именемъ *желѣзной окалины* (*battitures de fer, scories de marteau*), имѣетъ черный цвѣтъ, непрозраченъ, съ слабымъ металлическимъ блескомъ; онъ плавится при весьма высокой температурѣ и обладаетъ сильными маг-

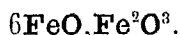
<sup>1)</sup> Gmelin, Handbook, t. V, p. 192,

<sup>2)</sup> Liebig et Wöhler, Berzelius, Traité, t. II, p. 672.

питными свойствами. Берцеліусъ изслѣдовалъ желѣзную полосу, которая втеченіи двадцати четырехъ часовъ накаливалась въ печи; она была покрыта корой въ 1 линію съ небольшимъ толщиной, которая въ изломѣ представляла два весьма явственные слоя. Внутренній слой имѣлъ бурый цвѣтъ, былъ пузырчатый, съ слабымъ блескомъ, и слабо притягивался магнитомъ; наружный слой съ поверхности былъ покрытъ тонкой пластинкой желѣзной окиси краснаго цвѣта; изломъ его былъ плотный, блестящій, желѣзно-сѣраго цвѣта; слой этотъ былъ твердый и обладалъ большею вязкостью и способностью притягиваться магнитомъ, нежели первый. Оба эти слоя, каждый отдѣльно, были разложены Мозандеромъ. Вотъ его результаты:

	Процентный составъ.	
	Внутрен. слой.	Наружн. слой.
Закиси желѣза. . . . .	72.92	64.23
Окиси желѣза . . . . .	27.08	35.77

Изслѣдуя отдѣльно пополамъ каждый слой, Мозандеръ нашелъ, что въ наружномъ слой, по мѣрѣ приближенія къ центру, количество окиси желѣза уменьшается, тогда какъ составъ внутренняго слоя остается во всей его массѣ совершенно однороднымъ и можетъ быть выраженъ формулой:



Смѣть производилъ слѣдующія изслѣдованія надъ желѣзной окалинной. Для опытовъ имъ былъ взятъ кусокъ желѣза толщиной въ 2.3 дюйма и длиною въ 4.5 дюйм., и шесть кусковъ листового желѣза 4.5 дюймовъ длиною, въ 1 дюйм. шириною и толщиной въ 0.06 дюйм. Эти послѣдніе шесть кусковъ были сложены въ пакетъ, и для того, чтобы они не соприкасались между собой, были переложены толстой желѣзной проволокой. За тѣмъ все это было положено на огнепостоянный кирпичъ и помещено въ муфель, температуру котораго постепенно отъ вишневокраснаго довели до бѣлаго каленія. По прошествіи двухъ съ половиною часовъ изъ печки вытащили одинъ изъ кусковъ листового желѣза и по охлажденіи изслѣдовали покрывавшую его окалину. Она весьма легко отдѣлялась съ поверхности желѣза и состояла изъ трехъ слоевъ:

1. *Наружный слой.*—Цвѣтъ сѣро-черный, съ нѣкоторымъ оттѣнкомъ краснаго; блескъ тусклый, но въ нѣкоторыхъ мѣстахъ металлическій; хрупкій, весьма тонкій, иногда пузырчатый; магнитомъ не притягивается. Въ тонкомъ порошокѣ имѣетъ буро-красный цвѣтъ.

2. *Средній слой.*—Цвѣтъ сѣровато-черный; блескъ металлическій; изломъ блестящій, волокнисто-кристаллическій; волокна расположены поперегъ поверхности; сильно притягивается магнитомъ; порошокъ черный. Толщина этого слоя приблизительно 0.03 дюйм. Это тотъ слой, гдѣ собственно окалина вполне образована.



3. *Внутренний слой.*—Онъ находится въ непосредственномъ соприкосновеніи съ металлическимъ железомъ. Это слой весьма тонкій, черный, кристаллическій, покрытый весьма мелкими октаэдрическими кристаллами. При изгибании желѣза, слой этотъ весьма легко отъ него отдѣляется и тогда видно, что желѣзо въ нѣкоторыхъ мѣстахъ покрыто этими мелкими кристаллами; порошокъ черный; магнитомъ притягивается, но слабѣ № 2.

Каждый изъ этихъ слоевъ былъ тщательно отдѣленъ отъ другихъ смѣжныхъ и подвергнутъ химическому анализу, результаты котораго мы здѣсь приводимъ:

	1	2	3
	Наружн. слой	Средн. слой.	Внутрен. слой.
Закиси желѣза. . . . .	1.20	59.49	73.81
Окиси желѣза . . . . .	98.80	40.51	26.19
	<u>100.00</u>	<u>100.00</u>	<u>100.00</u>
Проц. желѣза . . . . .	70.09	74.64	75.74
Формулы . . . . .	$Fe^2O^3$	$3Fe^2O^3+10FeO$ или $3Fe^3O^4+7FeO$	$Fe^2O^3+6FeO$ или $Fe^3O^4+5FeO.$

Между тѣмъ накаливаніе въ муфель все продолжали, возвышая постепенно температуру отъ ярко-краснаго до красно-бѣлаго каленія, и за тѣмъ, по прошествіи двухъ часовъ, снова былъ взятъ на пробу кусокъ листового желѣза. Покрывавшая его окалина состояла также изъ трехъ слоевъ, которые по наружному виду и физическимъ свойствамъ совершенно были похожи на только что описанные. Здѣсь ограничились только разложеніемъ наружнаго и среднего слоевъ:

	1.	2.
	Наружный слой.	Средній слой.
Закиси желѣза . . . . .	0.69	52.01
Окиси желѣза . . . . .	98.63	47.67
	<u>99.32</u>	<u>99.68</u>
Проц. желѣза . . . . .	69.58	72.39
Формулы . . . . .	$Fe^2O^3$	$2Fe^2O+5FeO$ или $2Fe^3O^4+3FeO$

За тѣмъ дали муфелю постепенно охладиться и на слѣдующее утро вынули изъ него оставшіеся тамъ куски желѣза. Внутренній слой окисины, отдѣленный отъ одного изъ кусковъ листового желѣза, далъ слѣдующіе результаты при анализѣ:

Закиси желѣза . . . . .	53.23
Окиси желѣза. . . . .	46.77
	<u>100.00</u>
Проц. желѣза. . . . .	74.14
Формула . . . . .	$2Fe^2O^3+5FeO$ или $2Fe^3O^4+3FeO$

Кусокъ полосоваго желѣза также былъ покрытъ тремя слоями окисла, которые по наружнымъ признакамъ вполнѣ были сходны съ вышеприведенными. Анализъ наружнаго и средняго изъ нихъ далъ слѣдующіе результаты:

	1.	2.
	Наружный слой.	Средній слой.
Закиси желѣза . . . . .	0.32	40.94
Окиси желѣза . . . . .	99.68	59.06
	<u>100.00</u>	<u>100.00</u>
Проц. желѣза . . . . .	70.02	73.18
Формула . . . . .	$\text{Fe}^2\text{O}^3$	$2\text{Fe}^2\text{O}^3 + 3\text{FeO}$ или $2\text{Fe}^3\text{O}^4 + \text{FeO}$

Конецъ полосоваго желѣза, подвергавшійся наивысшей температурѣ въ глубинѣ муфели, былъ покрытъ слоемъ около 0.5 линіи толщиною, особенной бархатовидной окиси волнистаго сложенія съ кристаллическимъ изломомъ. Нижняя часть ея была тусклая и представляла собой дурно сформированные кристаллы. Порошокъ ея темнаго красновато-бурого цвѣта хорошо притягивался магнитомъ. Она хорошо растворялась въ соляной кислотѣ, оставляя только клочковатые слѣды кремнезема. Составъ ея:

Закиси желѣза . . . . .	10.73
Окиси желѣза. . . . .	89.27
	<u>100.00</u>
Проц. желѣза. . . . .	65.93
Формула . . . . .	$4\text{Fe}^3\text{O}^3 + \text{FeO}$ или $\text{Fe}^3\text{O}^4 + 3\text{Fe}^2\text{O}^3$ .

Кусокъ листового желѣза, во время одного опыта, при продолжительномъ прокаливаніи въ муфелѣ, совершенно обратился въ окиселъ, при чемъ однако сохранилъ свою первоначальную форму. Этотъ окиселъ имѣлъ черный цвѣтъ и былъ плотный но хрупкій; паружная поверхность его имѣла слабый металлическій блескъ, а порошокъ притягивался магнитомъ. Составъ его:

Закиси желѣза . . . . .	54.89
Окиси желѣза. . . . .	37.49
Кремнезема (по разности) . . . .	7.62
	<u>100.00</u>
Проц. желѣза . . . . .	68.94

Желѣзная кислота  $\text{FeO}^3$  <sup>1)</sup>.—Эта формула желѣзной кислоты подтверждена изслѣдованіями Фреми, Смита и Гейнриха Розе. Сколько извѣстно, кислота эта въ отдѣльномъ состояніи не существуетъ. Соли ея характеризуются яркимъ краснымъ цвѣтомъ. Желѣзно-кислое кали легко растворяется

<sup>1)</sup> Recherches sur les acides métalliques, par. M. Ed. Frémy, Ann de Chim. et de Phys., t. XII, p. 364; 1844.

въ водѣ и сообщаетъ раствору превосходный красно-фіолетовый цвѣтъ. Избытокъ ѣдкаго кали его осаждаетъ, при чемъ оно становится чернымъ. При нагреваніи раствора желѣзно-кислаго кали до кипѣнія, соль эта быстро разлагается. Изъ раствора выдѣляется кислородъ, осаждается окисъ желѣза и окисъ кали остается свободной. Присутствіе какаго-нибудь мелко раздробленнаго тѣла, напр. окиси желѣза, также способствуетъ разложенію этой соли, подобно перекипи водорода. Замѣчательно, что примѣсь хлористыхъ щелочей, по наблюденіямъ Фреми, дѣлаетъ желѣзно-кислое кали болѣе постояннымъ, такъ что оно только слабо разлагается даже при кипяченіи. Избытокъ хлора, равно какъ и амміака, разлагаютъ желѣзно-кислое кали. Сильныя кислоты также его разлагаютъ, причемъ свободная желѣзная кислота мгновенно распадается на кислородъ и осаждающуюся окисъ желѣза. Соляная кислота разлагаетъ желѣзно-кислое кали на двугрехъ-хлористое желѣзо и хлористый калий. Органическія вещества также быстро разлагаютъ его, такъ что его даже нельзя процѣживать чрезъ бумажныя цѣдильни.

Желѣзно-кислое кали можно приготовить слѣдующимъ образомъ, по способу Фреми: въ гессенскомъ тиглѣ накаливаютъ, при температурѣ краснаго каленія, 5 граммовъ тонкихъ пластинокъ, приготовленныхъ изъ чистаго желѣза, и затѣмъ бросаютъ туда 10 граммовъ сплавленной и истолченной въ порошокъ селитры. Дѣйствіе этихъ веществъ одного на другое начинается мгновенно, и нужно принять предосторожности, чтобы вещества не были выкинуты изъ тигля. Его закрываютъ крышкой и даютъ ему охладиться. Получается красно-фіолетовая масса, заключающая въ себѣ большое количество желѣзно-кислаго кали.

Смитъ <sup>1)</sup> рекомендуетъ слѣдующій способъ: готовятъ тѣсную смѣсь изъ одной части чистой окиси желѣза и четырехъ частей сухой и истолченной въ мелкій порошокъ селитры. Смѣсь эту кладутъ въ тигель, вмѣстимость котораго по крайней мѣрѣ вдвое болѣе той, какая необходима для помѣщенія смѣси, и плотно закрываютъ крышкой, въ которой оставлены нѣсколько отверстій для выхода газовъ. Все это накаливается втеченіи одного часа, если количество смѣси приблизительно 200 грам., при температурѣ ярко-краснаго каленія. Продолжительность операціи вполнѣ зависитъ отъ количества смѣси; но температура никогда не должна превосходить ярко-красное каленіе. При хорошемъ веденіи операціи желѣзно-кислое кали получается въ видѣ красновато-бурой, пористой массы, расплывающейся на воздухѣ, такъ что его необходимо истолочь пока оно находится еще въ нагрѣтомъ состояніи и затѣмъ его можно сохранять весьма продолжительное время въ банкахъ съ хорошо притертыми пробками.

<sup>1)</sup> Phil. Mag., t. XXIII, p. 219; 1843.

Для растворенія желѣзно-кислаго кали рекомендуютъ замерзлую воду. Приготовленная однимъ изъ только что описанныхъ способовъ, соль эта, по словамъ Фреми, постоянно заключаетъ въ себѣ нѣкоторое количество перекиси калия, которая, дѣйствіемъ воды, тотчасъ-же разлагается.

Можно приготовить желѣзно-кислой кали также, прокаливая смѣсь ѣдкаго кали и окиси желѣза въ струи воздуха, или, еще лучше, кислорода; накаливая до красна въ желѣзномъ тиглѣ смѣсь перекиси калия и окиси желѣза, и наконецъ также прокаливая смѣсь окиси желѣза, ѣдкаго кали и селитры. Мокрымъ путемъ эта соль образуется при пропусканіи хлора чрезъ насыщенный растворъ ѣдкаго кали, въ которомъ плаваетъ водная окись желѣза. Въ растворъ этотъ время отъ времени прибавляютъ кусочки ѣдкаго кали, потому что желѣзно-кислая окись калия образуется только въ сильно щелочныхъ жидкостяхъ. Жидкость нагревается и изъ нея отдѣляется значительное количество кислорода. Погружая чугунную пластинку въ растворъ, заключающій четыре части воды на одну часть ѣдкаго кали, Поггендорфъ получилъ на ней микроскопическіе кристаллы желѣзно-кислой окиси калия.

Желѣзно-кислый натръ можетъ быть приготовленъ описаннымъ выше мокрымъ путемъ; сухимъ путемъ онъ не образуется. Растворъ его краснаго цвѣта, похожій на растворъ желѣзно-кислаго кали; ѣдкій натръ въ немъ осадка не производитъ.

Прибавляя къ раствору желѣзно-кислаго кали растворъ азотно-кислаго барита или хлористаго барія, получаютъ осадокъ желѣзно-кислаго барита. Онъ пурпурно-краснаго цвѣта, нерастворимъ въ водѣ и обладаетъ большимъ постоянствомъ, нежели растворимыя желѣзнокислыя соли. Его можно кипятить въ продолженіи нѣкотораго времени въ водѣ безъ того, чтобъ онъ разлагался. Органическія вещества на него дѣйствуютъ очень слабо, такъ что его можно промывать на бумажной філтрѣ. Сильныя кислоты его разлагаютъ, образуя соответственныя соли желѣза и барита и выдѣляя кислородъ. Слабая уксусная кислота его растворяетъ, окрашиваясь при этомъ въ красный цвѣтъ, который исчезаетъ при нагреваніи; при этомъ образуется уксусно-кислая окись желѣза и кислородъ становится свободнымъ.

Желѣзно-кислая окись кали не даетъ осадковъ при прилитіи солей стронція, извести и магнези. Она разлагается дѣйствіемъ металлическихъ солей, окислы оснований которыхъ способны переходить въ высшую степень окисленія; таковы напр. соли марганца, никеля, кобальта и пр. При этомъ окислы высшихъ степеней этихъ металловъ осаждаются.

Смиту удалось получить растворы желѣзно-кислаго кали и натра изумрудно-зеленаго цвѣта; это подало поводъ ему думать, что въ этихъ соединеніяхъ желѣзо находилось въ болѣе низкой степени окисленія, нежели въ желѣзной кислотѣ. Меньшее количество, приблизительно вполонину, селитры,

взятой при приготовленіи желѣзно-кислаго кали, по видимому способствуетъ образованію зеленого соединенія, которое гораздо постояннѣе краснаго и обнатуривается послѣ того, какъ послѣднее разложено кипяченіемъ.

Фреми первому мы обязаны подробнымъ изслѣдованіемъ свойствъ желѣзной кислоты, хотя гораздо ранѣе его уже было извѣстно, что отъ дѣйствія селитры на желѣзо, при температурѣ краснаго каленія, получается соединеніе, окрашивающее воду въ темно-красный цвѣтъ. Сталь, говорятъ, первый замѣтилъ это свойство <sup>1)</sup>).

Если смѣсь равныхъ частей желѣзныхъ обрѣзковъ и селитры ввести въ сильно-раскаленный тигель и за тѣмъ бросить въ воду, то происходитъ взрывъ и получается фіолетовый или синевато-красный растворъ, весьма непостоянный. Хотя этотъ растворъ и процѣживается въ первое время чрезъ бумажную цѣдильку безъ разложенія, но если его оставить на нѣсколько часовъ въ покоѣ, то желѣзо выдѣляется изъ него въ видѣ кирпично-краснаго порошка. Щелочи также мгновенно осаждаютъ изъ этого раствора металлическое желѣзо <sup>2)</sup>).

## ЖЕЛѢЗО И ВОДА.

При обыкновенной температурѣ желѣзо, даже въ состояніи самаго мелкаго раздробленія, не дѣйствуетъ на воду, если только изъ нея удаленъ воздухъ; но при температурѣ даже далеко ниже  $100^{\circ}$  Ц. порошокъ желѣза ее разлагаетъ. По изслѣдованіямъ Дика, порошокъ желѣза, полученный чрезъ возстановленіе желѣзной окиси водородомъ, разлагаетъ воду при  $55^{\circ}$  Ц. и разложеніе это усиливается по мѣрѣ возвышенія температуры. При этомъ изъ жидкости отдѣляется водородъ, а желѣзо превращается въ магнитную окись. Если возстановленное водородомъ изъ окиси желѣзо прокипятить въ водѣ, и потомъ обработать совершенно нейтральной смѣсью растворовъ хлористой мѣди ( $\text{CuCl}$ ) и хлористаго натрія, то небольшое количество неокислившагося желѣза въ этой смѣси растворится, а въ остаткѣ получится черная масса, сильно дѣйствующая на магнитъ и растворяющаяся въ хлористоводородной кислотѣ, съ образованіемъ одно-хлористаго и двухрѣхъ-хлористаго желѣза.

<sup>1)</sup> Gmelin, Handbook, T. V, S. 263.

<sup>2)</sup> The Chemical Works of Gaspar Neumann, M. D. professor of chemistry at Berlin, F. R. S., etc. Abridged and methodized, with large additions containing the latest discoveries and improvements made in chemistry and the arts depending thereon. By William Lewis, M. B. F. R. S., London, p. 73; 1749.

Чтобы доказать полнѣйшее бездѣйствіе воды на желѣзо при обыкновенной температурѣ и въ отсутствіи воздуха, Дикъ помѣстилъ въ стеклянную трубку, вытянутую съ обѣихъ концовъ, пластинку желѣза и облилъ ее перегнанной и прокипяченной водой. За тѣмъ онъ пропускалъ черезъ эту трубку струю совершенно чистаго водорода и по прошествіи нѣкотораго времени запалялъ ее съ обѣихъ концовъ. Желѣзо оставалось болѣе двухъ лѣтъ въ этой трубкѣ, при чемъ поверхность его совершенно сохранила свой первоначальный блескъ и не выказывала даже и слѣда ржавчины. При совмѣстномъ дѣйствіи сырости и воздуха, желѣзо ржавѣетъ, или окисляется, при обыкновенной температурѣ. Присутствіе даже самаго ничтожнаго количества нѣкоторыхъ постороннихъ веществъ, какъ напр. сѣрнистаго водорода, хлора, хлористоводородной и уксусной кислотъ, усиливаетъ образованіе ржавчины на желѣзѣ въ сыромъ воздухѣ.

Почти всякая ржавчина содержитъ въ себѣ нѣкоторое количество амміака; это подало поводъ думать, что желѣзо, находясь во влажномъ воздухѣ, окисляется и на счетъ кислорода воздуха и на счетъ кислорода воды, и водородъ, становясь свободнымъ, въ моментъ выдѣленія, соединяется съ азотомъ воздуха, а образовавшійся амміакъ поглощается ржавчиною. Но прежде чѣмъ утверждать достовѣрность этой теоріи слѣдуетъ рѣшить вопросъ, не поглощаетъ-ли образовавшаяся въ ржавчинѣ водная окись готовый амміакъ изъ воздуха, который его постоянно въ нѣкоторомъ количествѣ содержитъ.

Растворенная въ водѣ углекислота, даже въ отсутствіи воздуха, растворяетъ желѣзо съ выдѣленіемъ водорода. Образовавшаяся углекислая окись желѣза, при выдѣленіи изъ раствора избытка углекислоты, осаждается при доступѣ воздуха, превращаясь въ окись желѣза <sup>1)</sup>. К. Гауеръ, пропускавъ втеченіи нѣсколькихъ часовъ углекислоту, при обыкновенномъ атмосферномъ давленіи, черезъ воду, въ которой плавало мелкоиздробленное желѣзо (возстановленное водородомъ изъ окиса), нашелъ въ растворѣ 0.091 проц. углекислой окиси желѣза. Эта способность растворенія уничтожается, если въ растворѣ находятся углекислыя щелочи <sup>2)</sup>.

Цинкъ, находясь въ непосредственномъ соприкосновеніи съ желѣзомъ, предохраняетъ его отъ ржавчины; олово, напротивъ того, способствуетъ ея образованію. Покрывая поверхность желѣза жирными веществами, также можно весьма хорошо сохранять его. Особенно хорошо дѣйствуетъ въ этомъ отношеніи смѣсь обыкновенной древесной смолы съ галлипольскимъ масломъ и терпентиномъ.

Въ краснокалильномъ жарѣ и при еще болѣе возвышенной температурѣ,

<sup>1)</sup> Golfier-Besseyer, J. u. K. Jahresb., S. 338; 1831.

<sup>2)</sup> L. u. K. Jahresb., S. 189; 1860.

желѣзо быстро разлагаетъ воду, при чемъ отдѣляется водородъ и образуется магнитная окись ( $\text{Fe}^3\text{O}^4$ ) въ видѣ мелкихъ октаэдрическихъ кристалловъ. Чѣмъ выше при этомъ температура, тѣмъ и кристаллы совершеннѣе, если только подвергать раскаленное желѣзо дѣйствию по возможности правильнаго притока водяныхъ паровъ.

### Ж Е Л Ѣ З О И С Ѣ Р А .

Желѣзо имѣетъ весьма большое сродство къ сѣрѣ. Въ краснокалийномъ жарѣ оба эти элемента весьма энергично соединяются между собой, при чемъ температура сильно возвышается. Весьма хорошій опытъ, хотя и столь часто повторяемый, подтверждаетъ это. Опытъ этотъ состоитъ въ томъ, что если раскалить желѣзаную полосу въ кузнечномъ горну до тѣхъ поръ, пока она начнетъ отдѣлять отъ себя искорки, и за-тѣмъ прикоснуться къ ней палочкой сѣры, то желѣзо начинаетъ весьма сильно блестя и сплавляться въ шарикъ сѣрнистаго желѣза. Существуютъ весьма многія и совершенно опредѣленные соединенія желѣза съ сѣрой. Чтобы опредѣлить прямое образованіе сѣрнистаго желѣза мокрымъ путемъ, были производимы слѣдующіе опыты въ герметически закупоренныхъ стеклянныхъ трубкахъ. Пластика желѣза была погружена въ растворъ многосѣрнистаго калия, за-тѣмъ вымыта водой и растворена въ хлористо-водородной кислотѣ, при чемъ она отдѣляла только весьма слабый запахъ сѣрнистаго водорода.

Въ растворѣ многосѣрнистаго калия былъ опущенъ (11 февраля 1853 г.) кусочекъ листоваго желѣза и сосудъ былъ закрытъ каучуковой пробкой, не пропускающей воздухъ. При открытіи сосуда въ январѣ 1863 были замѣчены слѣдующія измѣненія: на днѣ раствора осѣли полупрозрачные кристаллы сѣры, свѣтло-желтаго цвѣта; желѣзо было покрыто чернымъ сосцевиднымъ веществомъ, при изгибаніи оно оказалось совершенно раздѣленнымъ, за исключеніемъ весьма небольшой части внутри кусочка, и превращеннымъ въ сѣрнистое желѣзо, плотнаго сложенія, слабо металлическаго блеска, бронзовидной наружности и совершенно не дѣйствующаго на магнитъ. Наружная черная оболочка была тщательно отдѣлена, а сѣрнистое соединеніе было промыто водой и высушено между пропускной бумагой. По изслѣдованіямъ Смита оказалось, что порошокъ этого соединенія имѣлъ черный цвѣтъ, принимающій буроватый оттѣнокъ при сохраненіи втеченіи нѣкотораго времени въ закрытой стеклянной трубкѣ. Холодная вода на него дѣйствуетъ весьма слабо, тогда какъ горячая быстро извлекаетъ изъ него сѣристую щелочь. Оно растворяется въ соляной кислотѣ съ отдѣленіемъ сѣрнистаго водорода и слабымъ выдѣленіемъ сѣры. При нагреваніи до  $100^{\circ}$  Ц. оно теряетъ 5 проц. воды, при чемъ кажется остается безъ разложенія. Въ ста частяхъ оно содержитъ:

	1.	2.	Просушенное при 100° Ц.
Желѣза . . . . .	52.68	52.60	55.41
Сѣры. . . . .	29.90	»	31.48

Для образованія односѣрнистаго желѣза ( $\text{FeS}$ ), 55.41 ч. желѣза потребовали-бы 31.64 ч. сѣры. Кромѣ того въ соединеніи этомъ оказалось нѣкоторое количество каіія. На этомъ и ограничились изслѣдованія Смита, по причинѣ весьма малаго количества полученнаго при опытахъ вещества.

Небольшая пластинка полированнаго желѣза, погруженная въ растворъ сѣрноватистокислаго патра ( $\text{NaOS}^2\text{O}^2$ ), сдѣлалась совершенно черною. Хлористоводородная кислота растворяла эту черную массу съ выдѣленіемъ сѣрнистаго водорода, что доказываетъ, что желѣзо при этомъ опытѣ обратилось въ сѣрнистое соединеніе. Окись желѣза, въ видѣ краснаго желѣзняка, истолченная въ порошокъ, какъ крупный такъ и тонкій, при всѣхъ подобныхъ опытахъ оставалась безъ измѣненія.

Малосѣрнистое желѣзо.  $\text{Fe}^8\text{S}$ .—Существованіе этого соединенія принято на основаніи изслѣдованій Арфведсона, который описываетъ его какъ порошокъ черно-сѣраго цвѣта, дающій, при треніи о твердое тѣло, сѣрую металлическую черту и содержащій 6.67 процентовъ сѣры. Отъ дѣйствія слабыхъ кислотъ, оно выдѣляетъ приблизительно 7 объемовъ водорода и 1 объемъ сѣрнистаго водорода. Образуется оно, если прокалить въ струѣ водорода, при температурѣ краснаго каленія, основную сѣрно-кислую окись желѣза ( $2\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{SO}^3$ ). При этомъ отдѣляются вода, сѣрнистая кислота и весьма большое количество сѣрнистаго водорода.

Полусѣрнистое желѣзо.  $\text{Fe}^2\text{S}$ .—Это соединеніе также было открыто Арфведсономъ и получается чрезъ прокалываніе безводной сѣрнистой закиси желѣза въ струѣ водорода. Оно сильно притягивается магнитомъ и, при раствореніи въ слабыхъ кислотахъ, выдѣляетъ равные объемы водорода и сѣрнистаго водорода. Оба вышеописанныя соединенія желѣза съ сѣрою, при прокалываніи въ струѣ сѣрнистаго водорода, превращаются въ соединеніе, совершенно сходное съ магнитнымъ колчеданомъ ( $5\text{FeS}, \text{Fe}^2\text{S}^3$ ).

Односѣрнистое желѣзо.  $\text{FeS}$ .—Получается при совмѣстномъ накалываніи желѣза и сѣры. Въ большомъ видѣ его готовятъ, прокаливая въ тиглѣ желѣзное кроше и вводя туда время отъ времени кусочки сѣры, наблюдая при этомъ, чтобы воздухъ по возможности не имѣлъ туда доступа. Однако все-таки этимъ путемъ весьма трудно получить совершенно чистое односѣрнистое желѣзо (не содержащее другихъ сѣрнистыхъ соединеній его), хотя-бы его потомъ и переплавлять съ сѣрой. Главная причина этого затрудненія заключается въ томъ, что во время процесса необходимо поддерживать избытокъ желѣза, и потому полученный продуктъ, при обработкѣ слабыми кислотами, вмѣстѣ съ сѣрнистымъ водородомъ выдѣляетъ также



чистый водородъ. При избыткѣ-же сѣры, напротивъ того, получается сѣрнистое желѣзо оставляющее при раствореніи остатокъ сѣры <sup>1)</sup>. — По этому Берцелиусъ совѣтуетъ брать всегда для опыта довольно толстые желѣзные листы, прокаливать ихъ съ сѣрой въ тиглѣ при температурѣ ниже той, какая потребна для плавленія образовавшагося уже сѣрнистаго соединенія, за-тѣмъ, изгибая осторожно взадъ и впередъ желѣзные листы, заставляя отскакивать сѣрнистое желѣзо, которымъ въ видѣ корки эти листы покрыты. Приготовленное Гохштеттеромъ по этому способу сѣрнистое желѣзо содержало 60.63 проц. желѣза, т. е. на 3 проц. менѣе, нежели необходимо по формулѣ; порошокъ его слабо дѣйствовалъ на магнитъ. Можно получить также односѣрнистое желѣзо, прокаливая въ закрытомъ тиглѣ двусѣрнистое его соединеніе ( $\text{FeS}^2$ ) при температурѣ сильнаго краснаго каленія; при этомъ половина сѣры изъ двусѣрнистаго желѣза выдѣляется. Также получаютъ его, прокаливая смѣсь, въ подлежащей пропорціи, металлическаго и двусѣрнистаго желѣза. Такъ какъ послѣднее находится въ большомъ количествѣ въ природѣ, то этотъ способъ, хотя и не дающій продуктъ совершенно опредѣленнаго состава, все-таки можно считать однимъ изъ самыхъ дешевыхъ и наиболѣе пригодныхъ для приготовленія односѣрнистаго желѣза въ тѣхъ случаяхъ, когда послѣднее должно служить только матеріаломъ при полученіи сѣрнистаго водорода, который имѣетъ столь частыя примѣненія при химическихъ и металлургическихъ манипуляціяхъ, и достоинству котораго при этомъ нисколько не вредитъ содержаніе въ немъ свободнаго водорода.

Полученное однимъ изъ этихъ способовъ сѣрнистое желѣзо весьма хрупко, крупнозернистаго, некристаллическаго сложенія, съ неровнымъ изломомъ, слабого металлическаго блеска и темно-сѣраго цвѣта съ радужною побѣжалостью. На магнитъ не дѣйствуетъ. Въ краснокалильномъ жарѣ оно плавится, при чемъ становится чрезвычайно жидкимъ, не проникая однако, подобно свинцовому блеску, стѣнокъ глиняныхъ тиглей. Это соединеніе весьма постоянно и, въ отсутствіи воздуха, не разлагается даже при самыхъ высокихъ температурахъ. Въ сухомъ воздухѣ оно не измѣняется, но во влажномъ — окисляется, съ весьма значительнымъ повышеніемъ температуры, и превращается въ сѣрноокислую закись желѣза. Въ разведенныхъ кислотахъ оно легко растворяется съ отдѣленіемъ сѣрнистаго водорода.

Мокрымъ путемъ односѣрнистое желѣзо получается въ видѣ чернаго, аморфнаго, клочковатаго осадка, при прилитіи сѣрнистаго аммонія или односѣрнистаго калия въ растворы солей закиси желѣза. Въ избыткахъ этихъ реактивовъ оно не растворяется. Въ прикосновеніи съ воздухомъ, полученное мокрымъ путемъ односѣрнистое желѣзо разлагается, при чемъ образуется

<sup>1)</sup> Berzelius, Traité, t. II, p. 680.

водная окись желѣза, въ которое количество сѣрной кислоты и сѣра становится свободной. Въ кислотахъ, приготовленное мокрымъ путемъ сѣрнистое желѣзо растворяется несравненно легче, нежели приготовленное сухимъ путемъ. Оно разлагаетъ растворы солей кадмія, свинца, мѣди и серебра, превращая эти металлы въ сѣрнистыя соединения <sup>1)</sup>).

Сильно прокаливая смѣсь односѣрнистаго и металлическаго желѣза, получаютъ совершенно однородныя и хорошо сплавленные соединения. То-же самое происходитъ, если прокалывать металлическое желѣзо съ сѣрою, въ количествѣ, недостаточномъ для образования односѣрнистаго желѣза. Приготовленное, подобнымъ образомъ сѣрнистое соединеніе желѣза, содержавшее вмѣсто первоначальныхъ 36.36 проц сѣры только 29.9, по наружности совершенно походило на односѣрнистое желѣзо и магнитомъ не притягивалось. Составъ его можно было выразить формулой:  $Fe^2S + 2FeS$ . Тонкая желѣзная проволока, разрѣзанная на мелкіе куски, была смѣшана съ этимъ соединеніемъ желѣза и прокаливается въ глиняномъ тиглѣ, подъ прикрытіемъ толченаго стекла. Приводимъ здѣсь результаты двухъ подобныхъ опытовъ:

№ 1. Желѣзной проволоки . . . . .	124.36 грам.
Толченаго сѣрнистаго желѣза, съ содержаніемъ	
29 проц. сѣры . . . . .	62.18 »

Получился продуктъ, совершенно сплавленный и по всей массѣ совершенно однородный, сложенія кристаллическаго. Снаружи онъ былъ покрытъ чернымъ, стекловатымъ шлакомъ. При плавкѣ смѣсь потеряла 5.18 грам. въ вѣсъ; не принимая въ соображеніе эту потерю, продуктъ долженъ былъ бы заключать 9.96 проц. сѣры.

№ 2. Желѣзной проволоки . . . . .	93.27 грам.
Того-же сѣрнистаго желѣза, какъ и въ первомъ опытѣ . . . . .	93.27 »

Продуктъ покрытъ чернымъ шлакомъ, хорошо сплавленъ, болѣе кристаллическій нежели въ первомъ опытѣ. Безъ потери онъ долженъ былъ-бы содержать 14.95 проц. сѣры. Эти опыты показываютъ, что сѣрнистое желѣзо способно растворяться въ металлическомъ въ весьма, различныхъ пропорціяхъ.

*Дѣйствіе водорода при высокой температурѣ.* Односѣрнистое желѣзо, нагрѣтое въ струѣ водорода, не разлагается.

*Дѣйствіе водяныхъ паровъ.* При накаливаніи до красна въ струѣ водяныхъ паровъ, односѣрнистое желѣзо разлагается съ большою энергіей, нежели полусѣрнистая мѣдь. При этомъ отдѣляются водородъ и сѣрнистый водородъ, а въ остаткѣ получается черная масса, частями притягивающаяся магнитомъ. По изслѣдованіямъ Реншо, при дѣйствіи водяныхъ паровъ втеченіи трехъ часовъ на 4 грамма односѣрнистаго желѣза, помѣщеннаго въ

<sup>1)</sup> Anthon. Gmelin, Handbook, T. V, S. 230.

стеклянную трубку, только половина сѣры изъ него была выдѣлена. Появленіе водорода въ числѣ продуктовъ объясняютъ разложениемъ водяныхъ паровъ, при дѣйствіи на нихъ образующейся во время опыта закиси желѣза <sup>1)</sup>.

*Дѣйствіе углерода.* При сильномъ накаливаніи въ прикосновеніи съ углемъ, односѣристое желѣзо теряетъ часть сѣры, которая по всей вѣроятности выдѣляется въ видѣ двусѣристаго углерода <sup>2)</sup>. Гошштеттеръ дѣлалъ по этому случаю слѣдующія изслѣдованія. Односѣристое желѣзо было приготовлено по способу Берцелиуса, описанному уже нами на страницѣ 131, и содержало 60.63 проц. желѣза, т. е. на 3 проц. мѣнѣе, нежели нужно по формулѣ  $FeS$ . 16.19 грам. этого соединенія были накаливаемы втеченіи двухъ часовъ, при температурѣ ярко-бѣлаго каленія въ тиглѣ съ угольной набойкой и подъ прикрытіемъ угольнаго порошка. Полученный послѣ того сплавленный королекъ вѣсилъ 14.90 гр. и имѣлъ кристаллическій изломъ и почти черный цвѣтъ съ побѣжалостью. Онъ имѣлъ магнитныя свойства, и при раствореніи въ кислотахъ отдѣлялъ въ большомъ количествѣ сѣристый водородъ. Внизу этого королька замѣтили шарикъ, вѣсившій 0.78 гр., твердый, блестящій, въ изломѣ имѣющій серебрино-бѣлый цвѣтъ и обладающій сильно-магнитными свойствами. При кипяченіи въ рѣдкой хлористоводородной кислотѣ, онъ растворялся, съ выдѣленіемъ сѣристаго водорода и водорода и оставлялъ черный остатокъ, который, при кипяченіи въ царской водкѣ, превращался въ бѣлый порошокъ кремнезема, растворяющагося безъ остатка въ растворѣ углекислаго натра при кипяченіи. Опытъ былъ повторенъ три раза и получаемые результаты были совершенно одинаковы. Какъ большіе корольки такъ и вышеупомянутые шарики были подвергнуты химическому анализу, результаты котораго здѣсь приводимъ.

Номера.	Въсѣ употребленнаго сѣристаго желѣза	Въсѣ королька вмѣстѣ съ шариками.	Въсѣ шариковъ отдѣльно.	Потери вѣса въ процентахъ.	Составъ процентный корольковъ.		Содержаніе процентное желѣза въ шарикахъ.
					Желѣзо.	Сѣра.	
1	грам. 16.19	грам. 14.90	грам. 0.78	0.8	66.04	не опред.	87.26
2	12.95	10.69 <sup>1)</sup>	не взвѣш.	17.5	66.11	то-же	неопред.
3	10.36	9.33	то-же	10.0	66.25	33.55	то-же.
Средній . . . . .					66.13		

<sup>1)</sup> Всѣхъ корольковъ не могли собрать.

<sup>1)</sup> Regnault, Ann. des Mines, 3-e série, t. XI, p. 45.

<sup>2)</sup> Berthier, Traité, t. I, p. 488, и t. II, p. 191.

№ 4. Тѣсная смѣсь 97.16 грам. односѣрнистаго желѣза и большаго избытка угля была прокаливается втеченіи трехъ часовъ, при температурѣ бѣлаго каленія, въ закрытомъ тиглѣ съ угольной набойкой. Продуктомъ явились небольшіе корольки сѣрнистаго желѣза, разбросанныя въ массу угля. Корольки эти притягивались магнитомъ, при помощи котораго они и были отдѣлены изъ массы угля и снова сплавлены въ одинъ. Визу полученнаго такимъ образомъ королька также были замѣчены небольшіе шарики, совершенно сходные съ тѣми, о которыхъ мы уже говорили при описаніи первыхъ опытовъ. Въ королькѣ заключалось 67.09 проц. желѣза; въ шарикахъ же 89.53 желѣза и 9.41 проц. кремнезема. Какъ тотъ, такъ и другіе, при раствореніи въ хлористоводородной кислотѣ, отдѣляли водородъ и сѣрнистый водородъ.

Составъ королька можетъ быть выраженъ формулой  $\text{Fe}^2\text{S} + 6\text{FeS}$ , по которой въ этомъ соединеніи должно-бы было находиться 66.66 проц. желѣза и 33.34 проц. сѣры.

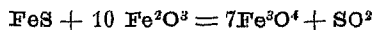
Вывода среднее изъ вышеприведенныхъ первыхъ трехъ опытовъ, потеря сѣры въ отношеніи къ 100 частямъ первоначально взятаго сѣрнистаго желѣза равна 8.32 частямъ, а въ отношеніи всей входящей въ соединеніе сѣры — 21.13 частямъ.

*Дѣйствіе окиси желѣза.* При прокалываніи смѣси односѣрнистаго желѣза съ желѣзной окисью во всевозможныхъ пропорціяхъ, даже при весьма возвышенной температурѣ, образованія металлическаго желѣза замѣчено не было. По предположенію Бертье, въ этомъ случаѣ окись желѣза возстановляется въ закись, образуется сѣрнистая кислота и сѣрнокислая закись желѣза; но только это предположеніе не подтверждается позднѣйшими изслѣдованіями Гохштеттера. Этотъ послѣдній бралъ для своихъ опытовъ искусственно приготовленную окись и сѣрнистое желѣзо, приготовленное по способу Берцелиуса (стр. 131). Смѣшивая оныя эти вещества между собой въ слѣдующихъ пропорціяхъ:

Количество, отнош. между взятыми веществами.	Вѣсъ сѣрн. желѣза въ граммахъ.	Вѣсъ желѣзн. окиси въ граммахъ.
№ 1. $\text{FeS} + 10\text{Fe}^2\text{O}^3$	0.71	12.95
2. $\text{FeS} + 5\text{Fe}^2\text{O}^3$	1.42	12.95
3. $2\text{FeS} + 3\text{Fe}^2\text{O}^3$	5.70	15.55

Тѣсная смѣсь обоихъ этихъ веществъ была накаливается въ закрытомъ глиняномъ тиглѣ, помѣщенномъ въ другой, также закрытый, графитовый тигель. Промежутокъ между обоими тиглями былъ наполненъ обожженой и превращенной въ порошокъ огнестойкой глиной. Результаты опытовъ получились слѣдующіе:

№ 1. Послѣ часового накаливанія при температурѣ легкаго краснаго каленія, получилась стекловатая, удобно отстающая отъ тигля масса, содержащая весьма небольшое количество сѣры и весьма хорошо притягивающаяся магнитомъ. Потери въ вѣсъ, послѣ опыта, равнялась 0.52 грам. Не надобно упускать изъ виду, что взятое для пробы сѣрнистое желѣзо содержало 3 проц. сѣры болѣе противъ нормальнаго, и что слѣдовательно отношеніе между сѣрой и кислородомъ на самомъ дѣлѣ существовало не вполне то, которое изображено формулой. При повтореніи опыта, когда вмѣсто 12.95 гр. окиси желѣза было взято 19.45 гр., полученная масса по наружности совершенно походила на первую, но не содержала и слѣдовъ сѣры. При анализѣ оказалось, что масса эта содержитъ 70.7 проц. желѣза, т. е. на 1.7 проц. менѣе, нежели въ чистой магнитной окиси; кромѣ того въ ней найдены слѣды кремнезема. Реакція, слѣдовательно, можетъ быть изображена формулой:



№ 2. Температура та-же. Продуктъ—стекловатая масса, удобно отстающая отъ тигля и притягивающаяся магнитомъ. Она содержала значительное количество сѣры.

№ 3. Смѣсь была накаливается втеченіи часа при температурѣ ярко-краснаго каленія. Масса получилась черная, хорошо сплавленная, съ стекловатымъ изломомъ, перемѣшанная съ частицами сѣрнистаго желѣза. Тигель оказался сильно развѣденнымъ.

*Дѣйствіе сѣрнокислой закиси или окиси желѣза.*—При накаливаніи съ этими соединеніями, сѣрнистое желѣзо разлагается, при чемъ отдѣляется огромная масса сѣрнистой кислоты; если смѣшать обѣ составныя части въ надлежащей пропорціи, то въ полученномъ продуктѣ не окажется ни слѣдовъ сѣрной кислоты, ни слѣдовъ сѣры. Подобнаго результата можно достигнуть, по словамъ Бертье, накаливая въ бѣлокалильномъ жару 2.4 гр. сѣрнистаго желѣза съ 13.2 гр. безводной сѣрнокислой окиси желѣза ( $\text{Fe}^2\text{O}^3, 2\text{SO}^3$ ), т. е. приблизительно въ отношеніи 1 къ 2 эквивалентамъ.

*Дѣйствіе окиси сѣнца.* Слѣдующіе результаты были найдены Бертье. <sup>1)</sup> Для того, чтобы ошлаковать 1 часть по вѣсу сѣрнистаго желѣза, необходимы 30 частей глета, и въ этомъ случаѣ желѣзо окислится только въ наименьшей степени:

	Отношеніе въ граммахъ.			
	1.	2.	3.	4.
Сѣрнистаго желѣза . . . . .	10	10	10	10
Глета . . . . .	60	125	250	300

№ 1. Продуктъ вязкій, сѣрый, шлакообразный, сильно магнитный. По

<sup>1)</sup> Traité I, p. 399.

составу онъ представлялъ собою сѣрнистыя соединенія желѣза и свинца, вмѣстѣ съ закисью перваго и окисью послѣдняго.

№ 2. Продуктъ—весьма жидкій шлакъ чернаго цвѣта, непрозрачный, съ блестящимъ изломомъ. На магнитъ сильно дѣйствуетъ, и, кромѣ другихъ составныхъ частей, содержитъ 36 грам. металлическаго свинца.

№ 3. Плотный, стекловатый, просвѣчивающій шлакъ, смоляно-краснаго цвѣта; содержитъ 67 грам. металлическаго свинца.

№ 4. По наружному виду походитъ на предыдущій, но вовсе не содержитъ сѣрнистыхъ соединеній. Изъ него были выдѣлены 70 грам. свинца.

Если согласиться съ Бертье и предположить, что при этихъ опытахъ желѣзо превращается только въ закись, то невольно рождается вопросъ, почему №№ 1 и 2 обладают магнитностью? Съ другой стороны, красный цвѣтъ №№ 3 и 4 также ясно доказываетъ, что въ этихъ соединеніяхъ, если не все желѣзо, то по крайней мѣрѣ отчасти превращено въ окись.

*Дѣйствіе углекислыхъ кали или натра.* — При накаливаніи въ краснокалильномъ жарѣ сѣрнистаго желѣза съ 1 или 2 частями по вѣсу углекислаго кали или натра, получается жидкая масса, которая, по охлажденіи, становится совершенно однородною, чернаго цвѣта, кристаллическаго сложенія и весьма магнитною. При кипяченіи съ водою, сѣрнистыя щелочи, съ небольшимъ избыткомъ сѣры, растворяются; но въ растворѣ не было замѣчено даже и слѣдовъ сѣрнокислыхъ солей, изъ чего видно, что кислородъ щелочной окиси весь соединяется съ желѣзомъ, а вовсе не съ сѣрой, такъ что окись желѣза непременно составляетъ одну изъ составныхъ частей продукта этой плавки.

Если подобную-же смѣсь плавить въ присутствіи угля, то результатъ получается иной: при этомъ отчасти образуется металлическое желѣзо, которое, при достаточно высокой температурѣ, сплавляется въ одинъ королекъ, легко отдѣляющійся отъ шлака <sup>1)</sup>. Бертье произвелъ слѣдующій опытъ:

Односѣрнистаго желѣза 1 пай . . . = 10.80 гр.  
Углекислаго натра 1 пай. . . . = 13.32 —

Смѣсь, накаленная при 150° по ширетру Веджевуда въ тиглѣ съ угольною набойкой, дала королекъ чугуна, кристаллическаго сложенія, но, до раздробленія, расклинчивающійся довольно значительно подъ молотомъ. Онъ вѣсилъ 5.3 гр., т. е. болѣе нежели четыре пятыхъ всего заключающагося въ сѣрнистомъ соединеніи желѣза перешло въ составъ этого королька. Шлакъ былъ пластинчататаго сложенія, чернаго цвѣта, съ нѣкоторою побѣжалостью; отчасти онъ всосался угольной набойкой.

<sup>1)</sup> Berthier, Traité, t. II, p. 192.

*Дѣйствие угля, смѣшаннаго съ баритомъ или известью.*—Односѣрнистое желѣзо, при накаливаніи со смѣсью древеснаго угля и барита или извести, восстанавливается большею частью; но такъ какъ пронсходящее при этомъ двойное сѣрнистое соединеніе весьма трудноплавко, то образующееся металлическое желѣзо не въ силахъ собраться въ одинъ королекъ и находится разбросаннымъ по всей массѣ шлака, въ видѣ едва замѣтныхъ частичекъ <sup>1)</sup>).

*Дѣйствие сѣрнистыхъ соединеній другихъ металловъ.*—Односѣрнистое желѣзо соединяется сухимъ путемъ съ сѣрнистыми соединеніями другихъ металловъ, не улетучивающимися при возвышенной температурѣ. Точно также оно имѣетъ способность соединяться и съ сѣрнистыми соединеніями щелочей и щелочныхъ земель; но только эти послѣдніе соединенія весьма мало изслѣдованы. Они разлагаются водой, которая извлекаетъ изъ нихъ растворимыя соединенія, оставляя односѣрнистое желѣзо въ сильно раздробленномъ видѣ. Получаются эти соединенія или чрезъ прямое ихъ сплавление въ закрытомъ тиглѣ, или чрезъ восстановление древеснымъ углемъ соответствующихъ имъ сѣрнокислыхъ солей.

Слѣдующіе два опыта произведены Бертье <sup>2)</sup>).

№ 1. Односѣрнистаго желѣза . . . . .	37
Сѣрнистаго барія . . . . .	63.

Полученное соединеніе плавится при 150° гр. при метра Веджевуда; плотное, однородное, темносѣраго цвѣта съ металлическимъ блескомъ, съ плотнымъ или кристаллическимъ изломомъ.

№ 2. Односѣрнистаго желѣза . . . . .	51
Сѣрнистаго кальція . . . . .	39.

Плавится трудно при 150° прир. Ведж., пузырчатое, сѣраго цвѣта съ слабымъ металлическимъ блескомъ.

Смѣть изслѣдовалъ слѣдующія полученныя имъ соединенія :

	Сѣрнист. свинца.	Односѣр. желѣза.
1. 2 PbS+FeS	373.10 гр.	68.66 гр.
2. PbS+FeS	373.10 >	137.32 >
3. PbS+2FeS	373.10 >	274.64 >

№ 1. Сплавлено подъ углемъ, перемѣшано деревяннымъ прутикомъ и медленно охлаждено. Продуктъ раздѣленъ на два явственныя слоя: верхній слой кристаллическій, цвѣтомъ похожій на свинцовый блескъ; нижній — еще гораздо болѣе кристаллическій, темный, менѣе блестящій.

№ 2. Сплавлено съ бурой. Масса однородная, темнаго синевато-сѣраго цвѣта. Шлакъ черный, окруженный съ поверхности игольчатыми кристаллами.

<sup>1)</sup> Berthier, Traité, t. II, p. 193.

<sup>2)</sup> Traité, t. II, p. 192.

№ 3. Масса кристаллическая, темносѣраго цвѣта, совершенно однородная, подобно № 2.

*Дѣйствіе кремнезема.*—Гохштеттеръ растиралъ вмѣстѣ 38.86 гр. односѣрнистаго желѣза (съ 62.4 проц. желѣза) и 97.16 гр. тонкаго бѣлаго песка. Послѣ двухъ часоваго прокаливанія въ глиняномъ тиглѣ, при температурѣ бѣлаго каленія, получалась стекловатая масса, которая по наружному виду представляла какъ-бы неизмѣненные односѣрнистое желѣзо и кремнеземъ.

При кипяченіи этой массы въ соляной кислотѣ до совершеннаго растворенія всѣхъ растворимыхъ веществъ, изъ жидкости въ большомъ количествѣ отдѣлялся сѣрнистый водородъ и въ растворъ перешло 61.33 проц. желѣза. Оставшійся нераствореннымъ кремнеземъ, содержалъ 4.7 проц. желѣза, которое было отдѣлено сплавленіемъ нерастворимаго остатка съ кислымъ сѣрнокислымъ кали. Этотъ опытъ позволяетъ намъ вывести заключеніе, что, при возвышенной температурѣ, кремнеземъ не оказываетъ существеннаго дѣйствія на односѣрнистое желѣзо.

*Совокупное дѣйствіе кремнезема и угля.*—Растирая въ ступкѣ 38.86 грам. тонкаго бѣлаго песка съ 19.43 грам. порошка древеснаго угля и 38.86 грам. истертаго въ порошокъ сѣрнистаго желѣза (содержащаго 60.63 проц. желѣза), и накаливая затѣмъ полученную тѣсную смѣсь втеченіи двухъ часовъ при бѣлокалильномъ жарѣ, Гохштеттеръ получалъ весьма слабо сплавленную массу, въ которой были раскиданы большіе и малые металлическіе корольки. Помощью намагниченнаго бруска корольки эти были извлечены изъ массы; ихъ отдѣлили, на сколько то было возможно, отъ окружающихъ песка и угля, и сплавили съ небольшою примѣсью глинозема въ закрытомъ тиглѣ. Полученные два королька были тверды и хрупки, сѣраго цвѣта, весьма кристаллическіе, но тусклые по направленію плоскостей спайности. Хлористоводородная кислота дѣйствовала на тонкій порошокъ ихъ, при чемъ отдѣлялся въ небольшомъ количествѣ сѣрнистый водородъ, и за тѣмъ оставался большой остатокъ, нерастворившійся, даже при кипяченіи, ни въ хлористоводородной кислотѣ, ни въ царской водкѣ. Для опредѣленія состава этого остатка, тонкій порошокъ его сплавили въ платиновомъ тиглѣ съ 1 ч. хлорноватокислаго кали и 4 ч. углекислыхъ кали и натра, взятыхъ по ровну.

Результаты этого опыта и двухъ другихъ подобныхъ показаны въ слѣдующей таблицѣ. Удѣльный вѣсъ королька, полученнаго при послѣднемъ опытѣ былъ 6.88.



Номера опытовъ.	Вѣсъ взятыѣхъ веществъ.			Процентный составъ корольковъ.			
	Сѣрнистаго желѣза.	Кремнезема.	Древеснаго угля.	Желѣза (по разности).	Кремнйя.	Сѣры.	Потери на 100 ч. сѣры.
	Гр.	Гр.	Гр.				
1	38.86	38.86	19.43	80.23	18.77	1.00	97.46
2	97.16 <sup>1)</sup>	97.16	51.82	83.28	15.32	1.40	96.28
3	129.55 <sup>1)</sup>	129.55	71.25	81.53	16.76	1.71	92.82

<sup>1)</sup> Сѣрнистое желѣзо содержало 62.4 проц. желѣза.

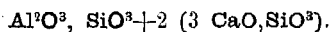
Изъ этихъ опытовъ видно, что совмѣстнымъ дѣйствіемъ кремнезема и углерода, при возвышенной температурѣ, односѣриное желѣзо почти совершенно разлагается. Если предположить, что во вѣсѣхъ этихъ случаяхъ остающаяся въ королькахъ сѣра соединена съ желѣзомъ по формулѣ:  $\text{Fe}^2\text{S} + 6 \text{FeS}$  (стр. 134), составъ перваго и третьяго продукта довольно точно можетъ быть выраженъ формулой  $\text{Fe}^2\text{Si}$ , а втораго— $\text{Fe}^4\text{Si}$ .

Процентный составъ, выведенный изъ этихъ формулъ будетъ:

Fe 79.1 и Si 20.9  
Fe 83.46 и Si 16.54

*Дѣйствіе кремнекислыхъ и борнокислыхъ щелочей.*— По словамъ Бертье, кремнекислыя и борнокислыя щелочи, содержащія въ своемъ составѣ нѣкоторый избытокъ кислоты, не оказываютъ на сѣриное желѣзо никакого дѣйствія. Если-же въ соляхъ этихъ, напротивъ того, преобладаютъ основанія, то часть ихъ, возстановленная при этомъ углемъ, возстановляетъ сама нѣкоторое количество желѣза, которое, при одинаковости вѣсѣхъ другихъ условий, бываетъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ температура, при которой ведется операція, выше <sup>1)</sup>). Подобное-же вліяніе можно приписать основной кремнекислой извести, какъ свободной, такъ и соединенной съ основнымъ кремнекислымъ глиноземомъ, что и происходитъ на самомъ дѣлѣ въ доменныхъ шлакахъ, когда плавка ведется на каменномъ углѣ или на коксѣ.

Составъ подобнаго шлака выражается формулой:



Хлористоводородная кислота его разлагаетъ, при чемъ постоянно отдѣляется сѣристый водородъ.

<sup>1)</sup> Traité des Essais, t. II, p. 193.

Эта способность основной кремнекислой извести выдѣлять изъ желѣза сѣру имѣеть огромное значеніе при фабрикаціи чугуна на коксѣ.

*Дѣйствіе кремнекислаго или борнокислаго марганца.*—Дѣйствіе этихъ соединеній марганца, на односѣристое желѣзо, по словамъ Бертье, совершенно сходно съ только что описаннымъ дѣйствіемъ кремнекислой извести. Все что намъ однако извѣстно по этому предмету, далеко не достаточно и не полно. Въмѣсто фактовъ, мы имѣемъ только однѣ догадки. Г. Парри увѣряеть, что во всѣхъ тѣхъ доменныхъ шлакахъ, которые содержатъ марганецъ, онъ находилъ значительное содержаніе сѣры. Такимъ образомъ въ шлакѣ, происходящемъ отъ плавки шпатоватаго желѣзняка, содержащаго 8 проц. закиси марганца, содержаніе сѣры доходило до 2 проц., тогда какъ въ шлакахъ, полученныхъ изъ рудъ, бѣдныхъ марганцемъ и проплавляемыхъ на томъ-же самомъ горючемъ матеріалѣ, количество сѣры было ничтожно, и напротивъ того, чугунъ содержалъ ее въ значительно большей пропорціи, чѣмъ въ первомъ случаѣ.

*Двухсѣристое желѣзо.  $\text{Fe}^2 \text{S}^2$ .*—Берцелиусу мы обязаны слѣдующими изслѣдованіями надъ этимъ соединеніемъ. Оно получается, если прибавлять, капля по каплѣ, растворъ сѣрникой кислоты окиси желѣза къ раствору какого нибудь сѣристой-водороднаго соединенія. Если поступить наоборотъ, т. е. прибавлять этотъ послѣдній растворъ къ раствору сѣрникой кислоты окиси, то окись возстановляется въ закись съ выдѣленіемъ сѣры. Двухсѣристое желѣзо весьма непостоянно, и разлагается при просушиваніи на воздухѣ. Сухимъ путемъ это соединеніе образуется весьма медленно, при пропусканіи сѣристаго водорода чрезъ нагрѣтую не выше  $100^\circ \text{C}$ . окись желѣза. Операцию продолжаютъ до тѣхъ поръ пока не прекратится отдѣленіе водяныхъ паровъ. При болѣе высокой температурѣ, въ подобномъ случаѣ, желѣзо разлагаетъ сѣристый водородъ и переходитъ въ двухсѣристое соединеніе. Это соединеніе имѣеть сѣрый цвѣтъ, переходящій нѣсколько въ желтый, впрочемъ не столько какъ въ сѣрномъ колчеданѣ, равно и блескъ его слабѣе послѣдняго. На магнитъ оно не дѣйствуетъ. Въ краснокальильномъ жару оно выдѣляетъ  $\frac{2}{3}$  заключающейся въ немъ сѣры и переходитъ въ магнитный колчеданъ. Въ слабой сѣрной и хлористоводородной кислотахъ двухсѣристое желѣзо отчасти растворяется, при чемъ отдѣляется сѣристый водородъ и остается въ остаткѣ двухсѣристое желѣзо, сохраняющее вполнѣ форму первоначально взятыхъ для опыта кусковъ. Двухсѣристое желѣзо въ сѣрныхъ соляхъ играетъ роль оснований (*sulfobase*); предполагають, что оно входитъ въ составъ мѣднаго колчедана ( $\text{Cu}^2 \text{S} + \text{Fe}^2 \text{S}^2$ ) и пестрой мѣдной руды (*minerais de cuivre panaché*, Buntkupfererz,  $3 \text{Cu}^2 \text{S} + \text{Fe}^2 \text{S}^2$ )<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Berzélius, Traité, t. II, p. 682.

Двусѣрнистое желѣзо или сѣрный колчеданъ.  $\text{FeS}^2$ . — Соединеніе это находится въ большомъ изобиліи въ природѣ и въ послѣднее время получило огромное значеніе въ технику, какъ матеріалъ для добычи сѣрной кислоты. Это есть тѣло двуформенное и кристаллы его принадлежатъ къ правильной и къ квадратной системѣ. Кубическіе кристаллы сѣрнаго колчедана имѣютъ латунино-желтый, а иногда и золото-желтый цвѣтъ, вслѣдствіи чего его нерѣдко принимаютъ за золото. Удѣльный вѣсъ его измѣняется отъ 4.9 до 5.1. Призматическое видоизмѣненіе сѣрнаго колчедана не столь распространено, какъ кубическое, и сопровождается большею частью каменный уголь. Его называютъ иногда бѣлымъ сѣрнымъ колчеданомъ, по причинѣ его сѣровато-бѣлаго и желтаго, слѣгка сѣроватаго, цвѣта. Удѣльный вѣсъ его измѣняется отъ 4.65 до 4.9. На воздухѣ призматическое видоизмѣненіе сѣрнаго колчедана измѣняется несравненно быстрѣе, нежели кубическое. Оба эти видоизмѣненія тверды, хрупки, при ударѣ объ твердую сталь даютъ искры и вовсе не магнитны. Такъ какъ ихъ химическія реакціи совершенно сходны между собою, то мы далѣе и не будемъ дѣлать въ нихъ различія, называя ихъ общимъ именемъ сѣрнаго колчедана.

Искусственно получаютъ это соединеніе различными способами: 1) Накаливая тѣсную смѣсь полученнаго сухимъ путемъ односѣрнаго желѣза съ половицинымъ по вѣсу количествомъ сѣры, и перегоня избытокъ сѣры при температурѣ ниже краснаго каленія. При этомъ двусѣрнистое желѣзо получается въ видѣ порошка темно-желтаго цвѣта, металлическаго вида, не дѣйствующаго на магнитъ и нерастворимаго при нагрѣваніи ни въ хлористоводородной, ни въ слабой сѣрной кислотахъ. 2) Нагрѣвая безводную или водную окись желѣза въ струѣ сѣрнаго водорода, при температурѣ выше  $100^\circ \text{C}$ ., но не достигающей вишнево-краснаго каленія. Въ началѣ образуется вода и сѣрнистая кислота, и какъ послѣдняя дѣйствіемъ сѣрнаго водорода разлагается, то получаемая при этомъ вода бываетъ мутна, отъ плавающей въ ней сѣры. За тѣмъ окись превращается въ нисшее сѣрнистое соединеніе, которое, мало-по-малу, переходитъ, на счетъ сѣрнаго водорода и выделяющейся сѣры, въ двусѣрнистое желѣзо. Операцию считаютъ оконченною, когда полученный продуктъ перестаетъ увеличиваться въ вѣсѣ. Если для подобнаго опыта употребить кристаллическую магнитную окись желѣза, или углекислую закись, или наконецъ дву-трехъ сѣрнистое желѣзо, то всѣ эти вещества превращаются въ двусѣрнистое соединеніе, сохраняя свою первоначальную кристаллическую форму, такъ что получаютъ ложные кристаллы сѣрнаго колчедана <sup>1)</sup>. 3) Велеру удалось получить искусственно кубическіе и октаэдрическіе кристаллы двусѣрнаго желѣза, перегоня тѣсную смѣсь

<sup>1)</sup> Berzélius, Traité, t. II, p. 684.

окиси желѣза съ сѣрнистымъ и хлористымъ аммоніемъ, при температурѣ, нѣсколько высшей той, при которой послѣдняя соль улетучивается <sup>1)</sup>). Г. Лове сообщаетъ весьма интересный фактъ образованія искусственныхъ кристалловъ желѣзнаго колчедана. Онъ медленно возгонялъ сырой нашатырь, содержащій въ себѣ сѣрнокислый амміакъ, при температурѣ темно-краснаго каленія, въ желѣзномъ сосудѣ, который съ внутренней стороны былъ вымазанъ глиной. По окончаніи опыта онъ нашелъ мелкіе кристаллы на глиняной обмазкѣ, которая вся была пропитана хлористымъ желѣзомъ <sup>2)</sup>). Не можетъ быть также ни малѣйшаго сомнѣнія, что весьма часто кристаллы сѣрнаго колчедана образовались и мокрымъ путемъ. Такіе кристаллы, весьма хорошо образованные, часто попадаются въ гнѣздахъ глинистаго желѣзняка кампеноугольной формаціи и, по геологическому ихъ положенію, рѣшительно нельзя допустить, чтобы они были огненнаго происхожденія. Кромѣ того имѣются весьма ясныя доказательства образованія двусѣрнистаго желѣза мокрымъ путемъ. Такимъ образомъ, когда однажды мышенокъ случайно попалъ въ растворъ желѣзнаго купороса и долгое время оставался тамъ, то покрылся кристаллами желѣзнаго колчедана. Бишофъ указываетъ также на весьма многіе примѣры подобнаго образованія двусѣрнистаго желѣза <sup>3)</sup>). Растворы сѣрнистыхъ щелочей и земель, содержащіе какую-нибудь соль желѣза, дѣйствіемъ гниющихъ органическихъ веществъ разлагаются, при чемъ осаждается двусѣрнистое желѣзо и выдѣляется сѣрнистый водородъ.

При накаливаніи до красна двусѣрнистаго желѣза въ закрытомъ сосудѣ, часть сѣры изъ него выдѣляется, при чемъ въ остаткѣ, по Берцелиусу, получается магнитный колчеданъ ( $6\text{FeS}, \text{FeS}^3$ ); при болѣе высокой температурѣ оно превращается въ односѣрнистое желѣзо. Въ струѣ водорода этотъ продуктъ является и при болѣе низкой температурѣ, хотя сѣрнистый водородъ при этомъ и образуется въ весьма маломъ количествѣ. Слѣдовательно сама по себѣ сѣра не такъ легко улетучивается, какъ въ струѣ постороннихъ газовъ <sup>4)</sup>). При накаливаніи до красна смѣси двусѣрнистаго желѣза съ углемъ, также образуется односѣрнистое желѣзо и выдѣляется двусѣрнистый водородъ.

Двусѣрнистое желѣзо растворяется, при нагреваніи, въ азотной и крѣпкой сѣрной кислотахъ и въ царской водкѣ; хлористоводородная и слабая сѣрная кислоты на него не дѣйствуютъ.

Плава самородный желѣзный колчеданъ съ глетомъ, взятымъ въ пропор-

<sup>1)</sup> Berzélius, Jahresh., T. XVII, S. 132.

<sup>2)</sup> British Association Reports, 4 meeting, p. 582; 1835.

<sup>3)</sup> Lehrbuch der Chem. u. Phys. Geologie, T. I, S. 917

<sup>4)</sup> H. Rose, Pogg. An., Bd. V, S. 333.

ціи, выставленной въ слѣдующей таблицѣ, Бертье <sup>1)</sup> получалъ сплавы, свойства которыхъ далѣе описаны:

	Отношеніе между обоями веществами въ граммахъ.					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Сѣрный колчеданъ . . . . .	10	10	10	10	10	10
Глетъ . . . . .	60	125	200	300	400	500

Всѣ эти смѣси плавилась весьма легко, выдѣляя въ большомъ изобиліи сѣрнистую кислоту.

№ 1. Продуктомъ явился металлическій королекъ безъ шлака, состоящій изъ двухъ частей: внутренняя, наиболѣе значительная часть — былъ полусѣрнистый свинецъ; наружная часть, по виду весьма похожая на свинцовый блескъ, но съ магнитными свойствами, состояла изъ сѣристыхъ соединеній желѣза и свинца и отчасти изъ ихъ окисей.

№ 2 и 3. Стекловатый, черный и непрозрачный шлакъ; цвѣтъ черты бурый. Свинецъ темно-сѣраго цвѣта, хрупкій, съ зернистымъ изломомъ. Въ № 2 королекъ свинца вѣсилъ 35 грам., а въ № 3—40. Оба эти корольга были отчасти проникнуты шлакомъ и содержали 0.8 до 1 проц. сѣры и небольшое количество желѣза.

№ 4, 5 и 6. Шлакъ стекловатый и прозрачный, смолино-краснаго цвѣта. Корольки свинца вѣсили 45.4 гр., 54.8 гр. и 86 гр.

При употребленіи глета въ большей пропорціи, вѣсъ свинцоваго корольга не увеличивался болѣе 86 гр.; слѣд. вся сѣра изъ желѣзнаго колчедана выдѣляется, если его сплавить съ 50 частями по вѣсу глета.

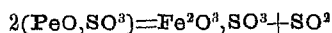
Магнитный колчеданъ.  $6\text{FeS}, \text{FeS}^2$ , или  $5\text{FeS}, \text{Fe}^2\text{S}^3$ .—Это соединеніе слабо притягивается магнитомъ и часто само обладаетъ магнитными свойствами, отчего и получило свое названіе. Кристаллизуется въ ромбоэдри. Бронзоваго цвѣта, съ металлическимъ блескомъ. Относительный вѣсъ 4.6 до 4.7. При раствореніи въ кислотахъ даетъ осадокъ сѣры. Плавится легко. Это соединеніе встрѣчается въ довольно значительномъ количествѣ въ природѣ, но весьма рѣдко окристаллованнымъ. Оно часто бываетъ проникнуто пиккелемъ. По Берцеліусу, это соединеніе удобнѣе всѣхъ другихъ сѣристыхъ соединеній желѣза получается искусственно сухимъ путемъ. Такимъ образомъ, его можно получить, накаливая безъ доступа воздуха тѣсную смѣсь окиси желѣза, или желѣзной окалины съ сѣрою, до тѣхъ поръ, пока не прекратится отдѣленіе сѣристой кислоты. Оно образуется также, если къ сильно раскаленной желѣзной полосѣ прикоснуться кусками сѣры; при этомъ магнитный колчеданъ тотчасъ-же плавится, стекаетъ въ видѣ капель и можетъ быть собранъ.

Окисленно-сѣристое желѣзо.—По словамъ Берцеліуса, если плавить

<sup>1)</sup> Traité, t. I, p. 399.

въ стеклянной ретортѣ, при температурѣ ниже краснаго каленія, но достаточной для выдѣленія избытка сѣры, смѣсь окиси желѣза и сѣры, то отдѣляется сѣрная кислота, а въ остаткѣ получается порошокъ, темнаго каштаново-бурого цвѣта. Порошокъ этотъ сильно притягивается магнитомъ; при легкомъ нагрѣваніи воспламеняется и затѣмъ тлѣетъ подобно труту. Въ кислотахъ растворяется медленно, при чемъ не замѣтно отдѣленія сѣрнистаго водорода. Это-же самое соединеніе получается, если накалить крупный порошокъ желѣзнаго колчедана въ неплотно-закрытомъ сосудѣ, такъ чтобы выдѣлить изъ него часть сѣры; получаемая при этомъ масса, при охлажденіи, соединяется съ кислородомъ и затѣмъ, будучи растворяема въ кислотахъ весьма слабо отдѣляетъ сѣрнистый водородъ <sup>1)</sup>.

Сѣрнокислая закись желѣза, желѣзный или зеленый купоросъ. **FeO,SO<sup>3</sup>**.—Эта соль, изготовляемая большими массами въ промышленности, имѣетъ весьма большое значеніе для металлурга. Кристаллы ея содержатъ значительное количество воды. Въ продажѣ эта соль имѣетъ видъ блѣдно-зеленыхъ, прозрачныхъ кристалловъ, ромбическихъ призмъ; составъ которыхъ соотвѣтствуетъ формулѣ: **FeO,SO<sup>3</sup>+7HO**. При слабомъ нагрѣваніи соль эта растворяется въ своей кристаллизационной водѣ; при 280° Ц. она терлетъ 6 частей воды, и затѣмъ, при еще нѣсколько высшей температурѣ становится безводной, принимая при этомъ, если только операція производилась безъ доступа воздуха, видъ бѣлаго, зернистаго порошка, медленно растворяющагося въ водѣ. При болѣе сильномъ нагрѣваніи она разлагается, выдѣляя изъ себя сѣрнистую кислоту. Въ остаткѣ получается сѣрнокислая окись желѣза. Разложеніе это можетъ быть выражено слѣдующимъ уравненіемъ:



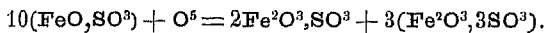
Если подвергать эту соль еще болѣе сильному прокалivanію, то вся сѣрная кислота изъ нея выдѣляется, частью въ видѣ безводной, частью-же разложенною на сѣрнистую кислоту и кислородъ, и въ остаткѣ получается только окись желѣза. Передъ этимъ окончательнымъ продуктомъ получается основная сѣрнокислая окись желѣза. Нордгаузенская сѣрная кислота получается перегонкою въ глиняныхъ ретортахъ сѣрнокислой закиси желѣза, изъ которой предварительно выдѣлено около 40 проц. кристаллизационной воды. Отдѣляющіеся изъ ретортъ пары безводной сѣрной кислоты улавливаются въ приемникахъ, содержащихъ одноводную сѣрную кислоту, которая ихъ и растворяетъ.

При медленномъ нагрѣваніи на воздухѣ и при постоянномъ помѣшиваніи, желѣзный купоросъ превращается въ **Fe<sup>2</sup>O<sup>3</sup>,2SO<sup>3</sup>**. При осторожномъ нагрѣ-

<sup>1)</sup> Traité, t. II, p. 689.

ваніи смѣси сухой сѣрнокислой закиси съ древеснымъ углемъ въ ретортѣ, изъ нея отдѣляются сѣрная и угольная кислоты, въ отношеніи 78 : 22 объемамъ. Въ остаткѣ получается окисъ желѣза безъ слѣдовъ сѣрнокислыхъ соединений <sup>1)</sup>. При 10° Ц. желѣзный купоросъ растворяется въ 1.64 ч. воды по вѣсу; при 15° — въ 1.43 ч.; при 24° — въ 0.87; при 33° — въ 0.66; при 46° — въ 0.44; при 60° — въ 0.38; при 84° — въ 0.37; при 90° — въ 0.27 и при 100° Ц. — въ 0.3 <sup>2)</sup>. Водный растворъ желѣзнаго купороса имѣетъ блѣдно-зеленый цвѣтъ и окрашиваетъ синюю лакмусовую бумажку краснымъ цвѣтомъ. Сѣрная кислота осаждаетъ изъ этихъ растворовъ бѣлый кристаллическій порошокъ, состава:  $\text{FeOSO}^3 + \text{HO}$ . Цинкъ и кальцій, изъ водныхъ растворовъ этой соли, налитыхъ въ закрытый сосудъ, медленно осаждаютъ металлическое желѣзо. То-же происходитъ и изъ другихъ солей закиси желѣза <sup>3)</sup>. Уд. вѣсъ его = 7.84 <sup>4)</sup>.

Если оставить растворъ желѣзнаго купороса на воздухѣ, то поверхность его покрывается желтой пленкой. При этомъ, дѣйствіемъ кислорода воздуха, соль окисляется, образуется растворимая средняя соль окиси и нерастворимая основная соль окиси желѣза, которая вначалѣ и покрываетъ жидкость и дѣлаетъ ее мутною; но, по истеченіи нѣкотораго времени, при спокойномъ стояніи жидкости, вся эта соль осѣдаетъ на дно и растворъ становится снова прозрачнымъ, темно-бураго цвѣта. Происходящая реакція выражается слѣдующимъ образомъ:



Кристаллы желѣзнаго купороса, оставленные на воздухѣ, также принимаютъ на своей поверхности бурый цвѣтъ, похожій на ржавчину; и здѣсь образуется основная сѣрнокислая окись желѣза. Присутствіе свободной кислоты замедляетъ окисленіе желѣзнаго купороса. Водный растворъ желѣзнаго купороса поглощаетъ окисъ азота ( $\text{NO}^2$ ), образуя жидкость густаго зеленовато-бураго цвѣта, въ которой газъ и сѣрная кислота находятся между собой въ отношеніи 1 пая къ 4. Это соединеніе можно получить и въ видѣ мелкихъ кристалловъ, составъ которыхъ:  $4\text{FeO}, \text{SO}^3 + \text{NO}^2$ . Въ безвоздушномъ пространствѣ вся азотная окись выдѣляется; то-же самое происходитъ и при нагрѣваніи, только въ этомъ послѣднемъ случаѣ часть закиси желѣза превращается въ окисъ.

Желѣзный купоросъ легко получить, растворяя металлическое желѣзо въ

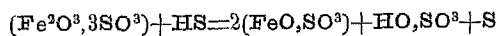
<sup>1)</sup> Gay-Lussac, Gmelin, Handbuch, Bd. V, S. 238.

<sup>2)</sup> Gmelin, Handb., Bd. V, S. 240.

<sup>3)</sup> Fischer, Das Verhältniss d. chemisch. Verwandtschaft zur galvanischen Electricität. Berlin, S. 141; 1830.

<sup>4)</sup> L. u. K., Jahresh., S. 281; 1847.

слабой сѣрной кислотѣ, процѣживая кипящій растворъ, выпаривая его и кристаллизуя, наблюдая при этомъ, чтобы жидкость постоянно содержала свободную кислоту. На многихъ заводахъ, гдѣ готовятъ въ большомъ видѣ сѣрнистый водородъ, дѣйствуя слабой сѣрной кислотой на односѣрное желѣзо, зеленый купоросъ получается въ большомъ видѣ, какъ побочный продуктъ. Онъ образуется также при продолжительномъ лежаніи сѣрнистыхъ соединеній на влажномъ воздухѣ, равно и при легкомъ обжиганіи ихъ на воздухѣ. Его встрѣчаютъ иногда раствореннымъ въ водѣ въ нѣкоторыхъ старыхъ каменноугольныхъ копяхъ. Должно избѣгать употребленія подобной воды для паровиковъ, потому что она чрезвычайно быстро ихъ разъѣдаетъ. Присутствіе купороса въ водѣ узнается по свойственному ему вяжущему вкусу. Часто желѣзный купоросъ заключаетъ въ себѣ нѣкоторую часть сѣрнокислой окиси желѣза, отъ которой его можно отдѣлить, пропуская въ растворъ его струю сѣрнистаго водорода, при чемъ сѣрнокислая окись превращается въ соответственную соль закиси:



Процѣдивъ затѣмъ растворъ отъ появляющейся въ немъ сѣры, къ нему прибавляютъ надлежащее количество алкоголя. При этомъ купоросъ осаждается въ видѣ зеленоватыхъ кристалловъ, которые промываютъ алкоголемъ, быстро сушатъ и затѣмъ сохраняютъ въ банкахъ, съ хорошо притертыми пробками. Такимъ образомъ купоросъ можетъ быть сохраняемъ втеченіи даже многихъ лѣтъ безъ малѣйшаго измѣненія въ составѣ. Онъ содержитъ 7 частей воды и 20.143 проц. желѣза.

Сѣрнокислая окись желѣза.  $\text{Fe}^2\text{O}^3, 3\text{SO}^3$ . — Г. Ульрихъ описываетъ безводную соль, найденную имъ на заводѣ сѣрной кислоты въ Окерѣ, на Гарцѣ. Соль эта найдена была въ платиновыхъ кубахъ, въ которыхъ сгущалась сѣрная кислота, въ видѣ мелкихъ усѣченныхъ октаэдровъ, блѣдно-персиковаго цвѣта. Соль эта, почти нерастворимая въ водѣ, съ трудомъ растворялась въ соляной кислотѣ. Амміакъ разлагалъ растворы ея мгновенно, выдѣляя изъ нихъ водную окись желѣза. Пролежавъ нѣсколько времени на воздухѣ и поглотивъ изъ атмосферы воду, кристаллы эти разсыпались въ нѣжный желтый порошокъ <sup>1)</sup>. Соль эта встрѣчается пластами близъ Коциано, въ Коквимбо (въ республикѣ Хили, Южн. Ам.), а также близъ Каламы, въ Бولیвіи, въ полевошпатовой породѣ. Она встрѣчается здѣсь аморфною и окристаллованною въ ромбоэдри, формула ея  $\text{Fe}^2\text{O}^3, 3\text{SO}^3 + 9\text{HO}$ . Искусственно готовятъ ее, кипятя 2 пая сѣрнокислой закиси желѣза съ 1 паемъ сѣрной кислоты, и прибавляя къ раствору по-немногу азотную кислоту до

<sup>1)</sup> Berg u. Hüttenm. Zeit., Bd. XVIII, S. 219; 1839.



прекращенія отдѣленія красныхъ паровъ. Также получается она при прямомъ раствореніи окиси желѣза въ крѣпкой сѣрной кислотѣ; если выпарить полученную жидкость до суха, то образуется блѣдно-желтый, расплывающійся на воздухѣ остатокъ; въ водѣ онъ растворяется, образуя красноватый растворъ. Въ этомъ случаѣ, по Берцеліусу, соль постоянно содержитъ нѣкоторую часть свободной кислоты, происходящей главнѣйшимъ образомъ отъ неполнаго насыщенья ея, при раствореніи въ ней желѣзной окиси. Но если полученный чрезъ выпариваніе остатокъ сѣрнокислой окиси желѣза осторожно накалить до красна, то вся свободная кислота изъ нея выдѣляется и полученная въ видѣ бѣлаго порошка безводная средняя соль становится трудно-растворимою въ водѣ. Растворъ окрашиваетъ лакмусъ и имѣетъ оранжевый цвѣтъ; при выпариваніи онъ принимаетъ видъ красно-желтаго сиропа, растворяющагося въ алкогольѣ. Слабые растворы этой соли при кипяченіи мутятся, вслѣдствіи выдѣленія трехъ-основной сѣрнокислой окиси желѣза. Средняя соль въ крѣпкой сѣрной кислотѣ нерастворима. Дѣйствіемъ сѣрнистаго водорода она превращается въ сѣрнокислую закись, дѣлая сѣрную кислоту и сѣру свободными. Если въ средній растворъ этой соли погрузить пластинку желѣза, то изъ раствора отдѣляется водородъ и осаждается основная сѣрнокислая окись, а въ растворѣ остается сѣрнокислая закись желѣза. Растворъ сѣрнокислой окиси желѣза растворяетъ въ себѣ, какъ въ холоду, такъ и при нагреваніи, весьма многіе металлы, въ особенности если онъ содержитъ въ себѣ нѣкоторое количество свободной кислоты. При этомъ сѣрнокислая окись уступаетъ часть кислорода растворяемому въ ней металлу и превращаетъ его въ сѣрнокислое соединеніе, а сама переходитъ въ сѣрнокислую закись. Растворъ средней сѣрнокислой окиси желѣза разлагаетъ при 60° Ц. хлористый натрій, при чемъ отдѣляется хлористоводородная кислота. Если смѣшать обѣ соли въ сухомъ видѣ и достаточно нагрѣть, то изъ смѣси выдѣляется хлоръ, а въ остаткѣ получаются сѣрнокислый натръ и окись желѣза.

Берцеліусъ описываетъ еще одно чрезвычайно интересное соединеніе желѣза, найденное имъ въ видѣ большихъ сталактитовъ въ одномъ изъ мѣдныхъ рудниковъ Фалуна. Составъ этого соединенія можетъ быть выраженъ слѣдующею формулой:  $3\text{FeO}, 2\text{SO}^3 + 3(\text{Fe}^2\text{O}^3, 2\text{SO}^3) + 3\text{HNO}$ . Соль эта имѣетъ видъ небольшихъ красныхъ кристалловъ, прозрачныхъ и смѣшанныхъ съ сѣрнокислой магнезіей. Въ водѣ растворяется.

### ДѢЙСТВІЕ ПОЖОГА НА СѢРНИСТЫЯ СОЕДИНЕНІЯ ЖЕЛѢЗА.

Въ сущности, химическій процессъ, происходящій при обжиганіи всѣхъ сѣрнистыхъ соединеній желѣза, одинъ и тотъ-же; но два соединенія: одно-

сѣрнистое и двусѣрнистое желѣзо — заслуживаютъ быть рассмотрѣнными отдѣльно.

*Односѣрнистое желѣзо*, будучи нагрѣто до темно-краснаго каленія, быстро окисляется, выдѣляя сѣрнистую кислоту. Свойства получаемаго при этомъ продукта чрезвычайно разнообразны и находятся въ прямой зависимости отъ температуры, при которой обжиганіе происходитъ. При низкой температурѣ образуется сѣрнокислая закись желѣза, которая, съ повышеніемъ температуры, распадается на сѣрнокислую окись ( $\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{SO}^3$ ) и сѣрнистую кислоту; при еще высшей температурѣ, эта соль выдѣляетъ всю кислоту, и окончательнымъ продуктомъ является окись желѣза. Обо всѣхъ этихъ реакціяхъ было говорено выше. Предполагая, что повышеніе температуры совершается постепенно, мы увидимъ, что основная сѣрнокислая окись желѣза  $\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{SO}^3$ , передъ окончательнымъ выдѣленіемъ изъ нея всей кислоты, переходитъ въ соединеніе еще болѣе основное. Этому соединенію желѣза приписываютъ слѣдующій составъ:  $3\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{SO}^3$  <sup>1)</sup>.

Платнеръ <sup>2)</sup> предполагаетъ, что закись желѣза и сѣрнистая кислота суть самые первоначальные продукты обжиганія сѣрнистаго желѣза; за тѣмъ сѣрнистая кислота, находясь въ соприкосновеніи съ кислородомъ воздуха и закисью желѣза, превращается въ сѣрную кислоту, а закись желѣза въ магнитную окись. Но, по мѣрѣ образованія сѣрной кислоты, послѣдняя дѣйствуетъ окисляюще на магнитную окись, превращая ее въ окись желѣза и сама снова переходя въ сѣрнистую кислоту; въ то-же время нѣкоторая часть закиси желѣза соединяется съ остальной сѣрной кислотой и переходитъ въ купоросъ. За тѣмъ начинается уже процессъ перехода сѣрнокислой закиси желѣза окончательно въ окись. Эта теорія, хотя и весьма остроумна, тѣмъ не менѣе сомнительно, чтобы она была подтверждена достаточно убѣдительными фактами. Намъ кажется, что если односѣрнистое желѣзо, даже при обыкновенной температурѣ, подъ вліяніемъ только влажной атмосферы, прямо подвергается окисленію обѣихъ своихъ составныхъ частей, то почему-бы не могло воспослѣдовать такого-же прямаго окисленія желѣза и сѣры и перехода ихъ въ сѣрнокислую закись желѣза, и при обжиганіи? Въ первомъ случаѣ побуждающею причиною къ окисленію является влажность, во второмъ — возвышенная температура. Соглашаясь вполне съ Г. Платнеромъ, что въ первый періодъ обжиганія закись желѣза остается свободною, мы не можемъ не допустить одновременнаго съ нею образованія сѣрной кислоты, такъ какъ этотъ окисель представляетъ собой сильное основаніе. Допуская, что первымъ продуктомъ обжиганія является не закись желѣза, а магнитная окись, мы

<sup>1)</sup> Grutzner, Die Augustin'sche Silber-extraction, S. 54; 1851.

<sup>2)</sup> Die metall. Röstprozesse, S. 133.

можемъ объяснить себѣ и выдѣленіе сѣры и сѣрнистой кислоты. Но едва образуется въ массѣ магнитная окись, можетъ начаться и образованіе сѣрно-кислой закиси желѣза. Нѣтъ ни малѣйшаго сомнѣнія въ томъ, что во всѣхъ операціяхъ обжиганія желѣза, какъ въ маломъ, такъ и въ большомъ видѣ, магнитная окись является однимъ изъ главныхъ продуктовъ.

*Двуспиритное желѣзо.* При обжиганіи этого соединенія часть его сѣры сгораетъ характернымъ блѣдно-голубымъ пламенемъ. Въ остальномъ, реакціи почти сходны съ только-что описанными, съ тою разницею, что здѣсь желѣзо, при нѣкоторыхъ условіяхъ температуры, прямо, при самомъ началѣ операціи, превращается въ магнитную окись.

## ЖЕЛѢЗО И АЗОТЪ.

Въ послѣднее время нашли, что азотъ играетъ весьма важную роль въ металлургіи желѣза, и даже многіе приписываютъ этому тѣлу самое существенное вліяніе на свойства стали. Доказать присутствіе азота въ желѣзѣ, и въ особенности достаточно точно опредѣлить его количество, весьма трудно; вотъ почему изслѣдованія различныхъ химиковъ по этому предмету весьма между собою несогласны. Мы приведемъ ихъ здѣсь съ нѣкоторою подробностью.

Давно уже было извѣстно какое вліяніе оказывали азотистыя вещества, какъ напримѣръ кожа, рогъ, желѣзисто-синеродистыя щелочи и проч. на ходъ процесса *цементованія*, но только въ послѣднее время обратили вниманіе на самую теорію этого процесса, при посредствѣ химическаго анализа. Бертоле, много лѣтъ передъ симъ, доказывалъ, что если сильно прокалывать желѣзо въ струѣ амміака, то оно становится хрупкимъ, не увеличиваясь, какъ онъ полагалъ, въ вѣсѣ. Тенаръ <sup>1)</sup>, повторяя, нѣсколько времени спустя, опытъ Бертоле, нашолъ, что амміакъ, находясь при возвышенной температурѣ въ прикосновеніи съ желѣзомъ, разлагается на азотъ и водородъ, и что хотя при этомъ физическія свойства самаго металла претерпѣваютъ замѣчательныя измѣненія, но вѣсъ его увеличивается весьма мало. Саваръ (Savart) <sup>2)</sup> нашолъ, что подвергнутое дѣйствию амміака, желѣзо увеличивается на  $\frac{1}{650}$  въ вѣсѣ, и что плотность его изъ 7.78 сдѣлалась равною 7.66; онъ приписывалъ это увеличеніе въ вѣсѣ соединенію металла съ ам-

<sup>1)</sup> Traité de Chimie, t. I, p. 434; 1834.

<sup>2)</sup> Despretz, Ann. de Ch. et de Phys., t. XLII, p. 122; 1829.

миакомъ, или одною изъ его составныхъ частей. Дебре <sup>1)</sup> своими опытами подтвердилъ увеличеніе вѣса и уменьшеніе плотности желѣза. Онъ прокалывалъ желѣзо въ фарфоровыхъ трубкахъ, при температурѣ краснаго камня; въ пяти, произведенныхъ имъ опытахъ, наибольшее увеличеніе составляло 11.538, а наименьшее—5.046 процентовъ противъ первоначальнаго вѣса желѣза; среднее = 7.798. Опыты продолжались отъ шести до восьми часовъ. Полученное желѣзо было бѣлаго цвѣта, хрупкое, и болѣе легкое и менѣе способное измѣняться на воздухѣ и въ водѣ, нежели обыкновенное желѣзо. Оно притягивалось магнитомъ и быстро растворялось въ кислотахъ. Уд. вѣсъ его доходилъ даже иногда до 5. Нѣсколько разъ было замѣчено даже значительное увеличеніе объема желѣза, хотя вѣсъ его увеличивался не болѣе какъ на одну тысячную. Если желѣзо, подвергнутое дѣйствию амміака, затѣмъ прокалить въ струѣ водорода, то изъ него отдѣляется амміакъ. Если это желѣзо обрабатывать сѣрною кислотою, то отдѣляющійся водородъ бываетъ смѣшанъ съ азотомъ, и вообще газъ при этомъ отдѣляется въ меньшемъ количествѣ, нежели при употребленіи чистаго желѣза, а въ растворѣ замѣчается присутствіе амміака. Дебре замѣтилъ также, что остающійся, послѣ растворенія въ кислотѣ обработаннаго амміакомъ желѣза, углеродистый остатокъ, по наружному виду отличается отъ того, который получается при подобныхъ обстоятельствахъ изъ обыкновеннаго желѣза, хотя количество этого остатка, какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ, почти одно и то-же.

Въ 1840 году, Шавгейтъ опубликовалъ результаты своихъ опредѣлений надъ количествомъ азота въ желѣзѣ. При опытахъ своихъ онъ слѣдовалъ методѣ Дюма для сжиганія желѣза въ пустомъ пространствѣ и другой, основанной на тѣхъ-же началахъ, какъ и метода Вилли и Варентранца для азотистыхъ органическихъ веществъ <sup>2)</sup>, употребляя при этомъ вмѣсто ѣдкой

<sup>1)</sup> Ann. de Ch. et de Phys., t. XLII.

<sup>2)</sup> Способъ этотъ состоитъ въ опредѣленіи азота въ видѣ амміака и основанъ на томъ, что почти все азотистыя соединенія, будучи накаливается съ ѣдкими щелочами и ѣдкою известью, выдѣляютъ весь азотъ въ видѣ амміака. Изъ этого общаго явленія дѣлаютъ исключеніе только соединенія, получаемыя искусственно дѣйствиемъ азотной кислоты на органическія тѣла, и еще весьма немногія соединенія, которые даютъ отъ дѣйствія ѣдкихъ щелочей амміакъ вмѣстѣ съ амминомъ. Отвѣщенное количество органическаго тѣла перемѣшиваютъ съ смѣскою изъ 1 части сухаго ѣдкаго натра и 2 частей извести. Смѣсь эта готовится такимъ образомъ, что известь гасятъ въ растворѣ ѣдкаго натра, взявъ приблизительно на 1 ч. сухаго натра 2 части негашеной извести, массу перемѣшиваютъ, сушатъ и прокалываютъ въ глиняномъ тиглѣ,

Фиг. а.



за тѣмъ толкутъ и сохраняютъ въ хорошо закупоренной банкѣ. Органическое вещество, вмѣстѣ съ этою смѣскою, всыпаютъ въ сожигательную трубку аб (фиг. а), которую соединяютъ съ приборомъ А, налитымъ крѣпкою солянною кислотою (вмѣсто которой иногда

известн, смѣсь ѣдкаго кали и барита <sup>1)</sup>). Въ бѣломъ чугуунѣ изъ Мэстегъ (Maesteg), (Южн. Валлисъ), онъ нашелъ 0.76371 проц. азота; въ сѣромъ чугуунѣ изъ Крезо (Франція) — 0.7202 проц.; въ литой английской стали — 0.1831 проц. <sup>2)</sup>, и въ зеркальномъ чугуунѣ—1.20 проц. <sup>3)</sup>).

Въ 1850 г. Маршанъ сдѣлалъ извѣстными свои изслѣдованія надъ опредѣленіемъ азота въ желѣзѣ. Примѣняя методу Лессинга, онъ открылъ азотъ въ весьма большомъ числѣ образчиковъ чугуна; еще въ большемъ количествѣ онъ оказался въ стали; но въ желѣзѣ его не было открыто и слѣдовъ. Способъ этотъ состоитъ въ томъ, что испытываемое вещество прокаливается въ стеклянной трубкѣ съ углемъ и калиемъ или натріемъ. Въ случаѣ присутствія азота образуется синеродъ, который соединяется съ этими металлами. Если затѣмъ выщелачить полученную массу водой, подкислить жидкость слегка соляной кислотой и прибавить къ ней смѣси солей закиси и окиси желѣза, то получается осадокъ берлинской лазури. Употребленное Маршаномъ для изслѣдованія желѣзо было превращено въ тончайшій порошокъ. Въ присутствіи желѣза при подобной операциіи всегда получаютъ ферроціанистые калий и натрій.

Какъ-бы тѣсна ни была смѣсь чистаго желѣза съ углемъ (какъ напр. хоть получаемая чрезъ прокалываніе янтарнокислой или бензойнокислой окиси желѣза), она не даетъ при способѣ Лессинга даже и слѣдовъ синерода. Однажды только, обрабатывая остатокъ, полученный чрезъ прокалываніе щавелевокислой окиси желѣза, Маршанъ открылъ лишь самые слабые слѣды берлинской лазури.

Если чугуунъ нагрѣвать съ большимъ избыткомъ кали, то синеродъ не образуется; то-же самое происходитъ, если смѣсь накалывать на воздухѣ, потому что въ этомъ случаѣ калий слишкомъ быстро окисляется, переходя въ окисъ.

употребляютъ также растворъ виннокаменной кислоты въ алкоголь, сѣрную кислоту определенной крѣпости и пр.). Потомъ приступаютъ къ нагрѣванію трубки, которое ведутъ довольно скоро, чтобы не было промежутковъ въ отдѣленіи газовъ: въ противномъ случаѣ кислота изъ **A** можетъ перейти въ трубку **ab**. Когда вся трубка будетъ накалена и прекратится выдѣленіе изъ нея газовъ, острый кончикъ **b** сламываютъ и чрезъ отверстіе **e** всасываютъ изъ трубки остатокъ амміака. За тѣмъ соляную кислоту изъ прибора **A** выливаютъ въ фарфоровую чашечку, отмываютъ приставшее къ стѣнкамъ его водою или смѣсью спирта съ эфиромъ, прибавляютъ въ жидкость избытокъ раствора хлористой платины, выпариваютъ въ водяной банѣ до суха, остатокъ обрабатываютъ смѣсью 2 ч. крѣпкаго спирта и 1 ч. эфира по объему, собираютъ нерастворившуюся нашатырную платину на взвѣшенную цѣдилку, и высушиваютъ при 100° Изъ полученнаго вѣса нашатырной платины вычисляютъ количество азота, зная, что 225 частей этого соединенія соответствуютъ 14 частей азота. (*Цришль. А. Д.*)

<sup>1)</sup> Phil. Mag., t. XVI, p. 44; 1840.

<sup>2)</sup> Тамъ-же. стр. 517, 521 и 585.

<sup>3)</sup> Techn. Encyclopädie, Prechtl, t. XV, стр. 364. 1847.

Когда желѣзо, обработанное описаннымъ способомъ, отмытое тщательно водой и быстро высушенное, было вторично подвергнуто испытанію по методѣ Лессинга; то оно снова дало осадокъ берлинской лазури; и такъ какъ вещество это не переставало образоваться и при послѣдующихъ обработкахъ *одного и того-же* образчика желѣза, то Маршанъ и прищаль, что азотъ во всѣхъ этихъ опытахъ былъ поглощаемъ изъ воздуха, а вовсе не заимствованъ изъ желѣза. По этому онъ повторилъ свои опыты, но прокаливаніе на этотъ разъ производилъ въ атмосферѣ водорода и углекислоты. Тогда онъ замѣтилъ, что многочисленные образчики чугуна, которые передъ тѣмъ давали въ довольно значительномъ количествѣ берлинскую лазурь, при настоящихъ опытахъ оставляли только по прошествіи пяти или шести дней небольшіе и часто даже весьма сомнительные сіиіе осадки на днѣ сосуда. Хотя онъ и измѣнялъ количество калія и температуру, сообразно съ отличіями желѣза или стали, онъ все-таки получалъ тѣ-же отрицательные результаты.

Для того, чтобы доказать, что водородъ и углекислота ни мало не препятствуютъ образованію синерода, Маршанъ накаливалъ животный уголь съ каліемъ въ атмосферѣ каждаго изъ этихъ газовъ, и синеродъ образовался въ изобиліи.

За тѣмъ Маршанъ убѣдился, что если опытъ Лессинга производить надъ чугуномъ въ атмосферѣ азота, то послѣдній въ изобиліи поглощается. Тогда Маршанъ счелъ не лишнимъ повторить изслѣдованія Шафгейтля и онъ подвергнулъ желѣзо испытанію по способу, употребляемому для разложенія азотистыхъ органическихъ веществъ, т. е. сжиганію его въ трубкѣ съ окисью мѣди, при чемъ отдѣляющійся свободный азотъ можетъ быть весь собранъ и измѣренъ. Всевозможныя предосторожности были соблюдены, для полученія точныхъ результатовъ. 10 граммовъ чугуна, обработанныхъ за разъ, дали 0.0189 проц. азота. Сжигая много разъ чугунъ и сталь съ окисью мѣди, Маршанъ получилъ тѣ-же результаты. Далѣе мы приводимъ результаты трехъ его испытаній съ ѣдкою известью.

1. Стрѣй чугунъ . . . . .	0.009 проц. азота
2. Другой образчикъ чугуна. . .	0.003 > >
3. Сталь отъ англійск. пилы . .	0.014 > >

120 граммовъ стали отъ той-же пилы (3) были растворены при нагрѣваніи въ соляной кислотѣ; полученный при этомъ нерастворимый остатокъ, вѣсившій 0.287 гр. и состоявшій изъ смѣси кремнезема и угля, содержалъ 0.00047 грамм. азота.

Въ шести слѣдующихъ англійскихъ и шведскихъ образчикахъ чугуна Маршанъ нашелъ то-же содержаніе. Наибольшее содержаніе азота не превосходило 0.015 проц.

Чтобы доказать, что присутствіе желѣза нисколько не уменьшаетъ точность способа съ ѣдкой известью, накаливали тончайшій порошокъ чугуна съ уриновою кислотою, и весь азотъ послѣдней былъ споленъ полученъ.

Изъ своихъ опытовъ Маршанъ вывелъ, что нельзя утверждать присутствіе азота абсолютно во всѣхъ образцахъ чугуна и стали; что количество его по всей вѣроятности никогда не превосходитъ 0.02 процентовъ, но что обыкновенно его бываетъ менѣе; что содержаніе азота происходитъ очевидно отъ постороннихъ веществъ, смѣшанныхъ съ желѣзомъ, которые, подобно шлакамъ, нельзя считать за существенныя составныя части; наконецъ, что при нагрѣваніи до красна на воздухѣ камя съ углеродистымъ желѣзомъ, азотъ поглощается, образуя синеродъ.

Три отличія графита были подвергнуты испытанію по методѣ Лессинга, но не дали ни малѣйшихъ слѣдовъ синерода.

Въ 1852 году, Буффъ опубликовалъ результаты нѣкоторыхъ изъ своихъ опытовъ надъ азотистымъ желѣзомъ, произведенныхъ имъ въ лабораторіи Либиха <sup>1)</sup>. Онъ говоритъ, что при накаливаніи до красна въ струѣ амміака желѣзной проволоки, она становится ломкою, кристаллическою, бѣлаго цвѣта и что вѣсъ ея увеличивается на 6 процентовъ. Уд. вѣсъ ея изъ 7.416 сдѣлался 7.145; при накаливаніи ея съ ѣдкой известью, образовался амміакъ. Накаливая до красна дву-трехъ—хлористое желѣзо въ струѣ амміака, онъ получилъ пластинки металлическаго желѣза, которыя содержали 0.043 проц. азота; желѣзо, полученное чрезъ прокаливаніе окиси въ струѣ амміака, содержало 0.079 проц. азота. По словамъ Буффа, желѣзо, содержащее 1.8 проц. углерода, послѣ накаливанія до красна въ струѣ амміака, измѣняло свой черный цвѣтъ въ сѣровато-бѣлый и поглощало 1.159 проц. азота; желѣзо, употребленное имъ въ этомъ случаѣ для опыта, было получено чрезъ возстановленіе окиси въ струѣ окиси углерода. Въ чугунахъ, выплавленныхъ изъ болотныхъ рудъ, имъ было найдено 0.26 проц. азота.

Фреми подтвердилъ точность опытовъ Десре касательно дѣйствія амміака на желѣзо при температурѣ краснаго каленія; онъ доказалъ также, что именно азотъ, а не какое нибудь амидистое соединеніе, при этомъ соединяется съ желѣзомъ, потому что, при прокаливаніи такого желѣза въ струѣ кислорода, оно все превращается въ окись, при чемъ весь азотъ выдѣляется, между тѣмъ какъ не получается даже ни малѣйшихъ слѣдовъ воды <sup>2)</sup>.

Кромѣ того Фреми изслѣдовалъ дѣйствіе чистаго и сухаго азота на желѣзо, и нашелъ, что «хотя азотъ весьма трудно соединяется съ желѣзомъ, добытымъ обыкновеннымъ путемъ въ промышленности, онъ соединяется

<sup>1)</sup> Ann. d. Pharm. u. Chem., Bd. VIII, S. 376; 1852.

<sup>2)</sup> Comptes rendus, t. LII, p. 322, 1861.

однако съ этимъ металломъ въ моментъ его образованія». И ему дѣйствительно удалось получать азотистое желѣзо, дѣйствуя этимъ газомъ на желѣзо въ моментъ его возстановленія водородомъ или углемъ.

Чтобы пропзвести по возможности полное соединеніе азота съ желѣзомъ, Фреми долженъ былъ оставить маленькіе кусочки желѣзной проволоки втеченіи трехъ сутокъ въ атмосферѣ амміака при температурѣ краснаго каленія. Это понудило его искать болѣе скорый способъ азотичиванія желѣза; и, по его словамъ, способъ этотъ состоитъ въ прокалываніи безводнаго однохлористаго желѣза въ струѣ сухаго амміака, при температурѣ ярко-краснаго каленія. Онъ увѣряетъ, что при этомъ отдѣляется также хлористый аммоній и образуется весьма интересное амидистое соединеніе, которое быстро разлагаетъ воду, при чемъ образуются амміакъ и окись желѣза. Обработывая за разъ около 200 граммовъ однохлористаго желѣза <sup>1)</sup>, Буффъ получилъ металлическую, вспученную и мѣстами сплавленную массу; иногда масса эта получалась сѣраго цвѣта, иногда-же бѣлая и блестящая. Она похожа на азотистое желѣзо, получаемое по способу Дебре. Желѣзо это легко истирается въ порошокъ и не такъ легко окисляется, какъ чистое желѣзо; азотная кислота на него дѣйствуетъ весьма медленно, тогда какъ хлористоводородная и сѣрная кислоты быстро растворяютъ его. При раствореніи этого желѣза въ кислотахъ, образуются двойныя соли желѣза и амміака; въ красномалиномъ жару оно не разлагается; кислородъ только при возвышенной температурѣ превращаетъ его въ окись; но оно тотчасъ-же разлагается, даже при легкомъ нагрѣваніи, въ струѣ водорода, при чемъ образуются амміакъ и чистое желѣзо. Оно легко намагничивается и, подобно стали, удерживаетъ въ себѣ это свойство, но не въ такой силѣ, какъ послѣдняя. Если азотистое желѣзо накаливать въ тиглѣ съ набойкой древеснаго угля, то оно превращается въ металлическую массу, похожую по виду на сталь и, подобно послѣдней, имѣющую способность закаливаться. Фреми замѣчаетъ, что если азотъ остается за-тѣмъ въ металлѣ, то онъ находится тамъ уже не въ томъ состояніи, какъ въ азотистомъ желѣзѣ, потому что, если этотъ металлъ накаливать въ струѣ водорода, то амміакъ не отдѣляется.

По словамъ Фреми, количество азота въ желѣзѣ легко можетъ быть опредѣлено по потерѣ, которая произойдетъ если такое желѣзо накаливать въ струѣ сухаго водорода. Подобнымъ образомъ онъ нашелъ, что металлъ полученный чрезъ прокалываніе однохлористаго желѣза, содержалъ 9.3 проц. азота, что соотвѣтствуетъ формулѣ  $Fe^5 N$ ; но легко можетъ быть, что эта формула и невѣрна, потому что невозможно утвердить абсолютную чистоту полученнаго описаннымъ способомъ азотистаго желѣза; легко можетъ быть, что темпера-

<sup>1)</sup> Ann. der. Chem. u. Pharm. Bd. LXXXIII, S. 373, 1862.



тура и атмосфера водорода, во время его образоваія, имѣютъ большое вліяніе на его составъ.

Фреми нашелъ 9.8 проц. азота въ желѣзѣ, полученномъ имъ чрезъ прокаливаніе до красна, въ атмосферѣ амміака, втеченіи двадцати часовъ, цилиндра, сдѣланнаго изъ весьма чистаго желѣза. Онъ-же, производя свои изслѣдованія надъ различными образчиками англійской, французской а нѣмецкой стали, хорошія качества которой извѣстны въ продажѣ, открылъ во всѣхъ ихъ присутствіе азота, потому что при прокалываніи тонкихъ пластинокъ, сдѣланныхъ изъ этихъ образчиковъ, въ струѣ водорода, всѣ они отдѣляли амміакъ <sup>1)</sup>).

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ, Дикъ занимался, въ лабораторіи лондонской горной школы, надъ опредѣленіемъ дѣйствія амміака на желѣзо при возвышенной температурѣ. Онъ прокалывалъ въ фарфоровой трубкѣ изогнутую спиралью тонкую желѣзную проволоку. По прошествіи одного часа съ четвертью, вѣсъ спирали изъ 16.46 гр. измѣнился въ 16.54 гр. Дѣйствуя въ то-же время на кусочекъ нѣсколько болѣе толстой и неизогнутой проволоки, онъ нашелъ, что вѣсъ ея изъ 19.56 гр. сдѣлался 19.60 гр. Поверх-

<sup>1)</sup> Въ одномъ изъ мемуаровъ берлинской академіи наукъ, 18 декабря 1862 года, профессоръ Раммельсбергъ, на основаніи опытовъ Грюнера, доказывалъ, что невозможно утверждать, чтобы азотъ, въ тѣхъ небольшихъ количествахъ, которые были опредѣлены Фреми, могъ оказывать хотя какое-нибудь вліяніе на качества желѣза. Онъ опредѣлялъ количество азота въ зеркальномъ чугунѣ (Spiegeleisen), выплавленномъ изъ шпатоватаго желѣзника и служащемъ для приготовления нѣмецкой сырцової стали. Растворивъ нѣсколько фунтовъ этого металла въ слабой сѣрной кислотѣ, онъ отыскивалъ азотъ какъ въ растворѣ, такъ и въ нерастворимомъ углеродистомъ остаткѣ. Затѣмъ сѣрнистая закись желѣза была выдѣлена изъ раствора кристаллизациею, а маточный щелокъ былъ перегнанъ съ ѣдкимъ кали. При этомъ было найдено, помощью хлористой платины нѣкоторое количество амміака, содержаніе азота въ которомъ доходило только до 0.002 процента, что составитъ  $\frac{1}{50000}$  ч. противъ вѣса желѣза, и это было все количество азота, которое можно было бы разсматривать какъ составную часть взятаго для опыта чугуна, потому что въ нерастворимомъ остаткѣ его вовсе не оказалось. Но если подобный-же остатокъ оставляли на нѣсколько времени въ прикосновеніи съ воздухомъ и затѣмъ пробовали растворомъ ѣдкаго кали, то реакція амміака была замѣтна. Но въ послѣднемъ случаѣ, этотъ газъ могъ-бы быть поглощеннымъ и изъ воздуха, такъ какъ многія пористыя тѣла, какъ напр. уголь, окись желѣза и проч., имѣютъ способность поглощать амміакъ изъ атмосферы. И дѣйствительно, когда Раммельсбергъ обмывалъ водой истолченный въ порошокъ зеркальный чугунокъ и кипятилъ его съ ѣдкимъ кали, то реакція на амміакъ не удавалась; напротивъ того, она была совершенно явственна, когда смоченный чугунокъ оставался нѣсколько дней на воздухѣ. На основаніи всѣхъ этихъ опытовъ, Раммельсбергъ и заключаетъ, что: «если нельзя считать азотъ существенною составною частью чугуна, годнаго, болѣе чѣмъ другіе образцы его, на выдѣлку стали и если обратить вниманіе на ту способность желѣза и другихъ тѣлъ поглощать изъ воздуха амміакъ, то нельзя и придавать азоту столь важной роли въ металлургіи желѣза и рѣшаться измѣнить теорію цементованія.» (Revue des sciences, par Grandeaу et Laugel, 1863).

На всѣ эти доводы Раммельсберга до сихъ поръ отвѣта не послѣдовало.

ность ея была бѣлаго цвѣта; при изгибаніи съ нею отскакивали пластинки, притягивающіяся магнитомъ. Далѣе поверхности, въ проволоку этой измѣненія замѣтно не было. Спираль была также бѣлаго цвѣта и страшно ломкая; изломъ ея сильно блестящій. Обломокъ этой спирали былъ растворенъ въ хлористоводородной кислотѣ, изъ которой предварительно былъ удаленъ весь воздухъ. Весьма явственная реакція амміака была обнаружена, чрезъ прибавленіе къ раствору ѣдкаго кали въ избыткѣ. При раствореніи той-же проволоки, изъ которой была и спираль, въ хлористоводородной кислотѣ, но безъ предварительнаго накаливанія ея въ струѣ амміака, не было обнаружено ни малѣйшихъ слѣдовъ этого тѣла.

Бун, испытывавшій желѣзо, сталь и чугуны, по приказанію генерала Морена, нашолъ во всѣхъ ихъ азотъ <sup>1)</sup>. Двѣ фарфоровыя трубки были имъ вмазаны въ одну и ту же печь. Однимъ концомъ, эти трубки сообщались съ приборомъ, доставляющимъ водородъ, а другимъ — съ трубкой, наполненной весьма слабой сѣрной кислотой, титръ которой совершенно точно опредѣленъ. Водородъ, предварительно передъ прохожденіемъ въ трубку, долженъ былъ пройти черезъ накаленную немзу, и затѣмъ черезъ цѣлый рядъ трубокъ, наполненныхъ сплавленнымъ хлористымъ кальціемъ. Подвергаемый испытанію металлъ помѣщали въ одну трубку, оставляли вторую пустою. По словамъ Буна, при этомъ, едва начинали нагревать желѣзо и сталь въ атмосферѣ водорода, густые бѣлые пары образовались надъ кислотою (въ пустой трубкѣ этого не было) и распространялся запахъ, похожій на горѣлыя органическія вещества, но не на рогъ; пары эти были замѣтны только самое короткое время. Водородъ быстро поглощаетъ азотъ только съ поверхности металла, потому что стальные бруски, подвергнутые втеченіи цѣлаго дня прокаливанію въ атмосферѣ водорода и совершенно освобожденные отъ азота, будучи распилены на пластинки, дали снова такое-же количество амміака, какъ и въ первый разъ. Поэтому, какъ полагаетъ Бун, чтобы подобнымъ путемъ выдѣлить изъ желѣза весь азотъ, должно дѣйствовать на металлъ въ видѣ самаго тонкаго раздѣленія, или, по крайней мѣрѣ, вести операцію чрезвычайно долго <sup>2)</sup>. Приводимъ здѣсь результаты нѣкоторыхъ опредѣленій Буна:

Родъ металла.	Азотъ въ процентахъ	Примѣчанія.
Сталь Круппа (спираль) . . . . .	0.085	{ Водородъ не совершенно чистый и дурно высушенный.
Тоже то же . . . . .	0.011	
Сталь, отлитая въ полоски . . . . .	0.059	{ Пластинки представляли площадь въ 380 кв. сантим. Пузырчатая.
Тоже . . . . .	0.037	

<sup>1)</sup> Comptes rendus, t. LII, стр. 1195; 1861.

<sup>2)</sup> Comptes rendus, t. LII, стр. 1249; 1861.

Родъ металла	Азотъ въ процентахъ	Примѣчаніи.
Предыдущія пластинки вновь вытнутыя.	0.031	
Литая сталь Жаксона . . . . .	0.058	Въ видѣ весьма тонкихъ стружекъ изъ подѣ стругальной машины.
Сталь Вотца. . . . .	0.12	
Пластинки мягкаго желѣза . . . . .	0.18	Мелкіе и тонкіе обрѣзки. Поверхность 200 кв. сантим.
Проволока . . . . .	0.14	
Бѣлый чугуны въ небольшихъ обломкахъ	0.15	Весьма твердый и содержащій марганецъ.
Чугуны сѣрый въ обломкахъ . . . . .	0.00	

Сверхъ того Буи находилъ и въ некоторыхъ количествахъ азота также и въ остаткахъ, получаемыхъ при обработкѣ кислотами и йодомъ стали Крушпа, Жаксона и Вотца (*Wootz metal*).

Бусиньоль опредѣлялъ двумя способами содержаніе азота во многихъ отличіяхъ желѣза. Во первыхъ, онъ опредѣлялъ азотъ по объему, совершенно такъ, какъ это дѣлается при анализѣ азотистыхъ органическихъ веществъ. Металлъ, въ видѣ тонкой проволоки или стружекъ, клали въ трубку для сжиганія, одинъ конецъ которой сообщался съ газометромъ, доставляющимъ углекислоту, а другой — съ газоотводной трубкой, опущенной въ ртутную ванну. Металлъ смѣшивали съ киповарью, которую, кромѣ того, распространяли по трубкѣ, по направленію къ концу, соединенному съ приборомъ для углекислоты. Когда весь воздухъ изъ прибора былъ выпущенъ углекислотою; тогда ея приостанавливали, конецъ газоотводной трубки въ ртутной ваннѣ покрывали стекляннымъ колоколомъ, наполненнымъ растворомъ ѣдкаго кали, и затѣмъ нагрѣвали трубку и самый металлъ, заставляя чрезъ него проходить пары киповари, избытокъ которой сгущался въ холодной части трубки. Когда операція окончилась, приборъ охлаждали до температуры ниже краснаго каленія и снова пускали легкой токъ сухой углекислоты, которая проходила подѣ колоколъ, увлекала съ собой и азотъ.

Бусиньоль нашелъ этимъ путемъ, что азотистое желѣзо, приготовленное по способу Дебре, содержало 2.66 проц. азота; одинъ образчикъ литой стали содержалъ его 0.057 проц.; проволока изъ мягкаго желѣза — 0.124 проц.; другой образчикъ подобной-же проволоки — 0.068 проц.

Во второмъ случаѣ Бусиньоль опредѣляетъ азотъ въ видѣ амміака <sup>1)</sup>. Желѣзо растворяли, безъ доступа воздуха, въ хлористоводородной или слабой сѣрной кислотахъ, и затѣмъ растворъ кипятили, съ избыткомъ ѣдкаго кали или ѣдкой извести, въ большой колбѣ, соединенной съ приемникомъ. Количество перешедшаго въ приемникъ амміака опредѣляли титрованной сѣрной

<sup>1)</sup> Comptes rendus, t. LII, p. 1249 и t. LIII, p. 77; 1861.

кислотой. Какъ кажется, при этомъ способѣ, весь азотъ отдѣляется въ видѣ амміака. Необходимо для этого опыта употреблять ѣдкое кали, совершенно несодержащее ни азотнокислыхъ, ни азотистокислыхъ солей, которыя сами, отъ дѣйствія осаждающейея закиси желѣза, могли дать нѣкоторое количество амміака. По этому для подобныхъ опытовъ лучше употреблять ѣдкую известь, которая чаще бываетъ свободна отъ этихъ веществъ.

Вотъ результаты нѣкоторыхъ пробъ Бусиньоля:

Родъ желѣза.	Способъ изслѣдованій	Азотъ въ про.
Азотистое желѣзо, приготовленное по Дебре;	мокрымъ путемъ . . .	2.655
» » » » »	по способу съ киноварью	2.660
Литая сталь . . . . .	мокрымъ путемъ . . .	0.042
» » . . . . .	съ коноварью . . . .	0.057
Чистое желѣзо, приготовленное Пелиго.	мокрымъ путемъ . . .	неоказал.
Провода изъ мягкаго желѣза . . . . .	» » . . . . .	0.0075
Фортепьянная струна (берлинская) . . . . .	» » . . . . .	0.0070
» » » . . . . .	» » . . . . .	0.0086
Сталь Крупна . . . . .	» » . . . . .	0.0022

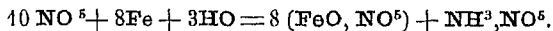
На основаніи вѣхъ тѣхъ опытовъ, которые здѣсь приведены, мы должны заключить: 1) что желѣзо соединяется съ азотомъ; 2) что присутствіе его было обнаружено какъ въ желѣзѣ, такъ и въ чугунѣ и въ стали, и наконецъ 3) что надлежащее количество его въ этомъ металлѣ значительно измѣняетъ его физическія свойства.

Азотнокислая закись желѣза.  $\text{FeO,NO}^5$ . — Ее готовятъ, растворяя односѣрнистое желѣзо въ слабой азотной кислотѣ; къ концу операціи жидкость слегка нагрѣваютъ для полнаго ея насыщенія и окончательнаго отдѣленія сѣрнистаго водорода. Такимъ образомъ получаютъ зеленовато синюю жидкость, а по выпариваніи — кристаллы блѣдно-зеленаго цвѣта, весьма легко растворимые въ водѣ. Въ присутствіи свободной кислоты, растворъ этой соли чрезвычайно легко окисляется даже при самомъ легкомъ нагрѣваніи; въ среднихъ-же растворахъ окисленіе соли начинается лишь при температурѣ около  $100^\circ \text{C}$ . При этомъ изъ жидкости отдѣляется окись азота ( $\text{NO}^2$ ), и осаждается основная азотнокислая окись желѣза <sup>1)</sup>. Если вмѣсто сѣрнистаго соединенія растворять въ азотной кислотѣ металлическое желѣзо, то образуется амміакъ.

Дѣйствіе азотной кислоты на желѣзо измѣняется, сообразно съ крепостью ея <sup>2)</sup>. Въ кислотѣ, удѣльный вѣсъ которой равенъ 1.034, желѣзо растворяется безъ выдѣленія газа; образуются азотнокислыя соединенія желѣза и амміака:

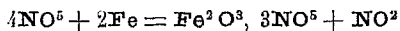
<sup>1)</sup> Berzelius, Traité, t. III, стр. 573.

<sup>2)</sup> Ann. de Chim et de Phys., 3-e série, t. LV, стр. 330, 342; 1859.



Азотная кислота 1.073 растворяетъ желѣзо медленно, но также безъ значительнаго отдѣленія газовъ; въ жидкости образуются азотнокислыя соединенія закиси и окиси желѣза и амміака. При раствореніи желѣза въ кислотѣ съ удѣльнымъ вѣсомъ 1.115 образуется только азотнокислая окись, безъ амміака, такъ что, слѣдовательно, этотъ послѣдній сопутствуетъ только образованію азотнокислой закиси желѣза. Чистая азотнокислая окись вообще, въ этихъ случаяхъ, образуется только тогда, когда употребляютъ кислоту съ плотностью не менѣе 1.115; но свойства этой соли измѣняются, сообразно нѣкоторымъ особеннымъ обстоятельствамъ. Такъ напримѣръ, если заставить желѣзо медленно растворяться въ этой кислотѣ, то образуется большее или меньшее количество основныхъ солей, которыя въ видѣ студенистаго осадка выдѣляются изъ жидкости и растворяются, и то довольно медленно, только при настаиваніи въ водѣ при 40°. Чтобы воспрепятствовать образованію этихъ солей, при приготовленіи солей среднихъ, необходимо вынимать желѣзо изъ кислоты тотчасъ-же, какъ только реакція сама по себѣ замедляется.

Азотнокислая окись желѣза.  $\text{Fe}^2\text{O}^3$ ,  $3\text{NO}^5$ .— При раствореніи надлежащаго количества желѣза въ азотной кислотѣ, плотностью 1.332, получаютъ жидкость съ относительнымъ вѣсомъ 1.580, которая, при охлажденіи, осаждаетъ тонкіе, прямые, призматическіе кристаллы, бураго цвѣта, по причинѣ запутаннаго въ нихъ маточнаго щелока. Будучи высушены въ пропускной бумагѣ, кристаллы эти становятся почти безцвѣтными. Лучшая пропорція для полученія этихъ кристалмовъ, есть 4 пая азотной кислоты съ уд. в. 1.332 и 2 пая желѣза. Взаимное дѣйствіе этихъ веществъ можетъ быть пояснено слѣдующимъ уравненіемъ:



Дѣйствіе кислоты на желѣзо чрезвычайно сильное, такъ что если взять, примѣрно, 1 фунтъ желѣза и 8.61 фунт. азотной кислоты упомянутой крѣпости, т. е. взять оба вещества въ пайномъ отношеніи, то полученное азотнокислое соединеніе будетъ нѣсколько основное, по причинѣ испаренія части азотной кислоты, отъ сильно повышающейся во время реакціи температуры. Но если на  $3\frac{1}{2}$  части желѣза взять 25 частей кислоты, то кристаллизуется средняя соль. Кристаллы эти сильно расплываются и растворяются во всѣхъ количествахъ воды и алкоголя, образуя бурые растворы, которые обезцвѣчиваются чрезъ прибавленіе азотной кислоты. Просушенные въ струѣ водорода, кристаллы эти имѣютъ составъ.



Растворяясь въ водѣ, кристаллы эти значительно понижаютъ температуру; при нагрѣваніи они весьма легко разлагаются. При 50° Ц. изъ нихъ

начинаютъ отдѣляться пары азотной кислоты, и далеко ниже краснаго каленія вся азотная кислота выдѣляется, оставляя чистую окись желѣза. Будучи помѣщена въ герметически закупоренную стеклянную трубку, соль эта не плавится ни при  $100^{\circ}$  Ц., ни отъ дѣйствія свѣта <sup>1)</sup>. При кипяченіи раствора этой соли, изъ него выдѣляются кристаллы нерастворимой основной азотнокислой окиси желѣза. Всѣ азотнокислыя соединенія окиси желѣза, какъ растворимыя, такъ и нерастворимыя, совершенно разлагаются при кипяченіи въ водѣ съ углекислой известью.

Азотнокислая окись желѣза, состава  $\text{Fe}^2\text{O}^3, 2\text{NO}^5$  (полуторно-основная), получается при раствореніи водной окиси желѣза въ растворѣ средней соли. При  $30^{\circ}$ — $40^{\circ}$  Ц. растворъ густѣетъ и принимаетъ видъ сиропа, а затѣмъ превращается въ черную, блестящую, аморфную массу. Она растворяется во всѣхъ количествахъ воды, но нерастворима въ азотной кислотѣ, которая осаждаетъ ее изъ ея водныхъ растворовъ въ видѣ охристаго осадка. При продолжительномъ стояніи съ азотной кислотой, она переходитъ въ среднюю соль.

Трехъ-основная азотнокислая окись желѣза ( $\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{NO}^5$ ) готовится тѣмъ-же способомъ, какъ и только что описанная, съ которою вообще она имѣетъ большое сходство.

При кипяченіи трехъ нами описанныхъ азотнокислыхъ солей окиси желѣза, получаютъ соответственно слѣдующія основныя соли:

- 1)  $2\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{NO}^5 + \text{HO}$  или  $\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{NO}^5 + \text{Fe}^2\text{O}^3, \text{HO}$
- 2)  $3\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{NO}^5 + 2\text{HO}$  или  $\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{NO}^5 + 2(\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{HO})$
- 3)  $4\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{NO}^5 + 3\text{HO}$  или  $\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{NO}^5 + 3(\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{HO})$

Вильденштейномъ <sup>2)</sup> и Гаусманомъ <sup>3)</sup> были получены кристаллы, которымъ они приписывали формулу:  $\text{Fe}^2\text{O}^3, 3\text{NO}^5 + 12\text{HO}$ . Первый изъ этихъ химиковъ предполагалъ эти кристаллы кубическими, но послѣдній доказалъ, что они призматическіе, что и согласуется совершенно съ показаніями Шейрера-Кестнера и Вокелена <sup>4)</sup>, который, оставивъ на нѣсколько мѣсяцевъ азотную кислоту въ прикосновеніи съ окисью желѣза, нашелъ безцвѣтные кристаллы, имѣющіе форму прямоугольныхъ призмъ. Кристаллы, полученные Вильденштейномъ, были также свѣтлы и прозрачны, какъ вода и получались чрезъ насыщеніе желѣзомъ слегка разбавленной азотной кислоты и чрезъ выпариваніе полученной жидкости до плотности въ 1.5 приблизительно.

<sup>1)</sup> Scheurer-Kestner, Ann. de Chim. et de Phys., 3-e série, t. LVII, стр. 231; 1859, и его-же Nouvelles recherches sur l'azotate ferrique, тамъ-же, t. LXV, стр. 110; 1862.

<sup>2)</sup> L. u. K. Jahresh., стр. 306; 1861.

<sup>3)</sup> L. u. K. Jahresh., стр. 371; 1863.

<sup>4)</sup> Berzelius, Traité, t. III, стр. 592.

Въ герметически-закрытыхъ стеклянныхъ трубкахъ, Шейреръ-Кестнеръ поддерживалъ долгое время полугорно-основную и трехъ-основную соли при температурѣ  $100^{\circ}\text{C}$ . По прошествіи нѣсколькихъ часовъ, растворъ изъ красно-бурого цвѣта сдѣлался кирпично-краснымъ. Растворъ казался свѣтлымъ при проходящемъ свѣтѣ, но мутнымъ — при отраженномъ. Когда трубки были открыты, то не было замѣтно ни малѣйшаго запаха азотной кислоты. Между тѣмъ соли эти приобрѣли новыя свойства. Капля сѣрной и хлористоводородной кислотъ, равно какъ и капля раствора сѣрнокислаго кали или натра, даютъ въ нихъ осадки. При нагрѣваніи въ закрытой трубкѣ трехъ-основной азотно-кислой окиси желѣза втеченіи 72 часовъ, при температурѣ  $100^{\circ}\text{C}$ ., изъ жидкости выдѣлялся осадокъ, а въ растворѣ оставалась средняя соль ( $\text{Fe}^2\text{O}^3, 3\text{NO}^5$ ); другихъ переменъ не было замѣтно и въ то время когда операціи длилась 144 часа. Осадокъ, полученный отъ сѣрнокислаго натра, высушенный сначала на пластинкѣ неглазурованного фарфора, а потомъ въ струѣ сухаго воздуха, имѣлъ видъ небольшихъ черныхъ пластинокъ, нерастворимыхъ въ крѣпкихъ кислотахъ, но легко растворимыхъ въ водѣ. Растворъ этотъ съ желѣзистосинеродами и сѣрносинеродами не давалъ характеристическихъ реакцій на желѣзо, но кислоты и сѣрнокислый натръ производили въ немъ осадокъ  $\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{HO}$ . Этотъ же осадокъ образовался въ жидкости при нагрѣваніи ея втеченіи 144 часовъ. Слѣдовательно, при нагрѣваніи, основныя соли разлагаются на средній и на водную окись. Основныя соли разлагаются также при продолжительномъ на нихъ дѣйствіи солнечнаго свѣта. Въ темнотѣ, сѣрная кислота и сѣрнокислый натръ въ нихъ осадка не производятъ.

Мы не можемъ окончить описанія азотно-кислыхъ соединеній желѣза, не указавъ здѣсь на одно особенное свойство этого металла, которое составляло предметъ изслѣдованій весьма многихъ ученыхъ, но до сихъ поръ остается недостаточно разъясненнымъ. Желѣзо растворяется весьма быстро въ азотной кислотѣ, плотностью 1.384; но когда растворъ приближается къ насыщенію, металлъ становится блестящимъ и перестаетъ растворяться какъ въ этой, такъ и въ болѣе слабой азотной кислотѣ. Это состояніе желѣза называется *пассивнымъ* (*passif*). Если получившее это свойство желѣзо погрузить въ кислоту въ соприкосновеніи съ другимъ кускомъ желѣза, то дѣйствіе на него кислоты тотчасъ же возобновляется; но если этотъ новый кусокъ желѣза отъ него отнять, а его погрузить въ растворъ азотнокислой окиси желѣза, то, по прошествіи самаго короткаго времени, пассивность его снова къ нему возвращается. По увѣренію Шенбейна, желѣзо, приобрѣвшее пассивность чрезъ дѣйствіе на него дымящейся азотной кислоты, сохраняетъ на воздухѣ это свойство втеченіи нѣсколькихъ часовъ и даже цѣлыхъ дней. Буффъ нашель, что пассивность желѣза пропадаетъ, если отъ него отмыть всю

кислоту. Желѣзная проволока, пріобрѣвшая пассивность въ холодной азотной кислотѣ, крѣпостью 1.5, начинаетъ снова растворяться при нагрѣваніи выше 80°Ц.

### ЖЕЛѢЗО и ФОСФОРЪ.

Эти два тѣла при обыкновенной температурѣ вовсе другъ на друга не дѣйствуютъ; но если раскаленное до красна желѣзо привести въ соприкосновеніе съ фосфоромъ, то соединеніе происходитъ немедленно съ весьма сильнымъ повышеніемъ температуры,

Фосфористое желѣзо, состава  $\text{Fe}^{12}\text{P}$ . — Получается при непосредственномъ дѣйствіи фосфора на желѣзо. Вещество это весьма легкоплавко и въ расплавленномъ состояніи совершенно жидко. Лучше всего можно получить это соединеніе, бросая кусочки фосфора, на раскаленные въ тиглѣ до красна кусочки тонкаго листового желѣза или проволоки, стараясь при этомъ, по возможности предупредить свободный доступъ воздуха. Но однако этотъ способъ не слишкомъ экономиченъ, потому что, не смотря на всѣ предосторожности, принимаемыя во время операціи, онъ сопряженъ съ большою тратой фосфора. Такимъ образомъ, этимъ путемъ, намъ почти не удавалось вводить въ желѣзо болѣе 8 проц. фосфора; въ одномъ образчикѣ его оказалось 8.23 проц. Дѣйствуя подобнымъ образомъ на желѣзную проволоку, Гохштеттеръ получилъ соединеніе съ 8.28 процентами; когда это послѣднее соединеніе было вновь подвергнуто дѣйствію фосфора описаннымъ способомъ, то содержаніе послѣдняго доходило только до 8.405 проц. Легко можетъ быть, что соединеніе  $\text{Fe}^{12}\text{P}$  представляетъ собою не химическое соединеніе, а не болѣе какъ металлическое желѣзо, содержащее въ себѣ фосфористое соединеніе его, съ большимъ содержаніемъ фосфора, напримѣръ  $\text{Fe}^4\text{P}$ . Нахожденіе  $\text{Fe}^{12}\text{P}$  въ явственныхъ кристаллахъ не можетъ служить опроверженіемъ этому предположенію, потому что бывають случаи кристаллизаціи и не химическихъ соединеній, — такъ профессоръ Іосифъ Коокъ (*Josiah Cooke*) показалъ, что сплавы сурьмы и цинка, весьма различнаго состава, имѣли всѣ одинаковую форму.

Образчикъ фосфористаго желѣза, полученный чрезъ прямое дѣйствіе обоихъ веществъ одного на другое, и оставленный въ тиглѣ до охлажденія, отличался слѣдующими свойствами: верхняя поверхность его была весьма крѣпкая и представляла видъ длинныхъ, тонкихъ и переплетенныхъ между собою призмъ; кристаллы замѣтны были также и на бокахъ. При разб. вѣдъ короляна оказалось, что онъ полый и внутри его были найдены



великолѣнные призматическіе кристаллы, блестящіе и съ радужною побѣжа- лостью. Эти кристаллы, точно также какъ и найденные на бокахъ, были снѣгаго цвѣта, похожаго на часовую пружину. Изломъ ихъ весьма неровный и неясвенно кристаллическій. Свѣжій изломъ имѣлъ сѣрвато-бѣлый цвѣтъ, но скоро становился тусклымъ и нестрымъ, и въ немъ преобладали красно- вато-сѣрый цвѣтъ. Твердость этого соединенія находится между полевымъ шпатомъ и апатитомъ; оно легко истирается въ порошокъ. Удѣльный вѣсъ его 7.245; оно сильно притягивается магнитомъ. Составъ его можетъ быть выраженъ формулой  $\text{Fe}^{12}\text{P}$ . Онъ только отчасти растворимъ въ хлори- стоводородной кислотѣ, какъ въ холоду, такъ и при нагрѣваніи; при этомъ отдѣляется водородъ и осаждается черное, нерастворимое вещество, которое представляется въ видѣ весьма мелкаго раздѣленія, осаждается весьма мед- ленно и легко проходитъ чрезъ філтраки. Если нагрѣтую и концентрировав- ную жидкость, въ которой плаваетъ это вещество, разбавить водою, то ста- новится весьма явственнымъ запахъ фосфористаго водорода. Разбавляя же этотъ растворъ въ холоду, подобнаго запаха не слышно. Если дать осадку отстояться, хорошенько промыть его алкоголемъ, и затѣмъ просушить, онъ становится темнубураго цвѣта. При накаиваніи предъ паяльной труб- кой, онъ издаетъ синеватое пламя и запахъ фосфора и оставляетъ корольки сплавленнаго фосфористаго желѣза. При нагрѣваніи въ сѣрной кислотѣ, онъ разлагается совершенно, при чемъ отдѣляется сѣристая кислота и обра- зуется бѣлый осадокъ сѣрнокислой окиси желѣза. Въ слабой сѣрной кислотѣ онъ растворяется только отчасти, давая начало совершенно такому-же осадку, какъ и въ хлористоводородной кислотѣ. Въ крѣпкой азотной кислотѣ и въ царской водкѣ онъ растворяется медленно, но совершенно. При нагрѣваніи, онъ растворяется также и въ слабой азотной кислотѣ. Растворъ фднаго кали на него не дѣйствуетъ ни въ холоду, ни при нагрѣваніи. Будучи сплавлено съ тремя частями по вѣсу углекислаго натра, фосфористое желѣзо даетъ въ остаткѣ черное, весьма магнетическое вещество, которое, отъ прилитія хло- ристоводородной кислоты, распространяетъ запахъ фосфористаго водорода. Когда фосфористое желѣзо находилось втеченіи восьми дней подъ растворомъ хлористой мѣди, и когда, вслѣдъ за тѣмъ, растворили въ слабой азотной кисло- тѣ образовавшійся при этомъ осадокъ металлической мѣди, то въ остаткѣ нашли кристаллическій порошокъ, содержащій 85.06 проц. желѣза, что прибли- зительно соотвѣтствуетъ формулѣ  $\text{Fe}^6\text{P}$ .

Фосфористое желѣзо состава  $\text{Fe}^6\text{P}$  — получается при прока- ливаніи  $\text{Fe}^2\text{P}$ .

Фосфористое желѣзо состава  $\text{Fe}^4\text{P}$ . — По Берцеліусу, это соеди- неніе получаютъ, прокаливая въ кузнечномъ горну смѣсь фосфорнокислой за- киси желѣза ( $2\text{FeO}, \text{PO}^5$ ) съ одной четвертой частью по вѣсу толченаго

древеснаго угля. При этомъ необходимо наблюдать, чтобы количественное отношеніе между взятыми веществами было таково, какъ мы сейчасъ сказали, въ противномъ случаѣ, при избыткѣ угля, онъ вытѣснитъ часть фосфора и желѣзо обратится въ чугуны <sup>1)</sup>; половина фосфора при этомъ улетучивается. Струве получалъ также это соединеніе, прокаливая втеченіи часа съ четвертью, въ самодувномъ горну, смѣсь фосфорнокислой окиси желѣза съ углемъ, полученнымъ изъ сахара. Смѣсь эта была помѣщена въ тигель съ угольной набойкой. По словамъ Бертье, то-же соединеніе образуется, если подвергнуть сильному прокалivanію ( $150^{\circ}$  по ширетру Велжевуда) въ тиглѣ съ набойкой, одну часть окиси желѣза, съ двумя или тремя частями смѣси, составленной изъ 0.50 ч. фосфорнокислой извести, 0.25 ч. кварца и 0.25 ч. буроваго стекла <sup>2)</sup>. Оно блѣднѣе стали, блестяще, кристаллически-зернистаго сложенія, весьма твердо и хрупко, способно весьма хорошо принимать политуру, не магнитно (по Струве, весьма слабо магнитно); плавится легче чугуна, но нѣсколько труднѣе мѣди. Уд. вѣсъ его 6.7. Слабая сѣрная и хлористоводородная кислоты на него не дѣйствуютъ. По Берцелиусу, оно трудно растворяется въ крѣпкой азотной кислотѣ и въ царской водкѣ.

Полуфосфористое желѣзо.  $\text{Fe}^2\text{P}$ . — По словамъ Шреттера, соединеніе это получается, если мелкораздѣленное желѣзо (напр. полученное чрезъ прокалivanіе желѣзной окиси въ струѣ водорода) накаливать до красна въ парахъ фосфора <sup>3)</sup>. Оно имѣетъ видъ сѣрой, нѣсколько стекловатой массы, немагнитной и нерастворимой въ хлористоводородной и азотной кислотахъ (?); при накалivanіи она горитъ пламенемъ фосфора. Струве удостовѣряетъ, что въ жару вещество это медленно растворяется въ хлористоводородной и азотной кислотахъ и что  $\frac{3}{5}$  фосфора при этомъ переходятъ въ растворъ въ видѣ фосфорной кислоты. Иодъ на него не дѣйствуетъ <sup>4)</sup>. Если его накалить подъ бурю до температуры плавленія чугуна, то фосфоръ изъ него частью отдѣляется, и получается хорошо сплавленная темносѣрая масса, весьма хрупкая, мелкозернистая, немагнитная, съ уд. вѣсомъ 6.28, нерастворяющаяся въ кислотахъ азотной и хлористоводородной, и составъ которой соотвѣтствуетъ формулѣ  $\text{Fe}^6\text{P}$  <sup>5)</sup>.

Фосфористое желѣзо состава  $\text{Fe}^8\text{P}^3$  (?). — Струве говоритъ, что это соединеніе образуется, если накаливать до бѣла фосфорнокислую окись желѣза въ струѣ водорода. Это — несплавленная масса, блѣдно сѣраго цвѣта, съ металлическимъ блескомъ, нечувствительная для магнита и неиз-

<sup>1)</sup> Berzelius, t. II, стр. 690.

<sup>2)</sup> Traité, t. II, стр. 201.

<sup>3)</sup> L. u. K. Jahresb. стр. 246; 1849.

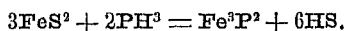
<sup>4)</sup> L. u. K. Jahresb., стр. 77; 1860.

<sup>5)</sup> Hvoslef, L. u. K. Jahresb., стр. 284; 1856.

мѣняющаяся на воздухѣ. Въ царской водкѣ и азотной кислотѣ соединеніе это растворяется весьма быстро, особенно при нагрѣваніи, при чемъ весь фосфоръ превращается въ фосфорную кислоту. Хлористоводородная кислота растворяетъ его весьма медленно, причемъ одна половина фосфора превращается въ фосфорную кислоту, а другая выдѣляется изъ жидкости въ видѣ фосфористаго водорода <sup>1)</sup>.

Фосфористое желѣзо состава  $\text{Fe}^3\text{P}^2$  — было получено при дѣйствіи слабой азотной кислоты на мѣдь, содержащую въ себѣ желѣзо и фосфоръ.

Фосфористое желѣзо состава  $\text{Fe}^3\text{P}^2$ . — Получается, по словамъ Г. Розе, при пропусканіи фосфористаго водорода черезъ желѣзный колчеданъ ( $\text{FeS}^2$ ), не сильно нагрѣтый, такъ чтобы онъ не могъ разложиться. Отдѣляется сѣрнистый водородъ, а въ остаткѣ получается черная, порошкообразная масса, нерастворимая въ хлористоводородной кислотѣ, но растворимая въ азотной кислотѣ и въ царской водкѣ. Реакція полученія этого вещества можетъ быть пояснена слѣдующимъ уравненіемъ:



Предъ паяльной трубкой оно сгораетъ съ фосфорическимъ пламенемъ <sup>2)</sup>

Вотъ списокъ только что нами описанныхъ соединеній желѣза съ фосфоромъ:

1.  $\text{Fe}^{12}\text{P}$ . 2.  $\text{Fe}^6\text{P}$ . 3.  $\text{Fe}^4\text{P}$ . 4.  $\text{Fe}^2\text{P}$ . 5.  $\text{Fe}^6\text{P}^3$ . 6.  $\text{Fe}^5\text{P}^2$ . 7.  $\text{Fe}^3\text{P}^2$ .

Фосфоръ, даже въ весьма малыхъ количествахъ, оказываетъ весьма большое вліяніе на ковкость и тягучесть желѣза, дѣлая его *хладноломкимъ*. По мнѣнію Карстена, 0.5 проц. фосфора не оказываютъ на желѣзо замѣтнаго дѣйствія, а что 0.3 проц. даже улучшаютъ качество желѣза, дѣлая его болѣе твердымъ и не оказывая ни малѣйшаго вліянія на его прочность; такъ что, по его мнѣнію, желѣзо съ 0.3 проц. фосфора должно считать лучшимъ, по его качествамъ. Карстену-же мы обязаны и слѣдующими изслѣдованіями: желѣзо, содержащее 0.6 проц. фосфора, хотя и не выдерживаетъ большихъ погибовъ, но можетъ быть согнуто въ прямой уголъ и довольно хорошо вынести удары на наковальнѣ; даже и при содержаніи въ 0.66 проц. фосфора, желѣзо, при подобныхъ-же опытахъ, не оказываетъ явленій, свойственныхъ собственно хладноломкому желѣзу. Но едва количество фосфора въ желѣзѣ достигаетъ 0.75 проц., прочность его чувствительно уменьшается и оно уже не выдерживаетъ испытаній, о которыхъ мы только что упоминали. Желѣзо, содержащее 0.8 проц. фосфора, разсматривается какъ

<sup>1)</sup> L. u. K. Jahresh., стр. 76; 1860.

<sup>2)</sup> Berzelius, Jahresh., Bd. XIII, стр. 88; Traité, t. II, стр. 691.

рѣшительно хладноломкое, а брусокъ, содержащій 1 проц.—уже не можетъ, при изгибаніи, быть доведенъ до прямого угла. По Карстену, желѣзо, содержащее свыше 1 проц. фосфора, сильно хладноломко и не можетъ имѣть никакого употребленія. <sup>1)</sup>

Гохштеттеръ искусственно готовилъ желѣзо съ содержаніемъ 1 проц. фосфора, плавя изрѣзанную на куски проволоку съ фосфористымъ желѣзомъ въ такой пропорціи, чтобы получить соединеніе съ этимъ количествомъ фосфора. Полученный королекъ слегка только плюшился подъ молотомъ, а затѣмъ трескался. Изломъ его былъ весьма кристаллическій и представлялъ собою систему весьма блестящихъ плоскостей спайности, подобно сурьмѣ. Желѣзо это было болѣе твердо и бѣлѣе въ изломѣ, нежели королекъ сплавленный безъ фосфора.

Не считаемъ лишнимъ указать здѣсь на нѣкоторые пункты открытія фосфора въ желѣзѣ. Въ 1771 году Мейеръ публиковалъ свои изслѣдованія надъ «*бѣлой землей*», которую онъ открылъ въ чугунѣ, выплавленномъ изъ болотныхъ рудъ. Онъ говорилъ, что упомянутая земля осаждалась изъ раствора этого чугуна въ слабой сѣрной кислотѣ. Нагрѣвая этотъ осадокъ въ тиглѣ, сдѣланномъ изъ крѣпкаго куска угля, онъ получилъ «весьма красивый королекъ», полый внутри и усѣянный металлическими, призматическими кристаллами. Металлъ этого королька былъ весьма хрупокъ, легко истирался въ порошокъ, легко плавился и магнитъ на него не дѣйствовалъ. По сплавкѣ этого металла съ двумя частями по вѣсу свинца, получался королекъ, который можно было ковать и рѣзать; изломъ его весьма зернистый. При плавкѣ предъ паяльной трубкой, онъ давалъ полустекловатый шлакъ и металлическій королекъ, притягивающійся магнитомъ. Мейеръ предположилъ, что это былъ металлъ, или вернѣе *полуметаллъ*, который и былъ причиною легкоплавкости чугуна, добытаго изъ болотныхъ рудъ. <sup>2)</sup> Затѣмъ онъ опубликовалъ второй рядъ своихъ опытовъ надъ этимъ предполагаемымъ металломъ, которому онъ далъ названіе *Wassereisen* или *hydrosiderium*. <sup>3)</sup> Изъ описанія имъ его свойствъ становится яснымъ, что это было ничто иное какъ фосфористое желѣзо. Уд. вѣсъ его былъ 6.710; онъ растворялся весьма медленно въ минеральныхъ кислотахъ, но весьма быстро (?) въ купоросномъ маслѣ. Въ 1784 г. Мейеръ объявилъ, что этотъ новый имъ, открытый металлъ, было ничто иное, какъ желѣзо, содержащее фосфорную кислоту, при чемъ онъ присовокупилъ, что «ошибки въ химіи, увѣ! весьма возможны», и онъ кончалъ тѣмъ утѣшеніемъ себѣ, что Бергманъ впалъ въ одинаковую съ нимъ

<sup>1)</sup> Handb. d. Eisenhüttenkunde; Bd. I, стр. 420; 1841.

<sup>2)</sup> Schriften der Berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde, Bd. II, стр. 334; 1781.

<sup>3)</sup> Schrift. d. Berlin. Gesellsch., Bd. III, стр. 380; 1782.

ошибку. 1) Въ числѣ работъ Бергмана, этого знаменитаго шведскаго химика, изданныхъ въ 1783 году, находится между прочимъ изслѣдованіе о причинахъ хладноломкости желѣза. Объ этомъ говорится такъ: если чугуны, выплавленный изъ болотныхъ рудъ, растворить въ купоросномъ маслѣ, то изъ процѣженнаго раствора медленно садится «бѣлая земля». Будучи накалена съ древеснымъ углемъ, земля эта дастъ металлическій королекъ (или вѣриге королекъ полуметалла), уд. вѣсъ котораго = 6.70. Онъ бѣлаго цвѣта, тусклый, съ зернистымъ изломомъ, безъ слѣдовъ волокнистости, весьма хрупкій, легкоплавкій и весьма трудно растворимый въ кислотахъ. Бергманъ считалъ это новымъ металломъ и называлъ его *siderium*. Замѣчательно, что всѣ тогдашніе современные нѣмецкіе и шведскіе химики одинаково приписывали причины хладноломкости желѣза этому новому металлу, которому всѣ придали названіе *siderium*'а.

Въ 1785 г., послѣ смерти Бергмана, знаменитый его соотечественникъ Шееле опубликовалъ по этому-же предмету превосходную статью, которая, подобно другимъ работамъ этого ученаго, имѣетъ для насъ несомнѣнно громадное значеніе. 2) Онъ самымъ очевиднымъ образомъ доказалъ, что *siderium* есть ничто иное, какъ фосфористое желѣзо. При этомъ должно замѣтить, что для опредѣленія фосфорной кислоты, онъ осаждалъ ее въ видѣ фосфорнокислой окиси ртути, чрезъ прилитіе въ растворъ азотнокислой окиси этого металла. Употребленіемъ этой соли при анализѣ, Шееле опередилъ Г. Розе, который только нѣсколько лѣтъ тому назадъ предложилъ употреблять азотнокислую окись ртути для осажденія фосфорной кислоты.

Въ 1806 г. Вокеленъ представилъ записку о составѣ нѣкоторыхъ желѣзныхъ рудъ Франціи и о результатахъ ихъ плавки, гдѣ онъ положительно подтвердилъ присутствіе фосфора въ чугуны. 3)

Дѣйствіе свръ на фосфористое желѣзо.—Этими опытами мы обязаны Гохштеттеру:

Фосфористаго желѣза ( $\text{Fe}^{12}\text{P}$ ). . . . . 12.95 гр.  
Свръ, безъ вѣсу, но въ большомъ избыткѣ.

Послѣ накаливанія смѣси въ глиняномъ тиглѣ, получился хорошо сплавленный королекъ съ блестящей поверхностью, покрытый сверху тонкимъ слоемъ сѣрнистаго желѣза. Безъ этого слоя, королекъ вѣсилъ 12.50 гр. Онъ былъ чрезвычайно твердъ, серебряно-бѣлаго цвѣта и съ мелкозернистымъ изломомъ; порошокъ его сильно притягивался магнитомъ. Истеревъ часть его въ

1) Crell, Chem. Ann., 3 Th. стр. 196; 1784.

2) Crell, Chem. Ann., 11 Th., стр. 387; 1783.

3) Journ. des Mines, t. XX, стр. 381; 1806.

порошокъ, онъ настаивалъ его, при нагреваніи, въ крѣпкой хлористоводородной кислотѣ; изъ жидкости отдѣлялся сѣрнистый водородъ, а на днѣ получался черный, нерастворимый остатокъ, который растворялся тотчасъ-же, какъ скоро къ жидкости прибавили нѣсколько крѣпкой азотной кислоты. Составъ королька:

Желѣза. . . . .	89.54
Фосфора. . . . .	8.45
Сѣры. . . . .	2.19
	<hr/>
	100.18

Гохштеттеръ истолокъ въ тонкій порошокъ и тѣсно перемѣшалъ между собою:

	Граммы.	Отношеніе въ паяхъ.
1. Фосфористаго желѣза ( $\text{Fe}^{12}\text{P}$ ). . . . .	11.92	1
Сѣрнистаго желѣза (содержащаго 39.4 проц. сѣры). . . . .	17.94	12

Смѣсь была всыпана въ глиняный тигель, который закрыли крышкой, замазали глиной и поставили въ другой, большій, глиняный-же тигель, крышку котораго также примазали глиной. Промежутокъ между обоими тиглями засыпали порошкомъ обожженной глины. Все около часу было поддерживаемо при температурѣ сильнаго краснаго аленія. На днѣ тигля былъ найденъ хорошо сплавившійся корольекъ, вѣсѣвшій 66.78 гр.; онъ былъ твердый, хрупкій, въ изломѣ имѣлъ серебряно-бѣлый цвѣтъ и весьма магнитенъ. Сверху корольекъ былъ покрытъ слоемъ, который во всехъ отношеніяхъ походилъ на сѣрнистое желѣзо и въ которомъ молибденовокислый амміакъ не указывалъ ни малѣйшихъ слѣдовъ фосфора. Часть этого королька была истерта въ порошокъ, и ее втеченіи многихъ часовъ настаивали съ крѣпкой соляной кислотой. Отдѣлялся водородъ и остался черный осадокъ, совершенно похожій на получаемый при дѣйствіи хлористоводородной кислоты на  $\text{Fe}^{12}\text{P}$ . Въ царской водкѣ остатокъ этотъ растворялся, оставляя самое небольшое количество кремнеземистыхъ веществъ. Составъ королька:

Желѣза. . . . .	87.83
Фосфора. . . . .	10.75
Сѣры. . . . .	1.25
	<hr/>
	99.83

	Граммы.	Отношеніе въ паяхъ.
2. Фосфористаго желѣза ( $\text{Fe}^6\text{P}$ ). . . . .	18.52	1
Сѣрнистаго желѣза (съ 39.4 проц. сѣры) . . . . .	35.75	4

Этотъ опытъ былъ произведенъ совершенно также какъ и первый. На днѣ тигля получился корольекъ, верхняя часть котораго была гладкая и окру-

глинная. Весьма хрупкій, изломъ его былъ темно-сѣраго цвѣта, металлическаго вида и крупно-зернистый; порошокъ его едва притягивался магнитомъ. Королекъ этотъ былъ покрытъ слоемъ, который, по виду, былъ ничто иное, какъ сплавившееся сѣрнистое желѣзо, взятое для опыта. Слой этотъ вѣсилъ 19.43 грам. Часть истертаго въ порошокъ королька настаивали при нагреваніи въ соляной кислотѣ, причемъ отдѣлялся сѣрнистый водородъ, а въ остаткѣ получался черный порошокъ, который, хотя медленно, но совершенно растворялся въ царской водкѣ, за исключеніемъ весьма небольшого остатка кремнезема. Верхняя часть королька вовсе не заключала въ себѣ фосфора, тогда какъ нижняя содержала его въ большомъ количествѣ. Средній составъ королька былъ:

Желѣза. . . . .	75.75
Фосфора. . . . .	19.19
Сѣры. . . . .	4.92
	<hr/>
	99.86

Такимъ образомъ, корольекъ этотъ можно разсматривать за состоящій изъ 83.39 проц.  $\text{Fe}^4\text{P}$  и 16.47 проц.  $\text{Fe}^4\text{S}^3$ , или  $\text{Fe}^2\text{S} + 2\text{FeS}$ . Дѣйствіемъ слабой хлористоводородной кислоты все сѣрнистое желѣзо изъ него выдѣляется.

Кажется, что при первомъ изъ этихъ опытовъ, часть желѣза изъ фосфористаго соединенія выдѣлилась и перешла въ сѣрнистое, составляющее верхній слой, вслѣдствіи чего процентное содержаніе фосфора въ самомъ королькѣ пропорціонально увеличилось.

Часть корольковъ, какъ отъ перваго, такъ и отъ втораго опыта, была сплавлена съ двойнымъ по вѣсу количествомъ желѣзныхъ пластинокъ. Какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ были получены совершенно однородные корольки.

3. Фосфористаго желѣза ( $\text{Fe}^4\text{P}$ ). . . . . 19'43 гр.  
Сѣры въ большомъ избыткѣ.

Хорошо сплавленный корольекъ, покрытый тонкимъ слоемъ сѣрнистаго желѣза. Общій вѣсъ 20.015 гр. Весьма твердый, хрупкій, въ изломѣ серебряно-бѣлый; порошокъ слегка притягивался магнитомъ. Содержаніе сѣры въ королькѣ было 4.52 проц., что почти равно количеству, найденному въ предыдущемъ королькѣ.

Дѣйствіе фтористаго кальция на фосфористое желѣзо. Слѣдующіе опыты принадлежатъ Гохштеттеру. Тѣсная смѣсь фосфористаго желѣза ( $\text{Fe}^4\text{P}$ ) и фтористаго кальция была сильно накаливаема втеченіи часа въ глиняномъ тиглѣ. Полученный, хорошо сплавленный корольекъ, по наружному виду совершенно походилъ на первоначально взятое фосфористое желѣзо. Тигель въ одномъ мѣстѣ былъ сильно развѣденъ. При повтореніи опыта въ

тигль съ набойкой, королекъ былъ найденъ покрытымъ сплавленнымъ фтористымъ кальціемъ. Королекъ этотъ имѣлъ совершенно такой-же видъ и вѣсилъ, до предѣловъ сентиграмма, совершенно столько-же, какъ и взятое для опыта фосфористое желѣзо.

**ДѢЙСТВІЕ УГЛЕРОДА НА ФОСФОРНОЕ ЖЕЛѢЗО.** 6.48 граммовъ измелченнаго въ порошокъ фосфористаго желѣза были накаливаемы втеченіи полутора часовъ при температурѣ бѣлаго камя въ тигль съ угольной набойкой и подъ покрывной угольнаго порошка. Получился хорошо сплавленный королекъ, вѣсившій 5.76 гр.; изломъ его мелкозернистый, серебрино-бѣлаго цвѣта; порошокъ сильно магнитенъ. Слабая хлористоводородная кислота растворяла его при нагрѣваніи, при чемъ отдѣлялся водородъ, обладающій тѣмъ-же запахомъ, который имѣетъ этотъ газъ, когда онъ получается изъ углеродистаго желѣза. Полученный при этомъ желѣзный растворъ вовсе не содержалъ фосфора. При разложеніи королька въ немъ найдено 18.1 проц. фосфора, слѣдов. потеря въ немъ этого вещества равна приблизительно 5 процентамъ, такъ какъ взятое для опыта желѣзо содержало фосфора 23.23 проц.

**Фосфорнокислая закись желѣза.**  $2\text{FeO}, \text{PO}^5$  <sup>1)</sup>. — Получается при дѣйствіи воднаго, довольно концентрированнаго раствора фосфорной кислоты на металлическое желѣзо; при этомъ изъ жидкости отдѣляется водородъ. Соль эта сначала растворяется въ кислотной жидкости, но, по мѣрѣ насыщенія послѣдней, выдѣляется изъ раствора въ видѣ бѣлой, или сѣровато-бѣлой, аморфной массы. По Дебре, если кипятить металлическое желѣзо въ фосфорной кислотѣ, то изъ раствора отдѣляются небольшіе, игольчатые, совершенно безцвѣтные кристаллы, слегка сипѣющіе на воздухѣ. То-же соединеніе получается при кипяченіи сѣрновислой закиси желѣза съ приготовленной въ холодѣ фосфорнокислой магнезіей. Составъ его можетъ быть выраженъ формулой  $2\text{FeO}, \text{PO}^5, 3\text{HO}$ , или  $(2\text{FeO}, \text{HO}), \text{PO}^5 + 2\text{HO}$ .

Если эту соль кипятить въ водѣ до  $250^\circ \text{Ц.}$ , то получаютъ соединеніе состава  $3\text{FeO}, \text{PO}^5 + \text{HO}$ , которое выдѣляется въ видѣ мелкихъ, кристаллическихъ зеренъ, темнозеленаго цвѣта <sup>2)</sup>. Если къ раствору фосфорнокислой закиси желѣза прибавить обыкновеннаго фосфорнокислаго натра  $2\text{NaO}, \text{HO} + \text{PO}^5$ , то получается бѣлый осадокъ съ слабымъ синеватымъ оттѣнкомъ, который, при взбалтываніи жидкости, снова растворяется. Если жидкость эту отцѣдить раньше, чѣмъ вся закись желѣза будетъ осаждена, то на цѣдилкѣ получится средняя водная соль, въ видѣ бѣлой массы, которая на воздухѣ, становится синевато-сѣрою. Процеженный растворъ, оставленный на воздухѣ

<sup>1)</sup> Описаніе этого соединенія нами прямо заимствовано изъ Верцеліуса. *Traité*, Т. III, стр. 574.

<sup>2)</sup> *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3-e série, Т. LXI, стр. 437; 1861



мутится до тѣхъ поръ, пока въ немъ еще остается фосфорнокислая закись желѣза. При значительномъ количествѣ послѣдней, появляющаяся муть окрашена даже синевато-сѣрымъ цвѣтомъ. По словамъ Берцелиуса, она нерастворима и имѣеть слѣдующій составъ:  $2\text{FeO}, \text{PO}^5 + 2(\text{Fe}^2\text{O}^3, 2\text{PO}^5)$ . Соединеніе это разлагается ѣдкимъ натромъ, который сначала выдѣляетъ изъ него бурю окись желѣза, а потомъ черную магнитную окись. Фосфорнокислая закись желѣза нѣсколько растворима при обыкновенномъ атмосферномъ давленіи въ водѣ, насыщенной углекислотой. Филипсъ, который занимаясь опредѣленіемъ растворимости этой соли въ водѣ, насыщенной углекислотой, говоритъ, что при первомъ опытѣ 0.568 литр. этой жидкости растворили 4.76 грана, или 0.308 грамма соли, а при второмъ—4.72 грана, т. е. 0.305 грамма, что соотвѣтствуетъ 0.54 частямъ на 1000 ч. раствора. При этихъ опытахъ были взяты все предосторожности, чтобы удалить помощью притока угольной кислоты доступъ воздуха къ раствору. При слабомъ нагреваніи раствора, съ цѣлью выдѣленія изъ него угольной кислоты, соль осаждается въ видѣ зеренъ. Насыщенный растворъ фосфорнокислой закиси желѣза въ углекислой водѣ, былъ оставленъ на двѣ или на три недѣли въ закрытой банкѣ, на днѣ которой оставалось еще значительное количество нерастворенной соли. По истеченіи этого времени остатокъ былъ собранъ и тщательно промытъ водою; онъ состоялъ изъ смѣси аморфной и кристаллической фосфорнокислой закиси желѣза. Кристаллы были синевато-бѣлаго цвѣта, мелки, но весьма явственны и хорошо видны черезъ лупу.

При накаливаніи 3 частей по вѣсу фосфорнокислой закиси желѣза съ 4 частями желѣза въ пластинкахъ, получился королекъ, содержащій 2.38 проц. фосфора. По виду онъ похожъ былъ на желѣзо, содержащее 1 проц. фосфора, которое нами уже было описано. Этимъ результатомъ мы обязаны Г. Гюштеттеру.

Трехъ-основная фосфорнокислая закись желѣза.  $3\text{FeO}, \text{PO}^5$ .— По Берцелиусу, соединеніе это получаютъ, приливая къ раствору какой-либо соли закиси желѣза капля по каплѣ растворъ фосфорнокислаго натра, состава  $3\text{NaO}, \text{PO}^5$ . При этомъ, вначалѣ соль эта появляется въ видѣ бѣлаго творожистаго осадка, который, оставаясь на воздухѣ, становится студенистымъ и полупрозрачнымъ. Собранный на цѣдильку, онъ поглощаетъ кислородъ изъ воздуха и тотчасъ-же становится синимъ или зеленымъ.

Если, наоборотъ, капля по каплѣ приливать растворъ соли закиси желѣза къ раствору кристаллическаго фосфорнокислаго натра, то, по Берцелиусу, получается осадокъ состава:  $2\text{FeO}, \text{PO}^5 + 2(3\text{FeO}, \text{PO}^5)$ . Эту-же соль получалъ Дебре, нагревая до  $250^\circ \text{C}$ . фосфорнокислую закись желѣза  $2\text{FeO}, \text{PO}^5 + 2\text{HO}$ .

Соль эта темнозеленаго цвѣта и состоитъ изъ кристаллическихъ зеренъ <sup>1)</sup>. Въ Делаварѣ (Соед. Штаты) нашли кристаллическую трех-основную фосфорнокислую закись желѣза, состава:  $3\text{FeO}, \text{PO}^3 + 8\text{HO}$ . Минераль синяго цвѣта, извѣстный подъ именемъ *vivianita* есть псевдоморфоза этой соли. Онъ постоянно заключаетъ въ себѣ различное количество окиси желѣза, происходящей отъ окисленія этой соли на воздухѣ <sup>2)</sup>. Минераль этотъ попадаетъ и весьма хорошо окристаллованнымъ, и въ землистомъ состояніи. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ, во время земляныхъ работъ на желѣзной дорогѣ, проходящей по лугамъ Кэстль-Бромвича (*Castle-Bromwich*), была отрыта кость; она была весьма хрупкая, темнаго сѣро-бѣлаго цвѣта, и состояла главнымъ образомъ изъ фосфорной кислоты, соединенной съ закисью и окисью желѣза. Въ одномъ изъ старыхъ рудниковъ верхней Силезіи былъ найденъ цѣлый человѣчскій скелетъ, многія кости котораго на внутренней сторонѣ представляли кристаллы вивіанита и были покрыты сине-сѣрыми пятнами. Рудникъ этотъ былъ выработанъ еще въ тринадцатомъ столѣтіи, и трудно сказать, сколько времени этотъ скелетъ тамъ находился <sup>3)</sup>. Г. Зандбергеромъ были замѣчены въ зубахъ лошади, вырытыхъ изъ болотистой луговины, кристаллы вивіанита длиною въ одну или двѣ линіи. Они были прозрачны какъ вода, съ сильнымъ блескомъ, на воздухѣ быстро принимали синеватый, подобный шмальтѣ, цвѣтъ <sup>4)</sup>. Когда, въ 1852 году, подъ главнымъ алтаремъ церкви аббатства Сень-Мартинъ была вырыта яма, то въ ней найденъ былъ гробъ, относящійся къ четырнадцатому или пятнадцатому столѣтію. Въ гробу съ темно-бурыми костями лежали различныя желѣзныя вещи; кости эти также были пропитаны фосфорнокислой закисью желѣза, которая во многихъ мѣстахъ оставалась совершенно безцвѣтною, въ другихъ-же являлась въ видѣ игольчатыхъ кристалловъ синяго цвѣта вивіанита.

По словамъ Бишофа, если смѣшать растворъ углекислой закиси желѣза въ водѣ, насыщенной углекислотою, съ растворомъ фосфорно-кислой извести въ этой-же жидкости, и удалить смѣсь отъ вліянія воздуха, то жидкость мутится по истеченіи нѣкотораго времени, и изъ нея выдѣляется фосфорнокислая закись желѣза желтовато-бѣлаго цвѣта <sup>5)</sup>. Гриль замѣтилъ въ Германіи кристаллы вивіанита въ доменной печи, въ которой проплавлились богатыя фосфоромъ руды.

Фосфорнокислая закись желѣза и амміакъ.  $2\text{FeO}, \text{PO}^3, + \text{NH}^3 + 12\text{HO}$ .—Соединеніе это получается чрезъ прилитіе амміака къ смѣси

<sup>1)</sup> Ann. de Chim. et de Phys., 3-е série, t. LXI, p. 437; 1861.

<sup>2)</sup> Rammelsberg, Handb. Mineralchemie, стр. 325; 1860.

<sup>3)</sup> Bischof, Lehrb. d. chem. u. physik. Geologie, T. I, стр. 725.

<sup>4)</sup> L. u. K. Jahrb., стр. 858; 1854

<sup>5)</sup> Bischof, Lehrb., T. I, стр. 725,

растворовъ какой-нибудь соли закиси желѣза и фосфорнокислаго натра. При этомъ необходимо имѣть въ виду, чтобы воздухъ не имѣлъ доступа къ растворамъ, и чтобы амміакъ и фосфорнокислый натръ были въ избыткѣ; всю смѣсь необходимо хорошенько взбалтывать въ банкѣ съ хорошо притертой пробкой. Ключковатый осадокъ, появляющійся вначалѣ опыта, немедленно становится кристаллическимъ, подобно тому, какъ это мы замѣчаемъ въ фосфорнокислой магнезій. Соль эта, въ чистомъ видѣ, бѣлаго цвѣта, но на воздухѣ принимаетъ зеленый оттѣнокъ.

Фосфорнокислая окись желѣза.  $2\text{Fe}^2\text{O}^3, 3\text{PO}^5 + 8\text{HO}$ .—Фосфорнокислую окись желѣза, полученную чрезъ осаждение фосфорнокислымъ натромъ изъ раствора соли окиси, растворили снова въ водномъ растворѣ фосфорной кислоты и оставили на цѣлый годъ въ заткнутой банкѣ. По истеченіи этого времени, въ банкѣ нашли обильный осадокъ прозрачныхъ кристалловъ, кубической формы, крѣпкихъ и окрашенныхъ слегка въ розовый цвѣтъ, что происходило вѣроятно отъ присутствія въ нихъ марганца. Анализъ этихъ кристалловъ далъ имъ вышеприведенную формулу. При нагреваніи, соль эта теряла свою воду, при чемъ становилась непрозрачною и грязно-бѣлаго цвѣта. Она не имѣла вкуса, въ водѣ была нерастворима, но растворялась въ хлористоводородной кислотѣ и въ водномъ амміакѣ, который она окрашивала буровато-желтымъ цвѣтомъ <sup>1)</sup>.

Добре намель, что если предоставить дѣйствию воздуха кислый растворъ желѣза въ фосфорной кислотѣ, въ которомъ образовался уже осадокъ фосфорнокислой закиси желѣза, то, по истеченіи нѣкотораго времени, на стѣнкахъ сосуда, въ которомъ находится этотъ растворъ, образуются сосцевидная кора, почти бѣлаго цвѣта; подъ микроскопомъ, кора эта обнаруживаетъ совершенно ясные слѣды кристаллизаціи; составъ ея можетъ быть выраженъ формулой:  $\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{PO}^5 + 4\text{HO}$ . Это-же соединеніе получается, если къ раствору дву-трехъ-хлористаго желѣза прибавить растворъ обыкновеннаго фосфорнокислаго натра. Соль эта содержитъ четыре пая воды. Если взятый для опыта растворъ дву-трехъ-хлористаго желѣза былъ совершенно средній, то послѣ опыта онъ приобретаетъ кислыя свойства. Фосфорнокислая окись желѣза при этомъ выдѣляется въ видѣ бѣлаго порошка, нерастворимаго въ водѣ, но растворимаго въ избыткѣ дву-трехъ-хлористаго желѣза, равно какъ и въ минеральныхъ кислотахъ и углекисломъ амміакѣ. На воздухѣ оно не претерпѣваетъ никакого измѣненія; при температурѣ краснаго каленія оно теряетъ воду и становится бурымъ. Оно совершенно разлагается при нагреваніи съ ѣдкимъ, или углекислымъ натромъ. Будучи обработано растворомъ ѣдкаго кали, оно принимаетъ цвѣтъ окиси желѣза и большая часть фосфорной кислоты, но не все

<sup>1)</sup> Winckler, Traité de Berzélius, t. III, p. 393.

ей количество, пзъ него выдѣляется. Растворъ углекислаго натра заставляеть его медленно принимать краснобурый цвѣтъ и постепенно растворяться въ своемъ избыткѣ <sup>1)</sup>. Амміакъ дѣлаеть его бурнымъ и также растворяеть его въ своемъ избыткѣ. Бурое вещество образующееся во всѣхъ этихъ случаяхъ, есть основная соль, составъ которой, соотвѣтствуетъ формулѣ  $3\text{Fe}^2\text{O}^3, 2\text{PO}^5 + 16\text{HO}$ . Фосфорнокислая окись желѣза слегка растворима въ растворимыхъ соляхъ этого окисла, но она совершенно нерастворима въ уксуснокислой закиси желѣза. Такимъ образомъ, прибавля къ раствору фосфорно-кислой окиси желѣза въ кислотахъ растворъ уксуснокислой щелочи и двухъ-трехъ-хлористаго желѣза, не вполне осаждаютъ это соединеніе; но если предварительно раскислить фосфорно-кислую окись желѣза помощью сѣристой кислоты въ закись, то желѣзо, отъ прилитія вышеупомянутыхъ веществъ, осаждается изъ раствора начисто. При кипяченіи осажденіе это происходитъ моментально. Фосфорнокислая окись желѣза растворяется почти въ 12 500 частяхъ по вѣсу воды, насыщенной углекислотой <sup>2)</sup>. При накаливаніи до красна въ сухомъ водородѣ, соль эта превращается въ фосфорнокислую закись ( $2\text{FeO}, \text{PO}^5$ ); если-же накаливаніе это производить до бѣла въ фарфоровой трубкѣ въ струѣ водорода, то отдѣляется вода, фосфористый водородъ, фосфористая кислота ( $\text{PO}^3$ ) и фосфоръ; въ трубкѣ остается несплавленная масса, приближающаяся составомъ къ формулѣ  $\text{FeP}^3$ .

Если фосфорнокислую окись желѣза, состава  $\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{PO}^5$ , растворить въ хлористоводородной кислотѣ и къ раствору прибавить ѣдкаго амміака, то получается соединеніе  $3\text{Fe}^2\text{O}^3, 2\text{PO}^5$ , или  $2(2\text{Fe}^2\text{O}^3, 3\text{PO}^5) + 5\text{Fe}^2\text{O}^3$  (Берцеліусъ). Цвѣтомъ это соединеніе походитъ на ржавчину.

Есть еще соединеніе окиси желѣза съ фосфорной кислотой, составъ котораго соотвѣтствуетъ формулѣ:  $2\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{PO}^5$ , или  $2\text{Fe}^2\text{O}^3, 3\text{PO}^5 + 4\text{Fe}^2\text{O}^3$  (Берцеліусъ). Оно встрѣчается въ природѣ въ видѣ бурога, аморфнаго вещества, похожаго по виду на резину; въ этомъ состояніи оно содержитъ 24 пая воды <sup>3)</sup>. Соединеніе это, извѣстное у минералоговъ подъ именемъ *дель-воксита*, растворимо въ водѣ.

При обработкѣ ѣдкимъ кали того или другаго изъ описанныхъ нами выше соединеній получается вещество, содержащее 15 павъ окиси желѣза на 1 пай фосфорной кислоты.

*Дѣйствіе желѣза при возвышенной температурѣ на фосфорнокислую известъ въ присутствіи угля.* Вопросъ этотъ имѣеть громадную важность при плавкѣ желѣзныхъ рудъ, смѣшанныхъ съ фосфорнокислой из-

<sup>1)</sup> Н. Rose, Anal. Chem., T. I, S. 123; 1831.

<sup>2)</sup> Pierre, Anal. Chem.; 1831.

<sup>3)</sup> Berzelius, Traité, t. III, p. 594.

вѣстью. Гохшметтеръ произвелъ слѣдующіе опыты: перемѣшавъ 45.35 гр. тонкой желѣзной проволоки, изрѣзанной на мелкіе кусочки съ 56.35 гр. косянаго пепла и 38.86 гр. измельченнаго антрацита, и выпавъ всю эту смѣсь въ закрытый тигель оцъ поддерживалъ ее втеченіи часа при температурѣ красно-бѣлаго каленія. Онъ получилъ остекловашшуюся массу, въ которой замѣтны были кусочки проволоки, сохранившіе ихъ первоначальную форму и только по концамъ сплавившіеся, гдѣ они прикасались одинъ къ другому. Проволока сдѣлалась хрупкою, изломъ ея мелкозернистый, а цвѣтъ по бѣлизнѣ приближался къ серебру. Проволоку отмыл водой для того, чтобы отдѣлнить ее отъ косянаго пепла и антрацита и удалить изъ массы фосфористый водородъ, который при этомъ не выпыхивалъ, что доказывало, что въ массѣ образовался фосфористый кальцій. За тѣмъ кусочки проволоки были сплавлены въ закрытомъ глиняномъ тиглѣ подъ толченымъ стекломъ. Получился хорошо сплавленный королекъ, висѣвшій 45.73 гр. и сверху отличающій синеватымъ цвѣтомъ. Онъ былъ чрезвычайно твердъ, хрупокъ и весьма магнитенъ. Сложеніе его мелкозернистое и изломъ, похожій на серебро, исключая нѣкоторыхъ точекъ, гдѣ онъ былъ синеватъ. Удѣльный вѣсъ его 7.8. Анализъ показалъ его составъ слѣдующимъ: 87.19 проц. желѣза и 12.66 проц. фосфора, что приблизительно соотвѣтствуетъ формулѣ  $Fe^8 P$ .

Гг. Присъ и Никольсонъ втеченіи трехъ лѣтъ публиковали свои весьма интересные и поучительные опыты по этому предмету. Они накачивали въ тигляхъ смѣсь чистаго кровавика, фосфорнокислой извести, опредѣленнаго состава, флюса и кокса, и затѣмъ опредѣляли количество фосфора, переходящаго въ королекъ. Результаты ихъ опытовъ мы приводимъ въ слѣдующей таблицѣ: <sup>1)</sup>

Нумера опытовъ.	ВѢСЪ Кровавика въ граммахъ.	ВѢСЪ Фосфорнокислой извести въ граммахъ.	ВѢСЪ Флюса въ граммахъ.	ВѢСЪ Кокса въ граммахъ.	Проц. содерж. фосфора.	
					По вычисле- нію.	Найденное.
1.	10.0	0.25	10.0	2.25	0.60	0.56
2.	10.0	0.75	10.0	2.25	1.83	1.60
3.	10.0	2.50	10.0	2.50	6.20	2.60
4.	10.0	5.00	10.0	2.50	12.60	6.00

Эти-же ученые достигли слѣдующихъ результатовъ, производя свои изслѣдованія надъ другими содержащими фосфоръ веществами:

<sup>1)</sup> Phil. Mag., t. X, p. 423; dec. 1855.

	Руда и шлаки.	Известь.	Коксъ.	Флюсъ.	Фосфоръ въ 100 ч. королька.	
					По вычисленію.	Найденный.
5. Обыкновенный обожженный глинистый желѣзнякъ (Blackband) изъ Валлійскаго герц. . . . .	10.00	3.5	1.75	—	0.82	0.81
6. Обожженный глинистый желѣзнякъ, весьма богатый фосфорной кислотой . . . . .	10.00	1.5	1.20	—	6.60	6.41
7. Бурый желѣзнякъ, богатый фосфорной кислотой . . . . .	10.00	—	—	10.00	6.90	6.70
8. Пудлинговый шлакъ.	10.00	—	2.00	10.00	13.60	12.50
9. Шлакъ изъ сварочной печи . . . . .	10.00	—	2.00	10.00	2.27	2.25

Во всѣхъ этихъ рудахъ принимали фосфорную кислоту за соединенную съ известью, а въ шлакахъ—въ видѣ фосфорно-кислаго желѣза. Какъ флюсъ была употреблена смѣсь изъ двухъ частей глинистаго сланца и одной части глины. Время продолженія опыта было во всѣхъ случаяхъ почти одно и то-же. Изъ этихъ таблицъ видно, что, найденное количество фосфора въ № 1 и 2 почти согласуется съ выведеннымъ по вычисленію, тогда какъ въ № 3 и 4 количество его несравненно менѣе. Авторы никакъ не приписываютъ этого несогласія продолжительности опыта, потому что, повторяя много разъ подобныя опыты, они хотя и получали корольки съ различнымъ содержаниемъ фосфора, но количество послѣдняго никогда не превышало четырехъ пятыхъ противъ всего взятаго для опыта. Тѣмъ не менѣе, если продолжить достаточно цементацию, то легко можетъ быть, что и вся фосфорная кислота возстановится.

*Дѣйствіе желѣза, при высокой температурѣ, на фосфорнокислую известь съ присутствіемъ свободныхъ углерода и кремнія.*—Дѣйствіе это было вполне изслѣдовано Велеромъ. Гохштеттеръ также повторялъ эти опыты, употребляя при этомъ совершенно тѣ-же приемы, какъ и въ выше уже приведенныхъ нами опытахъ. Относительныя количества составныхъ частей были слѣдующія: 64.77 гр. тонкой, изрѣзанной на кусочки проволоки, 80.96 гр. костянаго пепла, 40.48 гр. бѣлаго, мелкаго песку и 16.19 гр. антрацита. Полученный продуктъ былъ королекъ, покрытый дурно сплавившимся

шлакомъ, въ которомъ были запутаны металлическіе корольки. Королекъ и шлакъ, будучи освобождены отъ избытка антрацита, были вторично переплавлены въ закрытомъ глиняномъ тиглѣ: хорошо сплавленный корольекъ въ-силъ 63.74 гр. Шлакъ, также совершенно сплавленный, имѣлъ сѣровато-бѣлый цвѣтъ. Самый корольекъ имѣлъ кристаллическую поверхность, былъ весьма твердъ, хрупокъ и сильно магнитенъ. Изломъ его мелкозернистый, сѣровато-бѣлаго цвѣта, съ весьма многочисленными углубленіями, усыпанными кристаллами и съ побѣжалостью. Удѣльный вѣсъ его 7.25. По анализу въ немъ оказалось 85.78 проц. желѣза и 14.10 фосфора, что приближаетъ составъ его къ формулѣ  $Fe^6P$ .

*Дѣйствіе фосфора на желѣзо, содержащее сѣру.*—По мнѣнію Жаюэ, фосфоръ не вытѣсняетъ сѣру изъ ея соединений съ желѣзомъ, и для подтвержденія этого положенія онъ приводитъ слѣдующіе опыты: <sup>1)</sup>

1) 10 граммовъ весьма тонкой желѣзной проволоки, разрѣзанной на мелкіе куски были сплавлены въ глиняномъ тиглѣ безъ набойки съ 0.20 гр. сѣрнаго колчедана. Полученный хорошо сплавленный корольекъ содержалъ 0.994 проц. сѣры.

2) 10 граммовъ того-же самаго желѣза были сплавлены съ 0.20 грам. сѣрнаго колчедана и 0.20 гр. костяного пепла. Полученный корольекъ содержалъ 1.005 проц. сѣры.

### МАРГАНЕЦЪ И ФОСФОРЪ.

Такъ какъ марганецъ часто играетъ весьма важную роль въ металлургіи желѣза, то мы не лишнимъ считаемъ привести здѣсь слѣдующій опытъ Гохштеттера: 129.54 гр. шведскаго пиролизита ( $MnO^2$ ), почти совершенно чистаго, были смѣшаны съ 129.54 гр. костяного пепла, 64.77 гр. мелкаго бѣлаго песка и 38.86 гр. печной сажки, предварительно до красна прокаленной въ закрытомъ тиглѣ. Смѣсь прокаливали втеченіи двухъ часовъ при температурѣ бѣлаго каленія въ закрытомъ глиняномъ тиглѣ. Полученный корольекъ былъ хорошо сплавленъ, покрытъ зеленовато-сѣрымъ шлакомъ, твердый, хрупкій и слегка магнитный, что происходило вѣроятно отъ присутствія въ немъ нѣкотораго количества желѣза. Изломъ его сѣровато-бѣлаго цвѣта, отсвѣчивающій слегка краснымъ; весьма ясно кристаллическій; удѣльный вѣсъ королька 5.53; при нагрѣваніи онъ отчасти растворялся въ хлористоводородной кислотѣ, при чемъ отдѣлялся водородъ и фосфористый водородъ; остающійся при этомъ нерастворимый черный остатокъ

<sup>1)</sup> Ann. des Mines, 3-e série, t. VI, p. 165; 1854.

не былъ изслѣдованъ. Королекъ содержалъ 21.97 проц. фосфора, что соотвѣтствуетъ приблизительно формулѣ  $Mn^4P$ .

### ЖЕЛѢЗО И МЫШЬЯКЪ.

Полумышьяковистое желѣзо.  $Fe^2As$ . — Свѣдѣнія, имѣющіяся объ этомъ соединеніи, не только что не полны, но даже противурѣчатъ одно другому. Такъ по Гелену и Бергману <sup>1)</sup> соединеніе это не плавится, тогда какъ по Бертье оно легкоплавко. Бертье дѣлаетъ ему слѣдующее описаніе: оно желѣзнокъсѣраго цвѣта, весьма хрупко; въ изломѣ оно представляетъ большія и блестящія пластинки; не магнитно, легкоплавко, нерастворимо ни въ сѣрной, ни въ хлористоводородной кислотѣ; но легко растворяется въ азотной кислотѣ. Въ царской водкѣ оно растворяется, при чемъ переходитъ въ фосфорнокислую окись желѣза. О способѣ приготовленія этого соединенія Бертье говоритъ: мало по малу доводятъ до температуры бѣлаго каленія смѣсь 100 ч. по вѣсу измельченной желѣзной окалины, 50 ч. мышьяковистой кислоты, 50 ч. углекислаго натра и 20 ч. крахмала. Получаются 100 ч. мышьяковистаго соединенія, которое, будучи вторично переплавлено съ мышьяковистой кислотой, углекислымъ натромъ и крахмаломъ, поглощаетъ еще 25 ч. мышьяка. При третьемъ прокалываніи этой смѣси, соединеніе поглощаетъ еще 15 ч. мышьяка. Послѣ этой третьей переплавки соединеніе получается вполне насыщеннымъ и содержитъ мышьяка нѣсколько болѣе, чѣмъ 1 пай на 2 пая желѣза. Оно слегка пузырчато, зернисто и весьма легко истирается въ порошокъ <sup>2)</sup>.

Мышьяковистое желѣзо.  $FeAs$ . — Соединеніе это встрѣчается во многихъ мѣстностяхъ въ самородномъ состояніи, какъ напр. въ Рейхенштейнѣ, въ Силезіи; въ Фоссумѣ, въ Норвегіи; въ Шладмингѣ, въ Штиріи; въ Брейтенбрунѣ, въ Саксоніи, и въ Андреасбергѣ, на Гарцѣ <sup>3)</sup>. Предполагаютъ также существованіе другаго соединенія мышьяка съ желѣзомъ въ природѣ, составъ котораго  $Fe^4As^3$ , которое встрѣчается будто-бы въ Рейхенштейнѣ и Гейерѣ, въ Ерцъ-гебиргѣ <sup>4)</sup>. Мы здѣсь разсмотримъ только первое изъ этихъ соединеній. Удѣльный вѣсъ Рейхенштейнскаго мышьяковистаго желѣза измѣняется отъ 8.67 до 8.71. Кристаллы его призматическіе (Миллеръ); блескъ металлическій, цвѣтъ бѣлый; оно хрупко, изломъ неровный; твердость его между

<sup>1)</sup> Gmelin, Handb., Bd. V. S. 303.

<sup>2)</sup> Berthier, Traité, t. II, p. 203.

<sup>3)</sup> G. Rose, Krystallo-chemische Mineral system, S. 33; 1832; Handb. d. Mineralchem., S. 19; 1860.

<sup>4)</sup> Rammelsberg, Handb. d. Mineralchem., S. 18.



анатитомъ и полевымъ шпатомъ (5—6); магнитъ на него не дѣйствуетъ. Нагрѣтое въ закрытомъ сосудѣ, оно оставляетъ черный, металлическій, магнитный остатокъ. При накаливаніи на воздухѣ, оно въ изобиліи отдѣляетъ пары мышьяковистой кислоты, и въ остаткѣ получается основная мышьяковокислая окись желѣза. Оно растворимо въ азотной кислотѣ и царской водкѣ, но хлористоводородная и слабая сѣрная кислоты на него не дѣйствуютъ.

Двумышьяковистое желѣзо.  $\text{FeAs}_2$ . — Образуется при накаливаніи порошкообразнаго желѣза (полученнаго чрезъ возстановленіе его изъ окиси водородомъ) въ парахъ мышьяка. Если помѣстить только что упомянутое нами желѣзо въ стеклянную трубку, въ одномъ концѣ которой положенъ металлическій мышьякъ и чрезъ которую протекаетъ постоянно водородъ, и накалить трубку до красна, то пары мышьяка, увлекаемые водородомъ, начнутъ проходить чрезъ раскаленный желѣзный порошокъ и поглощаться имъ. Хотя поглощеніе это и совершается до крайности быстро, тѣмъ не менѣе желѣзо не раскаляется. Во все продолженіе опыта весь проходящій чрезъ желѣзо парообразный мышьякъ поглощается имъ, такъ что не замѣтно, чтобы хоть малѣйшіе слѣды его проходили непоглощенными. Опытъ продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока наконецъ избытокъ мышьяка не начнетъ собираться въ трубкѣ по другую сторону желѣза. Если взглянуть на полученный продуктъ, послѣ его охлажденія, то мы увидимъ, что взятое для опыта желѣзо нисколько не сплавилось, но какъ-то сократилось въ объемѣ и остается совершенно въ видѣ такого-же порошка, каковымъ оно было взято для опыта: цвѣтъ его сѣрый и магнитъ на него вовсе не дѣйствуетъ. Если его нагрѣть на воздухѣ, то оно раскаляется и продолжаетъ горѣть подобно труту, отдѣляя обильные пары мышьяка. Въ смѣси съ хлорновато-кислымъ кали оно воспламеняется подобно пороху и также отдѣляетъ сильный запахъ мышьяка. Хлористоводородная и слабая сѣрная кислоты на него почти не дѣйствуютъ. Оно содержитъ 14.06 проц. желѣза, что почти соответствуетъ вышериведенной формулѣ  $\text{FeAs}_2$ , потому что, принимая най мышьяка=75 и вычисляя составъ по этой формулѣ, мы найдемъ для желѣза количество = 15.70 проц. Только что описанный нами опытъ былъ произведенъ Рихардсономъ. Повторяя его другой разъ, онъ получилъ продуктъ слегка спекшійся, но легко истирающійся въ порошокъ; цвѣтъ его свѣтлый стально-сѣрый. Ни хлористоводородная, ни слабая сѣрная кислоты на него не дѣйствуютъ. Онъ содержитъ 28.58 проц. желѣза и 70.83 проц. мышьяка. Будучи подвергнутъ вторично продолжительному дѣйствию на него мышьяка при температурѣ краснаго каленія, былъ полученъ продуктъ, совершенно такого-же наружнаго вида, какъ и въ первый разъ; но съ содержаніемъ 26 проц. желѣза, что почти соответствуетъ формулѣ  $\text{FeAs}$ .

Мышьяковистое желѣзо состава  $\text{Fe}^4\text{As}$ .—Если въ глиняномъ тиглѣ раскалить до бѣла изрѣзанныя на куски желѣзные пластинки и затѣмъ бросить въ этотъ-же тигель мышьякъ въ избыткѣ, то оба вещества соединяются моментально, при чемъ вся масса сильно раскаляется и желѣзо расплавляется совершенно. Въ двухъ подобныхъ опытахъ получились соединенія, содержащія 53.02 и 56.38 проц. желѣза. Ихъ накаливали вторично втеченіи двухъ часовъ при температурѣ бѣлаго каленія подѣ прикрытіемъ толченого стекла, въ глиняныхъ тигляхъ съ примазанными крышками. По видимому они нисколько не измѣнились. Анализъ показалъ, что они содержатъ 58.70 и 57.74 проц. желѣза, что приближаетъ ихъ къ формулѣ  $\text{Fe}^4\text{As}$ , по которой количество желѣза равно 59.89 проц.

Мышьяковистое желѣзо состава  $\text{Fe}^6\text{As}$ .—При пробахъ сухимъ путемъ нѣкоторыхъ рудъ, содержащихъ мышьякъ, очень часто образуются *шпейзы*, состоящія главнымъ образомъ изъ соединенія мышьяка съ желѣзомъ, и хотя соединеніе это образуется при весьма разнообразныхъ условіяхъ, составъ его и наружный видъ остаются почти всегда одни и тѣ-же. Мы приводимъ здѣсь слѣдующіе два примѣра изъ многочисленныхъ опытовъ Г. Смита.

1. Золотистаго вида руда, состоящая изъ сѣрнаго и мышьяковаго колчедановъ, окиси желѣза, кремнезема и пр., была сплавлена съ бурой, углекислымъ натромъ, глетомъ и древеснымъ углемъ. Во время плавки вся масса была помѣшиваема желѣзнымъ прутикомъ. Полученная шпейза имѣла слѣдующій процентный составъ:

Желѣза . . . . .	70.93
Мышьяка (по разности) . . . .	28.89
Сѣры (=FeS 0.49) . . . . .	0.18

2. Содержащій мышьякъ свинцовый блескъ былъ сплавленъ съ углекислымъ натромъ и въ расплавленную массу была опущена желѣзная пластинка, при чемъ получилась шпейза, которая во 100 частяхъ содержала:

Желѣза . . . . .	72.17
Мышьяка (по разности) . . . .	27.58
Сѣры (=FeS 0.69) . . . . .	0.25

Составъ полученныхъ въ обоихъ этихъ случаяхъ шпейзъ можетъ быть довольно точно выраженъ формулой  $\text{Fe}_6\text{As}$ . Вычисленный по этой формулѣ составъ, будетъ:

Желѣза . . . . .	69.14
Мышьяка . . . . .	30.86

Шпейза эта сѣрваго-бѣлаго цвѣта, твердая и весьма хрупкая. Поверхность ея въ изломѣ весьма блестящая, кристаллическая, съ плотнымъ сло-

женіемъ. Она образуется при температурѣ, несравненно пизшей точки плавленія желѣза. Въ расплавленномъ состояніи она весьма жидка.

Въ числѣ купленныхъ въ Сипонѣ различныхъ старыхъ чугушныхъ артиллерійскихъ снарядовъ, попалось между прочимъ одно ядро, имѣющее 5.75 дюймовъ къ діаметрѣ и расколотое по поламъ. Изломъ его лучистаго кристаллическаго сложенія; пластинки кристалловъ узкія, длинныя и блестящія, радіусообразно расположены отъ центра къ окружности. Цвѣтъ его сѣровато-бѣлый, подобный жести. Въ немъ замѣтны многочисленныя пустоты—признакъ дурнаго чугуна. Въ 1859 г. д-ръ Ноадъ сдѣлалъ разложеніе чугуна изъ этого ядра и получилъ слѣдующіе результаты:

Кремнія . . . . .	слѣды
Стры . . . . .	0.57
Фосфора . . . . .	слѣды
Мышьяка . . . . .	16.20

Вторичный анализъ далъ почти тѣ-же результаты. Принимая най мышьяка = 75, формула для этого соединенія будетъ:  $\text{Fe}^{14}\text{As}$ . Приготовленная изъ этого чугуна полоска пудлинговаго желѣза имѣла зеркальный, весьма кристаллическій изломъ, и содержала 0.87 проц. мышьяка.

Мышьяковистокислая закись желѣза.  $2\text{FeO}, \text{AsO}^3$ .—Берцеліусъ описываетъ ее какъ бѣлый осадокъ, растворимый въ ѣдкомъ амміакѣ, быстро окисляющійся во время промывки и принимающій при этомъ свѣтло-охряной цвѣтъ. Если въ этомъ состояніи ее нагрѣть въ закрытомъ сосудѣ, то она предварительно выдѣляетъ воду, а потомъ плавится. Мышьяковистая кислота при этомъ не улетучивается; остающаяся масса имѣетъ цвѣтъ, похожій на ржавчину <sup>1)</sup>.

Мышьяковокислая закись желѣза.  $2\text{FeO}, \text{AsO}^5$ .—По Берцеліусу, соль эта садится въ видѣ бѣлаго, порошкообразнаго осадка, который на воздухѣ сначала бурбѣтъ, а затѣмъ принимаетъ грязно-зеленый цвѣтъ. Закись желѣза при этомъ переходитъ въ магнитную окись. При нагрѣваніи этой соли въ закрытомъ сосудѣ, она принимаетъ темно-сѣрый цвѣтъ и даетъ возгонъ мышьяковистой кислоты, при чемъ закись желѣза, на счетъ кислорода возстановляющейся такимъ образомъ мышьяковой кислоты, переходитъ въ высшую степень окисленія. Мышьяковокислая закись желѣза весьма мало растворима въ амміакѣ, и растворъ этотъ зеленеетъ при стояніи на воздухѣ; но при этомъ не образуется, подобно тому какъ въ соответствующей фосфорнокислой соли, амміачнаго соединенія, нерастворимаго въ водѣ <sup>2)</sup>.

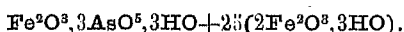
Мышьяковокислая окись желѣза.  $2\text{Fe}^2\text{O}^3, 3\text{AsO}^5$ .—Берцеліусъ

<sup>1)</sup> Traité, t. III, p. 581.

<sup>2)</sup> Berzélius, t. III, p. 581.

представляетъ ее въ видѣ бѣлаго, нерастворимаго въ водѣ порошка, краснѣющаго при нагрѣваніи и выдѣляющаго при этомъ 17.68 проц., или 12 паевъ воды. При началѣ краснаго каленія, соль эта слегка свѣтится, и затѣмъ дѣлается блѣднѣе и желтоватѣе. Въ кислотахъ растворяется. Въ сырѣмъ состояніи она быстро растворяется, если на нее налить ѣдкаго амміака; высушенная-же она растворяется въ этой щелочи только при кипяченіи. Растворъ краснаго цвѣта, прозрачный. Въ тепломъ мѣстѣ амміакъ изъ него улетучивается, но находящаяся въ растворѣ соль не осаждается. Жидкость, потерявшая такимъ образомъ амміачный запахъ, остается совершенно прозрачною, и при выпариваніи даетъ прозрачную массу рубиново-краснаго цвѣта, состоящую изъ основной двойной соли. Эта послѣдняя отчасти растворима въ водѣ и совершенно растворяется въ амміакѣ. При сухой перегонкѣ этой соли, въ приемникѣ собирается вода, амміакъ и наконецъ мышьяковистая кислота, а въ ретортѣ остается зеленоватая масса <sup>1)</sup>).

Въ природѣ встрѣчается окристаллованный минералъ, извѣстный подъ именемъ *скородита* и составъ котораго  $\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{AsO}^5 + 4\text{HO}$ . Это-же соединеніе можно получить и искусственно, окисляя среднюю мышьяковокислую закись желѣза азотной кислотой и выпаривая избытокъ послѣдней, или осаждая соль изъ полученнаго раствора амміакомъ, въ которомъ она нерастворима и который ее не разлагаетъ. Ѣдкое кали частью разлагаетъ это соединеніе, при чемъ образуется основная соль, похожая по виду на окись желѣза. Соль эта содержитъ 7 проц. мышьяковой кислоты и 13.4 проц. воды. Берцелиусъ даетъ ей слѣдующую, весьма сложную формулу.

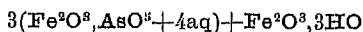


Накаленная до красна она свѣтится.

Кромѣ того, въ самородномъ состояніи встрѣчается еще близъ Фрейберга соединеніе:  $2\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{AsO}^5 + 12\text{HO}$ , извѣстное тамъ подѣ именемъ *Eisensinter* <sup>2)</sup>). Красный минералъ, называемый *кубическою рудой*, имѣетъ, по Раммельсбергу, слѣдующій составъ:



или:



По зеленому цвѣту, въ который окрашенъ этотъ минералъ, можно было-бы предположить, что онъ содержитъ закись желѣза, какъ это думаетъ и Берцелиусъ. Но во всякомъ случаѣ это необыкновенное зеленое окрашиваніе соли окиси желѣза заслуживаетъ того, чтобы быть точнѣе изслѣдо-

<sup>1)</sup> Traité, t. III, p. 602

<sup>2)</sup> Rammelsberg, Handb., S. 371; 1860.

вашимъ и чтобы такимъ образомъ былъ окончательно рѣшенъ вопросъ, точно-ли окрашиваніе это происходитъ отъ записи желѣза.

Мышьякъ можетъ быть совершенно выдѣленъ изъ желѣза, если соединеніе этихъ двухъ тѣлъ, въ видѣ тончайшаго порошка, сплавить въ золотомъ тиглѣ съ смѣсью углекислаго и азотнокислаго натра. При этомъ весь мышьякъ превратится въ мышьяковую кислоту, которая соединится съ щелочами и можетъ быть отмыта водой, между тѣмъ какъ образовавшаяся, совершенно чистая окись желѣза останется при этомъ нерастворенною. Точно также можно на чисто выдѣлить изъ соединеній съ желѣзомъ и мышьяковистую и мышьяковую кислоты, стоитъ только соединенія эти сплавить въ платиновомъ тиглѣ съ углекислою щелочью. Мокрымъ путемъ мышьяковая кислота можетъ быть выдѣлена изъ соединенія въ видѣ мышьяковокислой соли амміака и магnezіи ( $2\text{MgO}, \text{NH}^4\text{O}, \text{AsO}^3 + \text{HO}$ ). Для этого соединеніе желѣза растворяютъ въ хлористоводородной кислотѣ, подкисленной слегка азотной кислотой, прибавляютъ къ раствору винной кислоты, потомъ избытокъ амміака, и наконецъ растворъ соли магnezіи. По истеченіи нѣсколькихъ часовъ спокойнаго стоянія жидкости, вся мышьяковая кислота осядетъ изъ нея въ видѣ кристаллической соли, вышеприведеннаго состава, которую легко можно собрать на цѣдилку. Соль эта содержитъ 60.53 проц. мышьяковой кислоты и 21.05 проц. магnezіи.

*Цементованіе желѣза или стали мышьякомъ.* Опыты подобной цементации были произведены Екманомъ, въ Швеціи.

Старую кожу, рога или т. п. азотистыя животныя вещества мѣшаютъ съ растворомъ мышьяковистой кислоты въ хлористоводородной кислотѣ, и приводятъ все это въ состояніе жидкой каши. Намазываютъ эту кашу на поверхность металла, желѣзной полосы наприимѣръ, слоемъ, приблизительно въ одну линію толщиною. Затѣмъ полосу эту накалываютъ до красна въ муфель или въ желѣзномъ цилиндрѣ, подобно тому какъ закалываютъ сталь. На поверхности образуется бѣлое и твердое мышьяковистое желѣзо. По словамъ Екмана, цементованное такимъ образомъ желѣзо вполне предохранено отъ ржавчины, и въ подтвержденіе своихъ словъ онъ приводитъ слѣдующій фактъ: въ 1832 году были выбраны двѣ желѣзныя полосы, сходныя между собой во всѣхъ отношеніяхъ, и одна изъ нихъ была цементована только что нами описаннымъ способомъ. Втеченіи пятнадцати лѣтъ обѣ полосы были подвергаемы совершенно однимъ и тѣмъ-же условіямъ; нецементованная полоса въ это время проржавѣла совершенно, тогда какъ другая — вполне сохранила свою первоначальную бѣлую, блестящую поверхность. Для подтвержденія справедливости этихъ словъ, мы повторяли опыты Екмана. Мы прокаливали втеченіи нѣсколькихъ часовъ желѣзную полосу, покрытую смѣсью порошка древеснаго угля и мышьяковистокислой щелочи; поверхность полосы

получилась весьма затвердѣвшею, но тѣмъ не менѣе чрезъ то она не была предотвращена отъ ржавчины.

## КРЕМНІЙ.

Кремній представляет собою тѣло, роль котораго при металлургіи желѣза, по нашему мнѣнію, изучить наиболѣе полезно; а между тѣмъ всѣ свѣдѣнія, собранныя до настоящаго времени объ этомъ элементѣ, далеко не полны. И даже только въ самое послѣднее время, люди, считающіе себя великими практиками и отвергающіе все научное, замѣтили, что кремній не остается безъ вліянія на желѣзо. Не только что самъ кремній есть одна изъ непрѣмныхъ составныхъ частей чугуна <sup>1)</sup>, но также въ соединеніи съ кислородомъ, въ видѣ кремнезема, онъ играетъ весьма важную роль въ образованіи шлаковъ, какъ при выплавкѣ чугуна изъ рудъ, такъ и при передѣлкѣ послѣдняго въ ковкое желѣзо. Вотъ почему мы считаемъ совершенно умѣстнымъ здѣсь поговорить нѣсколько о свойствахъ кремнія. Велеру и Девилю мы обязаны большинствомъ нашихъ свѣдѣній объ этомъ, столь распространенномъ на поверхности земной, веществѣ.

*Атомическій вѣсъ:* 22.2; по Дюма—21.075 <sup>2)</sup>.

По Девилю, кремній существуетъ въ трехъ аллотропическихъ видоизмѣненіяхъ: аморфномъ, графитовидномъ и алмазномъ, или октаэдрическомъ совершенно аналогическихъ со всѣми подобными-же видоизмѣненіями углерода <sup>3)</sup>.

*Аморфный кремній.* — Берцелиусъ дѣлаетъ ему слѣдующее описаніе: это порошокъ темно-бурого цвѣта, не проводящій элетричества и въ сухомъ состояніи, сильно пачкающій пальцы и вообще всѣ предметы, съ которыми онъ находится въ соприкосновеніи. Хотя аморфный кремній и не плавится, тѣмъ не менѣе, будучи сильно накаленъ онъ, претерпѣваетъ весьма замѣтныя измѣненія: плотность его увеличивается и цвѣтъ становится темнѣе. Берцелиусъ разсматриваетъ прокаленный кремній какъ аллотропическое видо-

<sup>1)</sup> Кремній въ чугунѣ можетъ находиться соединеннымъ или съ чугуномъ, или съ другими веществами, его сопровождающими. Шавгейтль замѣтилъ въ чугунѣ соединеніи кремній съ сѣрой. При раствореніи чугуна въ кислотахъ, кремній остается нераствореннымъ или въ видѣ кремнезема  $\text{SiO}_2$ , или въ видѣ окиси кремнія  $\text{SiO}$ . Наконецъ, по словамъ Кальвера, газы, отдѣляющіеся при раствореніи чугуна, иногда содержатъ кремнистый водородъ.

<sup>2)</sup> L. и K. Jarhesb.. S. 3; 1859.

<sup>3)</sup> Мы приводимъ здѣсь тѣ источники, которые служили намъ руководствомъ, при составленіи этой статьи: Berzélius, l. I, стр. 305 и слѣд.; Devile, Mémoire sur le silicium, An. de chim. et de phys., 3-e série, t. XLIX, стр. 67—78, 1857; Wöhler, An. de chim. et de phys. 3-e série, t. XLVII, стр. 116; 1856.

измѣненіе, и сравниваетъ его съ подобнымъ-же образомъ получаемымъ видоизмѣненіемъ углерода. Кремній до прокалики обозначилъ онъ знакомъ  $\text{Si}\alpha$ , а послѣ прокалики— $\text{Si}\beta$ .

$\text{Si}\alpha$ . На воздухѣ онъ быстро сгораетъ, при накаливаніи, но не весь, а приблизительно только одна треть его, потому что образующаяся при этомъ на поверхности кремневая кислота предохраняетъ его отъ дальнѣйшаго сгорания. Въ кислородѣ онъ сгораетъ еще скорѣе, образуя, между прочимъ, нѣкоторое количество воды и издавая слабое, голубоватое пламя, что указываетъ на присутствіе въ немъ водорода. Явленіе это замѣчается даже и тогда, если кремній предварительно былъ прокаленъ почти до красна въ безвоздушномъ пространствѣ. Онъ не растворяется и не окисляется при дѣйствіи на него кислотъ азотной, сѣрной, хлористо-водородной и царской водки, даже и при кипяченіи. Но онъ даже безъ нагреванія растворяется въ фтористоводородной кислотѣ, съ отдѣленіемъ водорода, и, при нагреваніи, въ крѣпкомъ растворѣ ѣдкаго кали.

$\text{Si}\beta$ . При накаливаніи на воздухѣ  $\text{Si}\alpha$ , какъ мы видѣли выше, онъ загорается, при чемъ на поверхности его образуется кремневая кислота. Если затѣмъ его обработать фтористоводородной кислотой, въ которой кремневая кислота растворяется, то остается порошокъ темнаго шоколаднаго цвѣта, не горящій ни на воздухѣ, ни въ кислородѣ. Точно также онъ не горитъ и при накаливаніи до слабо краснаго каленія съ хлорноватокислымъ кали или селитрой. Ни фтористоводородная кислота, ни крѣпкій растворъ ѣдкаго кали на него не дѣйствуютъ даже при кипяченіи, но онъ легко растворяется въ смѣси фтористоводородной и азотной кислотъ, при чемъ отдѣляется азотная окись.

Берцелиусъ даетъ нѣсколько способовъ полученія кремнія; напр. чрезъ нагреваніе фтористаго кремнія съ калиемъ;—чрезъ нагреваніе калия въ парахъ хлористаго кремнія и чрезъ выщелачиваніе водой образующагося при этомъ хлористаго калия;—и наконецъ, чрезъ накаливаніе вмѣстѣ кремнезема и калия. На способъ полученія изъ хлористаго кремнія и калия, Девиль указываетъ какъ на лучший для приготоуленія аморфнаго кремнія, совершенно чистаго и въ большомъ количествѣ. Самый опытъ онъ совѣтуетъ производить слѣдующимъ образомъ: въ широкую стеклянную трубку насыпаютъ тонкіе кусочки слюды и вводятъ нѣсколько фарфоровыхъ чепчиковъ съ калиемъ, или натріемъ. Трубка эта соединяется, помощью пробки, съ тубулатной ретортой. Во второе горло этой реторты вставлена пробка съ двумя трубками, изъ коихъ одна сообщается съ приборомъ, отдѣляющимъ водородъ, а другая, погружающаяся на самое дно реторты, снабжена сверху воронкой. Коонецъ этой послѣдней трубки погруженъ въ налитую на дно реторты ртуть, которая такимъ образомъ и предотвращаетъ сообщеніе внутренности реторты, чрезъ эту трубку, съ наружнымъ воздухомъ. Установивъ такимъ образомъ

приборъ, его наполняютъ водородомъ, трубку накаливаютъ до красна, и черезъ трубку съ воронкой наливаютъ въ реторту хлористый кремній. Реторту осторожно нагреваютъ, и тѣмъ доводятъ хлористый кремній до кипѣнія; когда пары его коснутся натрія, они быстро имъ поглощаются съ значительнымъ отдѣленіемъ тепла и свѣта. Операцию продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока реакція сама собою совершенно не окончится, т. е. до тѣхъ поръ, пока взятые для опыта натрій или калий ни превратятся окончательно въ хлористыя соединенія. За тѣмъ всю эту смѣсь хлористой щелочи и кремнія кипятятъ продолжительное время въ водѣ, и наконецъ отдѣленный кремній просушиваютъ. По словамъ Девиля, получаемый при этомъ кремній вполне походитъ на Siß Берцелиуса. Если его размѣшать въ водѣ и смотрѣть на него при солнечномъ свѣтѣ, то онъ представляется блестящимъ и слюдовиднымъ.

Другой способъ, предлагаемый Девилемъ для полученія аморфнаго кремнія, состоитъ въ томъ, что въ платиновомъ тиглѣ сплавляютъ смѣсь изъ 98 частей по вѣсу кремнезема, 27 ч. исландскаго шпата и 21 части углекислаго натра, совершенно чистаго и сплавленнаго. Полученное такимъ образомъ стекло, въ видѣ крупныхъ кусковъ кладется въ стеклянную трубку, куда кладется также и натрій, въ количествѣ, недостаточномъ даже для разложенія и половины всего стекла. Трубку накаливаютъ до красна. Во время возстановленія кремнія, при этомъ, не замѣтно ни малѣйшаго повышенія температуры. Операция считается оконченною, когда весь натрій, помѣщенный между кусочками стекла, исчезнетъ. Полученную черную массу вынимаютъ, кладутъ въ угольный тигель, помѣщенный въ другой, обыкновенный тигель и сильно накаливаютъ въ самодувномъ горнѣ. Возстановленный кремній при этомъ находится разбросаннымъ въ видѣ стально-сѣрыхъ шариковъ въ массѣ темнаго, похожаго на обсидіанъ стекла, изъ котораго его извлекаютъ, разбивая послѣднее на мелкіе куски. Полученный кремній весьма хрупокъ.

Буфъ и Велеръ даютъ слѣдующій способъ для полученія аморфнаго кремнія изъ кремнефтористаго натрія. Соля эту смѣшиваютъ съ равнымъ вѣсомъ сплавленной поваренной соли, прибавляютъ къ смѣси небольшіе кусочки натрія, и все это бросаютъ въ раскаленный до красна глиняный тигель, который за тѣмъ закрываютъ крышкой и поддерживаютъ при температурѣ темно-краснаго каленія. По охлажденіи, массу кипятятъ въ слабой соляной кислотѣ, и наконецъ освобождаютъ полученный кремній отъ кремнезема плавиковою кислотой<sup>1)</sup>.

Можно также получить кремній, пропуская токъ отъ четырехъ Буизенов-

<sup>1)</sup> Ann. de Chim. et de Phys. 3-e série, t. LII, p. 283; 1858.



скихъ элементовъ черезъ расплавленную смѣсь равныхъ частей по вѣсу фтористаго калия и фтористаго натрія, въ которой растворенъ прокаленный кремнеземъ. Кремній отдѣляется у отрицательнаго полюса, а кислородъ — у положительнаго. Въ этомъ опытѣ можно употреблять угольный электродъ.

*Графитовидный кремній.*—Девиль первый получилъ это вещество въ смѣси съ глиніемъ. Велеръ даетъ способъ для получения кремнія въ этомъ состояніи. Способъ этотъ состоитъ въ слѣдующемъ: смѣсь глинія съ 20—40 частями по вѣсу фтористыхъ калия и кремнія кладется въ гессенскій тигель и поддерживается втеченіи четверти часа при температурѣ плавленія серебра. За тѣмъ даютъ массѣ медленно охладиться, разбиваютъ тигель и находятъ въ бѣлой, или сѣровой массѣ, металлическій королекъ темнаго, желѣзно-сѣраго цвѣта. Королекъ этотъ представляетъ собою глиній, проникнутый большимъ количествомъ кристаллическаго кремнія. Королекъ разбиваютъ на куски, не истирая его въ порошокъ и обрабатываютъ, при нагрѣваніи, крѣпкой хлористоводородной кислотой до тѣхъ поръ, пока ни прекратится отдѣленіе водорода, или-же королекъ снова расплавляютъ въ тиглѣ и оставляютъ расплавленную массу нѣкоторое время спокойно стоять, при чемъ весь кремній отстаивается на дно. Здѣсь глиній играетъ только роль растворяющаго вещества, изъ котораго, при охлажденіи, кремній на чисто отдѣляется въ кристаллическомъ видѣ. Полученный кремній нагрѣваютъ въ платиновомъ тиглѣ съ фтористоводородной кислотой средней крѣпости, которая изъ него извлекаетъ могущую въ немъ замѣшаться кремневую кислоту, затѣмъ получаютъ кристаллическое вещество, которое остается только промыть хорошенько водой и высушить. Это—графитовидный кремній, который выдѣляется при застываніи, изъ глинія, совершенно также, какъ въ подобныхъ случаяхъ графитъ выдѣляется изъ чугуна. Въ различныхъ опытахъ изъ 100 частей по вѣсу глинія, получалось отъ 70 до 80 частей кремнистаго сплава, содержащаго отъ 65 до 75 процентовъ кремнія.

Въ этомъ состояніи, кремній имѣетъ видъ непрозрачныхъ, блестящихъ пластинокъ, совершенно походящихъ на выходящій изъ доменныхъ печей графитъ, только отличающійся болѣе металлическимъ блескомъ и цвѣтомъ, переходящимъ въ свинцово-сѣрый. Иногда при этомъ онъ появляется въ видѣ шестигульныхъ, отдѣльныхъ таблечекъ. Онъ весьма твердъ, чертитъ стекло, но не царапаетъ топаза. Его можно до бѣла накаливать въ кислородѣ, при чемъ онъ не загорается, и даже не измѣняется въ вѣсѣ. При накаливаніи до красна съ углекислымъ кали, онъ разлагаетъ съ отдѣленіемъ свѣта углекислоту, при чемъ самъ превращается въ кремневую кислоту. Накаленный до красна въ струѣ сухаго хлора, онъ совершенно сгораетъ, превращаясь въ хлористый кремній; если-же подобнымъ образомъ обработать его влажнымъ

хлоромъ, то кристаллы кремнія превращаются въ ложные, прозрачные, но весьма хрупкіе кристаллы <sup>1)</sup>).

*Алмазный, или октаэдрический кремній.*—Кремній растворяютъ въ расплавленномъ цинкѣ, изъ котораго онъ, при охлажденіи послѣдняго, выдѣляется въ видѣ хорошо-образованныхъ кристалловъ, но правильной, а не шестигульной системы, въ которой онъ кристаллизуется, выдѣляясь изъ расплавленного глини. Девиль и Каронъ рекомендуютъ слѣдующій способъ для извлеченія этихъ кристалловъ: берутъ 300 частей по вѣсу кремне-фтористаго калия, 80 ч. натрія, разрѣзаннаго на мелкіе кусочки и 400 ч. зернистаго цинка. Все это накалываютъ до ярко-краснаго каленія въ закрытомъ глиняномъ тиглѣ и поддерживаютъ эту температуру до совершеннаго разжиженія массы, и затѣмъ медленно охлаждають. Операцию должно вести какъ можно быстрее, чтобы избѣжать развѣданія тигля. При этомъ почти весь кремній получается въ окристаллованномъ состояніи и собирается на верхней поверхности королька цинка. Корольекъ снова нагрѣваютъ, при чемъ плавится только цинкъ, который и сливаютъ. Въ тиглѣ остается кремній съ нѣкоторымъ количествомъ приставаго къ нему цинка, который, равно какъ и могущее попасть сюда желѣзо, отмываютъ крѣпкой хлористоводородной кислотой, а попавшій сюда съ цинкомъ свинецъ растворяютъ въ крѣпкой азотной кислотѣ, и затѣмъ остающійся кремній, тщательно промываютъ водой и обрабатываютъ фтористоводородной кислотой, которая освобождаетъ его отъ кремневой кислоты и могущихъ замѣшаться въ него осколковъ тигля. Послѣ вторичнаго за тѣмъ промыванія водой и просушки, кремній можно считать совершенно чистымъ. Если желаютъ его сплавить, то его мѣшаютъ съ кремне-фтористымъ калиемъ, помѣщаютъ смѣсь въ тигель, поставленный въ другой тигель, засыпаютъ сверху крупно-истолченнымъ стекломъ, не содержащимъ свинца, и плавятъ втеченіи нѣкотораго времени при температурѣ плавленія чугуна. Потомъ тигель вытаскиваютъ изъ печи, даютъ ему охладиться на столько, чтобы онъ не имѣлъ раскаленнаго вида и погружаютъ въ воду, чтобы этимъ быстрымъ охлажденіемъ привести находящееся въ тиглѣ стекло въ наиболѣе хрупкое состояніе. Тигель осторожно разбиваютъ, и приставашія къ корольку частицы отмываютъ плавиковою кислотой. Сплавленный кремній окристаллованъ и растворимъ въ смѣси азотной и фтористоводородной кислотъ <sup>2)</sup>. Этимъ путемъ намъ постоянно удавалось получить прекрасныя кристаллы кремнія. Кислоты на кремній не дѣйствуютъ; такимъ образомъ, мы держали его почти втеченіи двадцати часовъ въ сѣрной кислотѣ, при температурѣ кипѣнія послѣдней, и въ это время не могли замѣтить ни малѣйшаго ра-

<sup>1)</sup> L. u. K. Jahresh., стр. 155; 1859.

<sup>2)</sup> L. u. K. Jahresh., стр. 202; 1861.

створенія. Крѣпкіе растворы ѣдкаго кали и ѣдкаго натра медленно растворяютъ его, при чемъ отдѣляется водородъ. Если кусочекъ кремнія бросить въ расплавленное въ золотомъ тиглѣ ѣдкое кали, то происходитъ вспышка и оба тѣла весьма быстро соединяются. Прекрасный опытъ состоитъ въ томъ, чтобы бросать кристаллики кремнія въ золотой тигель, въ которомъ находится расплавленная смѣсь ѣдкаго натра и селитры. Каждый кристаллъ, падая въ расплавленную массу, быстро растворится въ ней, при чемъ отдѣляется великолѣпный пурпуровый свѣтъ, и если заразъ бросить нѣсколько кристалловъ, то даже вся поверхность расплавленной массы издаетъ пурпуровое пламя. Получаемый продуктъ безцвѣтенъ и прозраченъ. Накаливая его до красна въ парахъ сѣры, мы не замѣтили въ немъ никакой переменъ.

Если пары хлористаго кремнія, пропускавъ черезъ раскаленную фарфоровую трубку, въ которой поставлены фарфоровые-же челночки съ глиниемъ, то хлористый кремній, приходя въ соприкосновеніе съ послѣднимъ, разлагается съ отдѣленіемъ свѣта и въ трубкѣ замѣчается появленіе искръ. Когда вытаскиваютъ челночки, то находятъ ихъ наполненными большими и прекрасными игольчатыми кристаллами кремнія, расположенными въ такомъ видѣ, что можно было-бы предположить, что кремній, или глиній летучи. Явленіе это можетъ быть объяснено только взбрасываніемъ веществъ въ моментъ реакціи. Иголки эти отливаютъ часто радужными цвѣтами, подобно желѣзному блеску, на который кремній кромѣ того походитъ и по цвѣту и по твердости. Кремній имѣетъ темный желѣзно-сѣрый цвѣтъ, отливающий краснымъ; онъ сильно царапаетъ стекло и даже можетъ его рѣзать, подобно алмазу.

Сначала предполагали, что форма кристалловъ этихъ ромбоэдричная; но Сенармонъ и Деклоазо убѣдились въ томъ, что они принадлежатъ къ правильной системѣ. Деклоазо, въ нѣкоторыхъ образчикахъ, представленныхъ ему Девилемъ, нашелъ правильные и совершенно отдѣльные октаэдры, которые можно было измѣрить. Кристаллы эти скучены одинъ на другой, что и придаетъ имъ видъ удлиненности <sup>1)</sup>. Соприкасаясь между собой по тремъ плоскостямъ, въ группѣ, кристаллы эти имѣютъ сходство съ кристаллами ромбоэдрической системы, въ которые кристаллизуется углекислая известь и кварць. Но правильныя шестигольныя призмы этихъ кристалловъ всѣ образованы изъ плоскостей гнѣздищихся одинъ на другомъ ромбоэдричныхъ додекаэдровъ, замѣтить которые не представляется особенной трудности. По увѣренію Девиля, въ сплавленномъ кремнѣ ему удавалось замѣчать октаэдрическіе кристаллы съ выгнутыми плоскостями, на подобіе алмазныхъ.

Образующійся во время опыта хлористый глиній, по летучести своей, от-

<sup>1)</sup> Ann. de Chim. et de Phys., 3-e série, t. XLVII, стр. 169; 1856.

дѣляется изъ трубки самъ собою. Пропуская пары хлористаго углерода на расплавленный чугуны, замѣчаютъ, что металлическая поверхность послѣдняго покрывается небольшими шестиугольными пластинками углерода, сильно блестящими и отливающими радужными цвѣтами. Совершенно подобнымъ-же образомъ, при пропускании паровъ хлористаго кремнія черезъ фарфоровую трубку, въ которой находится расплавленный цинкъ, разлагаютъ ихъ, при чемъ появляются блестящіе кристаллы кремнія, а въ массѣ цинка, собирающагося при этомъ въ наиболѣе холодной части трубки, расбросаны кристаллики графитовиднаго кремнія. <sup>1)</sup>

Повторимъ въ общихъ чертахъ все сказанное до сихъ поръ. Кремній встрѣчается въ трехъ видахъ:

1. *Кремній кристаллическій, алмазовидный* — это то отличіе кремнія, которое было впервые получено Девиломъ при пропускании хлористаго или фтористаго кремнія черезъ сильно нагрѣтый глиній. Онъ окристаллованъ въ правильные октаэдры, подобно алмазу и тверже кварца.

2. *Кремній кристаллическій, графитовидный* — есть отличіе кремнія, характеризующееся своимъ блескомъ. Хотя кристаллическое состояніе его и очевидно, тѣмъ не менѣе трудно опредѣлить форму его кристалловъ. Мягкость этихъ кристалловъ такова, что они безъ всякаго труда могутъ истираться между пальцами. Они пачкаютъ бумагу, подобно графиту, съ которымъ имѣютъ такое громадное сходство, что только болѣе бурый оттѣнокъ черты кремнія можетъ его по виду отличить отъ послѣдняго. Подобно графиту, графитовидный кремній проводитъ электричество. Онъ получается чрезъ обработку содержащаго кремній глины хлористоводородной кислотой.

Слѣдовательно графитовидный кремній, полученный Девиломъ, характеризуется особенно двумя чертами: кристаллическимъ сложениемъ и мягкостью; онъ образуется при тѣхъ-же обстоятельствахъ какъ и графитъ чугуна.

3. *Аморфный кремній* Берцелиуса, во всѣхъ отношеніяхъ похожъ на уголь, и по сложению и по горючести. Извѣстно, что чѣмъ выше температура, при которой получается обыкновенный уголь, тѣмъ онъ болѣе по виду похожъ на графитъ. Тоже самое и съ аморфнымъ кремніемъ. Чѣмъ выше температура, при которой его получаютъ, тѣмъ онъ плотнѣе, менѣе горючъ и наконецъ съ большимъ блескомъ, хотя и не кристаллическій. Прокаленный аморфный кремній и графитовидный, находятся другъ къ другу въ такомъ-же отношеніи, въ какомъ газовый уголь находится къ природному и искусственно-полученному графиту.

Буффу и Велеру мы обязаны открытіемъ многихъ соединеній кремнія,

<sup>1)</sup> Векетовъ, L. u. K. Jahresh., стр. 196; 1839.

имѣющихъ весьма важный научный интересъ. Ниже мы приводимъ описание ихъ <sup>1)</sup>.

Кремнистый водородъ.  $\text{Si H}^2$  (?). — Онь отдѣляется въ смѣси съ большимъ количествомъ водорода, на поверхности содержащаго кремній глиниа, служащаго положительнымъ электродомъ въ водномъ растворѣ хлористаго натрія, черезъ который пропускается токъ 8—12 Бунзеновскихъ элементовъ. Онь получается также при раствореніи содержащаго кремній глиниа въ слабой хлористоводородной кислотѣ; но получающійся при этомъ газъ такъ мало содержитъ кремнистаго водорода, что онъ не имѣетъ способности воспламениться на воздухѣ, даже если для полученія его и былъ взятъ глиниа, насыщенный кремніемъ; большая часть кремнія при этомъ выдѣляется въ видѣ кристалловъ, или въ видѣ чернаго порошка. Въ небольшомъ количествѣ отдѣляется кремнистый водородъ также и при дѣйствіи хлористоводородной кислоты на содержащій кремній марганецъ <sup>2)</sup>. Газъ этотъ быстро воспламеняется на воздухѣ, отдѣляя густые бѣлые пары, происходящіе отъ образованія кремневой кислоты. Было очевидно доказано, что водородъ, вступая въ соединеніе съ кремніемъ, сокращается въ объемѣ.

Кремнистый водородъ не растворимъ ни въ чистой, ни въ соленой водѣ; ни хлористоводородная, ни слабая сѣрная кислоты на него не дѣйствуютъ. Онь разлагается при обыкновенной температурѣ растворомъ ѣдкаго кали. Въ присутствіи хлора онъ даетъ сильный взрывъ; смѣсь закиси и окиси азота на него не дѣйствуетъ. Въ краснокальномъ жарѣ онъ разлагается съ выдѣленіемъ аморфнаго кремнія. Во многихъ металлическихъ растворахъ, какъ напр.: сѣрнокислой мѣди, азотнокислаго серебра, хлористаго палладія и пр., онъ производитъ осадки; но онъ не оказываетъ никакого дѣйствія на растворы уксуснокислаго свинца и хлористой платины. На поверхностяхъ содержащихъ мѣдь растворовъ, равно какъ и на поверхностяхъ тѣлъ, смоченныхъ только этими растворами, кремнистый водородъ образуетъ перепонку темнаго, краснаго цвѣта, которая просвѣчиваетъ желто-бурымъ. Образующаяся при этомъ кремнистая мѣдь, на воздухѣ, быстро переходитъ въ кремнекислую соль, лимоннаго цвѣта. Смоченная слабой азотной кислотой она разлагается, выдѣляя металлическую мѣдь. Хлористоводородная кислота, ее разлагаетъ, при чемъ отдѣляется водородъ и осаждается окись кремнія. Въ растворѣ ѣдкаго кали она производитъ вспышку отдѣляющагося при этомъ водорода и даетъ осадокъ мѣди, не содержащей кремнія, но по всей вѣроятности заключающей въ себѣ нѣкоторое количество его окиси, потому что при обработкѣ амміакомъ она отдѣляетъ водородъ. Изъ растворовъ азотнокислаго

<sup>1)</sup> Ann. de Chim. et de Phys., 3-e série, t. LII, стр. 257—285; 1838.

<sup>2)</sup> Ann. de Chim. et de Phys., 3-e série, t. XLIV, стр. 90; 1858.

серебра, кремнистый водородъ осаждаетъ черное вещество, которое есть, по всей вѣроятности, кремнистое серебро, но содержащее въ себѣ и часть металлическаго серебра. Въ растворѣ палладія получается сѣро-черный порошокъ металлическаго палладія, не содержащаго кремнія.

Лучшій способъ для добычи кремнистаго водорода есть способъ д-ра Martiusa, открытый имъ въ лабораторіи Велера. Мартіусъ замѣтилъ, что при обработкѣ солиной кислотой шлага, получаемаго при приготовленіи магнія по способу Девиля, отдѣляется газъ, воспламеняющійся на воздухѣ.<sup>1)</sup> Но слѣдующимъ способомъ его получаютъ также легко, какъ и фосфористый водородъ: въ нагрѣтой ступкѣ дестируютъ въ тончайшій порошокъ и перемѣшиваютъ между собой 30 грам. сплавленнаго хлористаго магнія, 40 грам. хорошо высушеннаго кремнефтористаго натрія и 10 грам. сплавленнаго хлористаго натрія. Всю эту смѣсь кладутъ въ нагрѣтый стеклянный сосудъ, который можетъ быть плотно закрытъ, и прибавляютъ къ ней 20 грам. изрѣзаннаго на возможно мелкіе кусочки натрія, которые и перемѣшиваютъ съ порошкомъ. Затѣмъ, все содержащееся въ стеклянномъ сосудѣ быстро бросаютъ въ гессенскій, предварительно до красна накаленный тигель, который закрываютъ и продолжаютъ накаливать. Реакція вскорѣ обнаруживается нѣсколькими, слѣдующими одинъ за другимъ, взрывами. Едва взрывы перестанутъ быть слышными и изъ подъ крышки тигля не будетъ замѣтно пламени натрія, тигель вынимаютъ, охлаждаютъ и разбиваютъ. Сплавленная масса имѣетъ черно-сѣрый цвѣтъ и содержитъ вкрапленные шарики и пластинки металлическаго вида, съ сильнымъ блескомъ и темнаго желѣзно-сѣраго цвѣта. Кромѣ кремнія, масса эта содержитъ еще и кремнистый магній, состава  $Mg^2Si$ , состоящій изъ 47.1 проц. кремнія и 52.9 проц. магнія. Истолченную въ грубый порошокъ массу эту кладутъ въ двугорлую банку, въ одно горло которой вставлена трубка съ воронкой, доходящая почти до дна банки, а въ другое — короткая, но большаго діаметра трубка. Приборъ наполняютъ водою и ставятъ въ пневматическую ванну ниже горизонта воды ея, чтобы вся отводящая газъ трубка наполнилась водою и такимъ образомъ въ приборѣ не осталось ни малѣйшихъ слѣдовъ воздуха. Закрывъ конецъ газотводной трубки колоколомъ, наполненнымъ водою, въ банку наливаютъ черезъ трубку съ воронкой крѣпкой хлористоводородной кислоты, принимая и при этомъ предосторожность, не впустить въ приборъ даже и капли воздуха. Газъ огромной массой и съ силой отдѣляется изъ прибора, производя значительное количество пѣны, которая въ началѣ переходитъ и подъ колоколъ, но потомъ отстаивается. Переливъ газъ въ другой колоколъ, его получаютъ совершенно безъ пѣны. Для опыта должно брать непременно пред-

<sup>1)</sup> Ann. de Chim. et de Phys., t. LIV, стр. 218; 1858.

варительно прокипяченную воду, потому что въ водѣ, содержащей воздухъ, газъ дѣлается туманнымъ и терять способность воспламеняться на воздухѣ. Газъ просушиваютъ, пропуская его черезъ трубку съ хлористымъ кальціемъ и собирая подъ колоколомъ надъ ртутной ванной.

Каждый пузырекъ приготовленнаго такимъ образомъ газа на воздухѣ воспламеняется, при чемъ слышенъ глухой взрывъ и отдѣляется бѣлый дымъ, кремневой кислоты, которая, въ этомъ случаѣ, поднимается надъ трубкой въ видѣ красивыхъ, правильныхъ, вологнистыхъ или клочковатыхъ колець. Иногда они бывають нѣсколько буроватаго цвѣта отъ содержащагося въ нихъ песгорѣвшаго кремнія. Если газъ выходитъ на воздухъ прямо изъ прибора черезъ газоотводную трубку, то онъ отдѣляетъ большое и сильно блестящее пламя.

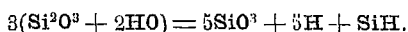
Хлористый кремній.  $\text{Si}^2\text{Cl}^3 - 2\text{HCl}$ .—Это летучая, весьма непостоянная жидкость, получающаяся чрезъ прокаливаніе кристаллическаго кремнія въ газообразной хлористоводородной кислотѣ, при температурѣ слабо-краснаго каленія. Вода его разлагаетъ, при чемъ образуется бѣлая окись кремнія; на воздухѣ жидкость эта отдѣляетъ бѣлые пары, которые, сгущаясь на окружающихъ предметахъ, покрываютъ ихъ бѣлымъ порошкомъ; она испускаетъ душливый запахъ, кипитъ при  $42^\circ \text{C}$ .; плотность ея 1.65. Электричества не проводитъ. Пары ея также удобовоспламеняемы, какъ и пары эфира; горятъ они зеленоватымъ, слабо свѣтящимъ пламенемъ, отдѣляя пары кремневой и хлористоводородной кислотъ. Пары хлористаго кремнія легко разлагаются при температурѣ краснаго каленія, при чемъ отдѣляется аморфный кремній, осаждающийся въ видѣ зеркалаго налета на внутренней поверхности трубки, въ которой совершается опытъ; кромѣ того при этомъ образуется хлористый кремній состава:  $\text{SiCl}^3$  и хлористоводородная кислота. Алкоголь и эфиръ растворяють  $\text{Si}^2\text{Cl}^3 + 2\text{HO}$  въ большомъ количествѣ, при чемъ не осаждаются окиси кремнія.

Можно получить также совершенно подобныя-же соединенія кремнія съ бромомъ и іодомъ ( $\text{Si}^2\text{Br}^3 + 2\text{HBr}$  и  $\text{Si}^2\text{J}^3 + 2\text{HJ}$ ). Соединеніе съ бромомъ есть жидкость, отдѣляющая безцвѣтные пары; соединеніе съ іодомъ—твердое, хрупкое, темнокраснаго цвѣта и сильно дымищее на воздухѣ. Оно весьма легкоплавко, и по охлажденіи кристаллизуется. При болѣе высокой температурѣ оно кипитъ и можетъ быть перегоняемо. Вода, которая его мгновенно окрашиваетъ краснымъ цвѣтомъ, разлагаетъ его медленно. Въ двуэфринистомъ углеродѣ оно весьма легко растворяется.

Водная окись кремнія.  $\text{Si}^2\text{O}^3 + 2\text{HO}$ .—Это то самое соединеніе, которое образуется во всѣхъ вышеописанныхъ случаяхъ. Нарочно готовятъ его, пропуская одновременно въ воду избытокъ газообразной хлористоводородной кислоты и водородъ, насыщенный соединеніемъ  $\text{Si}^2\text{Cl}^3 + 2\text{HCl}$ .

Вода должна при этомъ имѣть температуру  $0^{\circ}$  Ц., потому что при обыкновенной температурѣ окись кремнія начинаетъ въ прикосновеніи съ ней разлагаться. Образовавшуюся окись промываютъ на цѣдильнѣ водой въ  $0^{\circ}$  Ц. и сжимаютъ сначала слабо, а потомъ покрѣпче между пропускной бумагой, чтобы просушить ее при обыкновенной температурѣ.

Приготовленная этимъ путемъ окись кремнія аморфна, снѣжно-бѣлаго цвѣта, весьма легка, объемиста и легче воды; въ эфирѣ нерастворяется. Ёдкія и углекислыя щелочи и даже амміакъ, образуютъ съ нею кремнекислыя щелочи, при чемъ происходитъ вспышка отъ выдѣляющагося водорода. Кислоты, даже крѣпкая азотная, на нее не дѣйствуютъ; и только фтористоводородная кислота ее растворяетъ, при чемъ въ избыткѣ отдѣляется водородъ. Водная окись кремнія можетъ быть нагрѣта до  $300^{\circ}$  Ц., при чемъ она не выдѣляетъ воды и остается совершенно безъ малѣйшаго измѣненія. При дальнѣйшемъ нагрѣваніи она загорается и горитъ, разбрасывая искры и издавая слабый фосфорическій свѣтъ. Образующаяся при этомъ кремневая кислота бываетъ болѣе или менѣе окрашена бурнымъ цвѣтомъ отъ примѣси аморфнаго кремнія. Въ кислородѣ она сгораетъ съ большимъ свѣтомъ. При нагрѣваніи водной окиси кремнія, изъ нея отдѣляется кремнистый водородъ, но уже при той температурѣ, когда онъ самъ разлагается. Если накаливаніе производить въ открытой трубкѣ, то изъ нея отдѣляется дымящійся на воздухѣ газъ, не воспламеняющійся самъ собою, по причинѣ замѣшаннаго въ немъ водорода; но если его зажечь, то онъ продолжаетъ горѣть, оставляя кремневую кислоту, окрашенную кремніемъ въ бурый цвѣтъ. Водная окись кремнія, при накаливаніи въ струѣ водорода, отдѣляетъ кремній въ видѣ металлическаго осадка, и отдѣляющійся затѣмъ газъ, будучи зажженъ горитъ, оставляя на стеклянной пластинкѣ, вставленной въ пламя, огромный осадокъ кремнезема. Слѣдующее уравненіе поясняетъ происходящую при этомъ реакцію.



Водная окись кремнія нѣсколько растворима въ водѣ. Если кислотую жидкость, въ которой была осаждена вышеописаннымъ способомъ водная окись кремнія, оставить на нѣсколько времени, то изъ нея начинаютъ выдѣляться пузырьки водорода въ такомъ количествѣ, что если жидкость эта находилась въ закрытомъ сосудѣ, то они поднимаютъ на немъ крышку; нагрѣваніе еще болѣе способствуетъ этому отдѣленію. Прибавленный къ этой жидкости амміакъ также усиливаетъ отдѣленіе водорода. Растворъ водной окиси кремнія возстановляетъ золото изъ его хлористаго соединенія; изъ раствора хлористаго палладія она осаждаетъ черный порошокъ, который по всей вѣроятности есть смѣсь металлическаго палладія съ его основной крем-



кислой солью. Въ растворахъ азотнокислаго серебра водная окись кремнія производитъ сначала бѣлый, а потомъ темнобурый осадокъ; амміакъ превращаетъ его въ черный. Предполагаютъ, что вещество это есть кремнекислая закись серебра; оно нерастворимо въ амміакѣ, и азотная кислота трудно его разлагаетъ, при чемъ выдѣляется кремневая кислота. Послѣ прокалыванія оно принимаетъ сѣрый цвѣтъ, и если его, послѣ прокалыванія, нагрѣтъ съ азотной кислотой, то оно превращается въ кремнекислую окись серебра желто-бурого цвѣта, на которую уже азотная кислота не дѣйствуетъ даже при кипяченіи. Съ бурой, передъ паяльной трубкой оно даетъ желтый, отливающий синимъ королекъ. Въ растворахъ селенистой и теллуристой кислотъ въ хлористоводородной кислотѣ, окись кремнія производитъ красный осадокъ селена и сѣрый—теллура. Въ растворахъ хлористой ртути она производитъ осадокъ полухлористой ртути, которая, оставаясь въ прикосновеніи съ избыткомъ жидкости, мало по малу переходитъ въ металлическое состояніе. Смѣшанная съ сѣрнистой кислотой, она ее разлагаетъ, при чемъ осаждается бѣлая сѣра. Она мгновенно обезцвѣчиваетъ растворъ марганцовокислаго свинца; но вовсе не дѣйствуетъ на растворы хромистой кислоты, платины, прудія и пидига.

Буфъ и Велеръ предполагаютъ еще существованіе соединенія кремнія съ кислородомъ, составъ котораго можетъ быть выраженъ формулой:  $\text{Si}^3\text{O}^4 + 3\text{HO}$ , или  $\text{SiO} + \text{Si}^2\text{O}^3 + 3\text{HO}$ .

Кремній и азотъ. — По мнѣнію Велера и Девиля, кремній, подобно бору и титану, соединяется при возвышенной температурѣ съ азотомъ. Небольшой гессенскій тигель, въ который положенъ кристаллическій кремній, ставятъ въ другой глиняный тигель, большаго размѣра, засыпаютъ промежутокъ между обоими тиглями хорошо выжженнымъ древеснымъ углемъ, плотно закрываютъ все это крышкой и подвергаютъ втеченіи часа сильнѣйшему жару коксовой печи. Большая часть кремнія при этомъ превращается въ синева-тую, рассычатую массу, которая сверху покрыта волокнистымъ веществомъ, весьма легко отдѣляющимся и похожимъ вполнѣ на горный ленъ (*liège de montagne*). Вещество это бѣлаго цвѣта, за исключеніемъ поверхности, гдѣ оно покрыто микроскопическими кристаллами темнаго, томпаковаго цвѣта, составъ которыхъ не былъ изслѣдованъ. Какъ бѣлое вещество, такъ и синеватая масса въ изобиліи отдѣляютъ амміакъ при обработкѣ расплавленнымъ ѣдкимъ калѣ. Синеватая масса состоитъ изъ азотистаго кремнія, смѣшаннаго съ свободнымъ кремніемъ; этотъ послѣдній можно отдѣлить, прокаливъ массу до красна въ струѣ хлора, который, при этой температурѣ, на азотистый кремній не дѣйствуетъ. При накалываніи до ярко-краснаго каленія въ струѣ влажной углекислоты, азотистый кремній превращается въ аморфный кремній и образуется углекислый амміакъ; разложе-

не это хотя и происходит медленно, тѣмъ не менѣе преобразование азотистаго кремнія при этомъ можетъ быть совершенное. При обыкновенной температурѣ азотистый кремній разлагаетъ воду. По мнѣнію Велера и Девиля, вещество это играло важную роль при образованіи коры земной, гдѣ вода могла его превращать въ кремнеземъ и амміакъ <sup>1)</sup>.

### МАРГАНЕЦЪ и КРЕМНІЙ.

Бруннеръ первый описалъ свойства марганца, получаемаго изъ его хлористаго или фтористаго соединенія дѣйствіемъ натрія. По его увѣренію, металлъ этотъ сильно отличался отъ того, который былъ получаемъ чрезъ возстановленіе марганцовой окиси углемъ и который разсыпается на воздухѣ и разлагаетъ при обыкновенной температурѣ воду. Этотъ, напротивъ того, весьма твердъ, способенъ принимать политуру совершенно также хорошо какъ и сталь, на воздухѣ не тускнѣетъ и плавится при температурѣ плавленія чугуна. Но металлъ этотъ заключалъ въ себѣ кремній, количество котораго въ двѣнадцати различныхъ опытахъ измѣнялось отъ 0.6 до 6.4 процентовъ. Прибавляя кремнефтористаго калия и кремнезема, онъ получалъ металлъ съ содержаніемъ 10 проц. кремнія. Велеръ изслѣдовалъ металлъ, полученный Бруннеромъ и вполне подтвердилъ его результаты. Опыты свои онъ описываетъ слѣдующимъ образомъ: въ совершенно сухой глиняный тигель плотно накачиваютъ смѣсь фтористаго марганца, кремнекислой окиси калия, крѣолита ( $3\text{Na.FI} + \text{Al}^2\text{FI}^3$ ) и натрія, въ количествахъ, почти равныхъ между собой, и сверху засыпаютъ все это слоемъ хлористаго натрія или калия. Тигель нагреваютъ въ самодульномъ горну и едва операція возстановленія окончится, задаютъ самый сильный жаръ. При этомъ образуется металлическій корольекъ, весьма крѣпкій, хрупкій, нѣсколько листоватаго сложенія. Хотя, по виду, въ королькѣ и не замѣтно кремнія, тѣмъ не менѣе онъ содержитъ его 11.7 проц. Металлъ этотъ трудно растворяется въ хлористоводородной кислотѣ, потому что каждый кусочекъ его покрытъ слоемъ окиси кремнія, которая и препятствуетъ дѣйствію кислоты; для растворенія этого слоя необходимо прибѣгнуть къ раствору ѣдкаго кали. Отдѣляющійся водородъ, при раствореніи этого марганца въ хлористоводородной кислотѣ, содержитъ въ себѣ кремнистый водородъ, но въ количествѣ; недостаточномъ для его воспламененія. Фтористоводородная кислота также его растворяетъ, при чемъ отдѣляется водородъ съ сильнымъ запахомъ.

<sup>1)</sup> L. u. K. Jahresh., S. 134; 1859.

Другой экземпляръ марганца, полученный чрезъ сплавленіе смѣси, состоящей изъ хлористаго марганца, хлористаго натрія, фтористаго кальція, натрія и кремнекислаго кали, содержалъ 13 проц. кремнія. Металлъ былъ хорошо сплавленъ, весьма хрупокъ и на поверхности своей представлялъ нѣкоторыя трещинки, усѣяныя призматическими кристалликами стальнаго сѣраго цвѣта. Опытъ былъ повторенъ съ смѣсью сплавленнаго хлористаго магнія, фтористаго кальція, кремнефтористаго калия и нагрія. Быстро охлажденный королекъ былъ почти серебряно-бѣлаго цвѣта и весьма хрупокъ; изломъ его раковинистый и сильно блестящій. По мнѣнію Велера, эти два послѣднія качества зависятъ отъ слишкомъ быстрого охлажденія королька. Содержание въ немъ кремнія доходило только до 6.48 проц. Наконецъ, послѣдній опытъ состоялъ въ томъ, что сплавили смѣсь хлористаго марганца, натрія, мелкаго песка и криолита; послѣдніе два вещества находились между собой въ отношеніи 22:26. Слегка желтоватый королекъ имѣлъ слѣды кристаллическаго строенія и содержалъ 11.37 проц. кремнія <sup>1)</sup>. Два другіе опыта, только въ большемъ размѣрѣ и при болѣе высокой температурѣ и продолжительномъ нагрѣваніи, нежели предыдущіе, были произведены съ хлористыми натріемъ и марганцемъ, фтористымъ калиемъ, кремніемъ и натріемъ, но безъ примѣси фтористаго кальція. Въ тиглѣ не было найдено и слѣдовъ металла, не смотря на то, что происшедшій въ немъ взрывъ ясно указалъ на то, что возстановленіе совершилось. Велеръ предполагаетъ, что въ этомъ случаѣ, только что возстановленный марганецъ, при этой, столь возвышенной температурѣ, самъ дѣйствуетъ на хлористый натрій и переходитъ снова въ хлористое соединеніе, оставляя натрій свободнымъ, тогда какъ, при употребленіи фтористаго марганца, образующійся фтористый натрій не можетъ быть разложенъ возстановившимся марганцемъ.

Если дѣйствительно всѣ описанныя нами свойства, получаемыхъ этимъ путемъ марганцевыхъ корольковъ, зависятъ отъ присутствія въ нихъ кремнія, то фактъ этотъ весьма замѣчательнъ и имѣетъ весьма большое значеніе въ металлургіи желѣза.

### ЖЕЛѢЗО И КРЕМНІЙ.

До настоящаго времени кремнистое желѣзо было мало изслѣдовано. Всѣ соединенія желѣза съ кремніемъ, которыя намъ удавалось разсматривать, были получены возстановительнымъ дѣйствіемъ углерода и не могли быть освобождены на чисто отъ этого послѣдняго элемента. Если подвергнуть вы-

<sup>1)</sup> Ann. de Chim. et de Phys., 3-e série, t. LIV, p. 90; 1838; и въ этомъ-же изданіи t. LIII, p. 359.

сокой температурѣ смѣсь желѣза и угля съ кремнеземомъ, то послѣдній болѣе или менѣе восстанавливается, и образующійся кремній соединяется съ желѣзомъ. Безъ примѣси угля, накаливая смѣсь желѣза съ кремнеземомъ, даже при самой высокой температурѣ, какой только можно достигнуть въ нашихъ печахъ, нельзя добиться восстановленія кремнія. Мы пробовали приготовить это соединеніе, но тщетно, подвергая высокой температурѣ смѣсь кремнефтористаго калия, натрія и весьма мелкопораздѣленного желѣза, получаемаго чрезъ восстановление желѣзной окиси водородомъ. Мы не достигли также этого результата, ни заставляя дѣйствовать пары кремнефтористоводородной кислоты на желѣзную проволоку, помѣщенную въ фарфоровой трубкѣ, накаливаемой до температуры, далеко высшей краснаго каленія, ни стараясь восстановить натріемъ, при высокой температурѣ, трехъ-основную кремниекислую закись желѣза.

Ханъ также дѣлалъ попытки полученія чистаго кремнистаго желѣза при помощи кремнефтористаго натрія. Смѣсь, составленная изъ этой соли, восстановленнаго водородомъ желѣза, цинка и фтористаго кальція, не дала благоприятныхъ результатовъ. Употребляя вмѣсто восстановленнаго желѣза литую сталь и наблюдая между взятыми веществами слѣдующее отношеніе, Ханъ получилъ металлическій королекъ, который, по свойствамъ, близко подходилъ къ полученному Велеромъ кремнистому марганцу.

60	граммовъ	кремнефтористаго натрія.
20	»	натрія.
22	»	литой стали.
60	»	цинка, смѣшаннаго съ хлористымъ натріемъ.

Полученная послѣ сплавленія всѣхъ этихъ веществъ металлическая масса была весьма магнитна; уд. вѣсъ ея 7.018; хлористоводородная кислота на нее не дѣйствовала. Когда черезъ нее, при накаливаніи, пропускали струю хлора, то изъ нея отдѣлялись хлористое желѣзо и хлористый кремній, которые были уловлены въ воду, что дало возможность взвѣсить кремній въ видѣ кремневой кислоты. Остающаяся въ трубкѣ, послѣ обработки хлоромъ, масса была сожигается въ кислородѣ, при чемъ изъ нея отдѣлялась углекислота и образовалось еще немного кремнезема. Результаты получились слѣдующіе:

Si, выдѣливаемаго въ видѣ SiCl <sub>2</sub> .	. . . 9.895	} 10.93
Si, остающагося въ остаткѣ.	. . . 0.198	
C.	. . . . .	0.88

Сплавления смѣсь двойной хлористой соли желѣза и натрія (полученной чрезъ прокалку 40 гр. мелкаго желѣза, восстановленнаго изъ окиси водородомъ, 150 гр. нашатыря и 80 гр. хлористаго натрія), 5 гр. кремнія и 25 гр. натрія съ фтористымъ кальціемъ, получаютъ королекъ въ 25 гр.

вѣсомъ, кристаллическаго строенія и имѣющаго при 23° плотность = 6.611; истертый въ порошокъ онъ растворяется въ хлористоводородной кислотѣ, и отдѣляющійся при этомъ газъ содержитъ кремній.

Составъ королька слѣдующій:

	1.	2.	По расчету на $\text{Fe}^2\text{Si}$ .
Остатокъ. . .	1.0	,	,
Si . . .	20.1	20.3	20.27
Fe . . .	79.2	79.7	79.73
	<u>100.3</u>	<u>100.0</u>	<u>100.00</u>

При обработкѣ слабой фтористоводородной кислотой и принимая предосторожность, чтобы жидкость не нагревалась, продуктъ этотъ оставляетъ кристаллическій, желтовидный остатокъ, на который ни фтористовидная, ни крѣпкая сѣрная кислоты не дѣйствуютъ даже при нагреваніи; кислородъ даже въ краснокалильномъ жарѣ остается безъ вліянія на него.

Составъ этого остатка:

		Отношеніе атомовъ.
Кремній . . .	29.8	2.09
Желѣза . . .	20.3	1.05

Ханъ получилъ еще соединеніе желѣза съ кремніемъ, которое представляетъ собой какъ-бы смѣсь  $\text{Fe}^2\text{Si}$  и  $\text{FeSi}$ ; составъ этого соединенія подходит къ формулѣ:  $\text{Fe}^{10}\text{Si}^9$ . <sup>1)</sup>

Если возстановляютъ желѣзо въ большомъ видѣ, напр. въ доменныхъ печахъ, изъ кремнистой заливки, то, собственно говоря, кремнистаго желѣза при этомъ не образуется. Такъ Рилей, проплавляя на заводахъ Довлай (Dowlais) исключительно пудлинговые шлаки, и анализируя полученный чугунъ, нашелъ въ немъ только 1.07 проц. кремнія.

*Возстановленіе кремнія углемъ въ присутствіи желѣзной окиси и другихъ основаній.* — Рѣшеніе этого вопроса, имѣющаго весьма важное значеніе при металлургіи чугуна, было предметомъ многихъ изслѣдованій, на основаніи которыхъ, кажется, можно считать рѣшеннымъ, что свободный кремнеземъ, если только онъ не соудствуется землястыми веществами, напр. углекислой известью, глиной и пр., съ которыми онъ могъ бы образовать шлаки, стремится къ образованію богатаго кремніемъ желѣза, въ особенности если температура достаточно высока, и если операція происходитъ въ присутствіи большой массы угля.

Рохиттеттеръ произвелъ по этому поводу два слѣдующіе опыта. Втеченіи полутора часовъ онъ накалывалъ въ закрытомъ глиняномъ тиглѣ тѣсную смѣсь

<sup>1)</sup> Ann. der Chem. und Pharm., VI. CXXXIX, стр. 57.

краснаго желѣзника, содержащаго среднимъ числомъ 69 проц. желѣза, мелкаго песка и древеснаго угля.

Получилась остеклованная масса, въ которой были раскиданы металлическіе корольки, весьма блестящія, и какъ они весьма хорошо притягивались магнитомъ, то ихъ и освободили помощью послѣдняго отъ окружающихъ ихъ песка и угля, и за тѣмъ снова сплавляли, прибавивъ къ шимъ нѣсколько глинозема и магнезін. Хорошо сплавленный королькъ былъ покрытъ столь же хорошо сплавленнымъ шлакомъ, отъ котораго его было весьма легко отдѣлать. Полученный металлъ былъ твердъ и хрупокъ; изломъ его, свѣтло-сѣраго цвѣта, былъ весьма кристаллическій и представлялъ собой цѣлую систему сильно блестящихъ плоскостей. При раствореніи въ кипящей хлористоводородной кислотѣ, онъ отдѣлялъ водородъ, который, при пропусканіи даже втеченіи получаса черезъ раскаленную до красна стеклянную трубку, не далъ въ ней ни малѣйшаго остатка. Кислота не могла однако окончательно разложить порошокъ корольковъ.

Числа опытовъ.	Всѣхъ взятыхъ веществъ въ граммахъ.			Всѣхъ металлическихкаго королька въ грам.	Удѣльный вѣсъ королька.	Кремній въ процентахъ.
	Красный желѣзникъ.	Песокъ.	Уголь.			
1	129.54	149.62	58.29	62.25	6.94	12.26 <sup>1)</sup>
2	388.64	259.10	174.89	125.98	7.23	8.96

<sup>1)</sup> Кремній этотъ не былъ совершенно чистъ, онъ содержалъ желѣзо.

Королькъ № 2 былъ свѣтлѣе и съ болѣе блестящимъ изломомъ, нежели № 1. Для опредѣленія кремнія, первый королькъ былъ растворенъ въ царской водкѣ, а второй, истертый въ порошокъ, былъ сплавленъ въ платиновомъ тиглѣ со смѣсью части хлорноватокислаго кали и 4 частей углекислыхъ кали и натра, взятыхъ по ровну. Водородъ отдѣлившійся при обработкѣ этихъ корольковъ хлористоводородной кислотой, имѣлъ совершенно такой же запахъ, какъ получаемый изъ углеродъ—содержащаго желѣза.

Гг. Смитъ и Вестонъ производили далѣе показанные опыты надъ краснымъ желѣзникомъ, плотнаго сложенія, и содержащимъ, кромѣ того, значительное количество мелко раздѣленнаго кварца. При раствореніи въ хлористоводородной кислотѣ, минералъ этотъ оставлялъ 13.49 процентовъ нерастворимаго остатка, который въ 100 частяхъ содержалъ 12.76 ч. кремнезема.

№ 1. Нагрѣтый съ углемъ, въ количествѣ, достаточномъ для его возстановленія, давалъ металлическій королькъ, содержащій 0.87 проц. кремнія.

№ 2. Нагрѣтый съ значительнымъ избыткомъ угля, далъ королекъ съ 13.78 проц. кремнія. Полученный королекъ на верхней поверхности своей былъ по виду похожъ на пчелиный сотъ, въ каждой ячейкѣ котораго видѣлись блестящія пластинки, похожія на графитъ. Онъ твердъ и легко ломается, представляя въ изломѣ многія пустоты, особенно многочисленныя по направлению ко дну. Пустоты эти также наполнены блестящими графитовыми пластинками. Въ другихъ мѣстахъ изломъ былъ трещиноватый, блестящій, и кристаллическій, желтовато-сѣраго цвѣта. Оба эти опыта были произведены при очень высокой температурѣ.

№ 3. Когда взятый для опытовъ минералъ былъ прокаленъ съ углемъ и большимъ избыткомъ песка, то въ королькѣ оказалось 8.84 проц. кремнія. Верхняя поверхность его совершенно гладкая, выпуклая и по краямъ закругленная. Самый королекъ былъ совершенно твердый и удобно ломающійся пополамъ; на поверхности излома, кристаллическаго, нѣсколько тускаго и темнаго желтовато-сѣраго цвѣта, не замѣтно ни малѣйшихъ пустотъ.

Берцеліусъ увѣряетъ, что онъ изслѣдовалъ образецъ желѣза, которое при раствореніи въ хлористоводородной кислотѣ давало 19 проц. кремнезема и было на столько мягко, что удобно ковалось въ холодномъ состояніи. Мы позволяемъ себѣ усомниться въ справедливости этого заявленія. Этотъ-же ученый говоритъ, что кремнистое желѣзо не измѣняется на воздухѣ, если только содержаніе въ немъ кремнія не превосходитъ 5 или 6 проц. <sup>1)</sup>

*Взаимное дѣйствіе кремнистаго и фосфористаго желѣза.* — Гохштеттеръ произвелъ слѣдующій опытъ: онъ растеръ вмѣстѣ 14.25 гр. кремнистаго желѣза, содержащаго 8.96 проц. кремнія, съ 9.26 гр. фосфористаго желѣза, содержащаго 12.66 проц. фосфора. Смѣсь была высыпана въ закрытый глиняный тигель, поставленный въ другой тигель, и все это накаливалось втеченіи часа при температурѣ бѣлаго каленія. Полученный королекъ вѣсилъ 23.06 грам. и былъ покрытъ небольшимъ количествомъ шлака. Онъ былъ очень твердъ, хрупокъ и весьма магнитенъ. Изломъ его кристаллическій, но плоскости спайности неровныя, мелкозернистыя и неблестящія. Цвѣтъ его сѣровато-бѣлый. Порошокъ королька, при раствореніи въ нагрѣтой хлористоводородной кислотѣ, отдѣлялъ водородъ, который, по запаху, походилъ на водородъ, добываемый при помощи обыкновеннаго, а не фосфористаго, желѣза. Разлагая металлъ, въ немъ нашлц 5.57 проц. кремнія и 4.50 проц. фосфора. Если-бы фосфоръ не былъ частью вытѣсненъ изъ этого соединенія, то содержаніе его въ послѣднемъ должно-бы было быть равно 5 процентамъ.

*Кремнистое желѣзо, нагрѣтое съ одностороннимъ желѣзомъ.* —

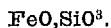
<sup>1)</sup> Traité, t. II. p. 704.

Гохштеттеръ приготовилъ тѣсную смѣсь 12.95 гр. односѣрнистаго желѣза, въ которомъ содержаніе желѣза составляетъ 60.63 проц., съ 12.95 грам. кремнистаго желѣза, количество кремнія въ которомъ 8.96 проц. Смѣсь накаливалась втеченіи часа въ закрытомъ глиняномъ тиглѣ, при температурѣ бѣлаго каменія. Полученный продуктъ, вѣсившій 25.26 граммовъ, состоялъ изъ двухъ, весьма явственныхъ слоевъ: нижній слой во вѣсхъ отношеніяхъ походилъ на первоначально взятое кремнистое желѣзо и вѣсилъ 10.36 гр. Онъ содержалъ весьма мало сѣры. Верхній слой, походящій во вѣсхъ отношеніяхъ на взятое для опыта сѣрнистое желѣзо, вѣсилъ 14.90 гр. и въ массѣ своей заключалъ вкрапленные королечки кремнистаго желѣза. Этотъ опытъ показываетъ, что сѣрнистое и кремнистое соединенія желѣза, при высокой температурѣ, другъ на друга не дѣйствуютъ.

*Закись желѣза и кремнеземъ.*—Тѣла эти легко между собой соединяются при температурѣ, близкой къ бѣлому каменію, и, въ нѣкоторыхъ пропорціяхъ, даютъ соединенія, весьма легкоплавкія и въ расплавленномъ состояніи весьма жидкія. Въ металлургіи чугуна и желѣза кремнекислыя соединенія эти играютъ весьма важную роль, а потому изученіе ихъ необходимо. Для приготовленія этихъ соединеній нельзя употреблять глиняныхъ тиглей, которые быстро проѣдаются какъ кремнеземомъ такъ и желѣзнымъ окисломъ.

Мы приводимъ здѣсь слѣдующіе опыты Рихардсона.

Кремнекислыя соединенія были приготовляемы черезъ сильное прокаливаніе тѣсной смѣси мелкаго бѣлаго песка, совершенно чистаго краснаго желѣзняка и истолченнаго въ порошокъ антрацита, въ количествѣ, достаточномъ для возстановленія желѣзняка въ закись. Для опыта былъ употребленъ желѣзный тигель, который вставляли въ другой, графитовый, закрывающійся сверху крышкой.

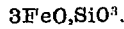


	Отношеніе между составными частями для образованія 100 ч. кремнекислаго соединенія.
Желѣзнякъ . . . . .	47.1
Кремнеземъ . . . . .	57.5
Антрацита . . . . .	6.0

Температура была близка къ бѣлокалильному жару, потому что желѣзный тигель, послѣ того, какъ его вытащили изъ печи, горѣлъ, разбрасывая искры. Весьма густой продуктъ началъ въ ту-же минуту стынуть, такъ что когда хотѣли его перелить въ желѣзную изложницу, то значительная часть его осталась приставшею къ тиглю. По охлажденіи, онъ сдѣлался весьма пузырчатымъ, темнаго, буро-оливковаго цвѣта, непрозрачный, стекловидный, хрупкій и съ неровнымъ изломомъ. Порошокъ его буровато-сѣраго цвѣта; магнитъ на него не дѣйствуетъ. При настаиваніи въ хлористоводородной



кислотѣ, онѣ совершенно разлагался, выдѣляя студенистый кремнеземъ, который безъ остатка растворился въ кипящемъ растворѣ углекислаго натра. Онѣ содержалъ 33 проц. желѣза, что подходит весьма близко къ содержанию, вычисленному по формулѣ, которое = 33.05 проц. (принимая  $\text{SiO}^2=46$ ). При повтореніи этого опыта, результаты получились совершенно тѣ-же.



	Вѣсъ в. граммахъ.	Отношеніе между составными частями для образованія 100 ч. кремнекислаго соединенія.
Желѣзняка . . . . .	155.45	78.1
Кремнезема . . . . .	58.29	29.8
Антрацита . . . . .	11.66	6.0

Весьма жидкій продуктъ легко и совершенно выливался изъ тигля и для окончательнаго отвердѣнія требовалъ весьма продолжительнаго времени. Онѣ вѣсплъ 198.85 гр., такъ что вѣсъ его увеличился на 4.53 гр. на счетъ тигля. Почти металлическаго блеска, онѣ хрупокъ, кристаллическаго строенія и въ изломѣ, въ верхней части, замѣтны многія пустотцы, заключающія въ себѣ превосходные кристаллы желѣза, оливковаго цвѣта, совершенно похожіе на тѣ, которые образуются при передѣлкѣ чугуна въ ковкое желѣзо. Въ изломѣ болѣе плотной нижней части этого продукта весьма ясно замѣтно кристаллическое сложеніе и плоскости спайности расположены въ немъ по направленію, перпендикулярному къ наружной поверхности. Порошокъ этого кремнекислаго соединенія чернаго цвѣта и магнитъ на него вовсе не дѣйствуетъ. Хлористоводородная кислота его совершенно разлагаетъ съ выдѣленіемъ студенистаго кремнезема, который безъ остатка растворяется въ кипящемъ растворѣ углекислаго натра. По разложенію, въ этомъ соединеніи найдено 54 проц. желѣза, тогда какъ содержаніе его, вычисленное по формулѣ = 54.50 проц. При многократномъ даже повтореніи этой операціи, результаты получались постоянно одни и тѣ-же. Въ слѣдующемъ опытѣ антрацитъ былъ исключень.

	Вѣсъ в. граммахъ.	Отношеніе составныхъ частей въ 100 ч. кремнекислаго соединенія.
Желѣзняка . . . . .	51.82	78.1
Кремнезема . . . . .	18.78	29.8

Полученный продуктъ былъ во всѣхъ отношеніяхъ сходенъ съ предыдущимъ, но вѣсплъ 89.64 гр., и этотъ привѣсъ его въ 24.87 гр. происходилъ отъ тигля, который, послѣ опыта, оказался совершенно разтѣвленнымъ отъ прикосновенія съ кремнеземомъ. Нѣтъ сомнѣнія, что разтѣвленное желѣзо дѣйствовало въ этомъ случаѣ возстановительно на находящуюся въ смѣси желѣзную окись, при чемъ переводило и ее и само превращалось въ закись желѣза. Окончательный продуктъ содержалъ 51.52 проц. желѣза.

Полученная трех-основная кремнекислая закись желѣза была послѣдовательно сплавляема съ смѣсью желѣзной окиси и антрацита, въ колпачкѣ, достаточномъ для образованія еще одного, двухъ и наконецъ трехъ пасевъ закиси желѣза. Но во всѣхъ этихъ случаяхъ получался весьма жидкій, удобно выливающейся изъ тигля шлакъ, который по составу представлялъ собой трех-основную закись. Остающаяся за-тѣмъ на днѣ спекшаяся масса, сильно притягивалась магнитомъ.

Трех-основная кремнекислая закись желѣза, весьма хорошо окристаллизованная, весьма часто получается какъ шлакъ при заводскихъ дѣйствіяхъ. Кристаллы ея—прямые призмы; твердость = 6 (полевои шпатель), плотность, при 18.6 градусахъ Ц.=4.0805. Опредѣленія эти, слѣдуетъ упомянуть, были произведены профессоромъ Миллеръ, въ Кембриджѣ, надъ шлакомъ, найденнымъ въ пролетѣ пудлинговой печи, а не надъ чистою, искусственно приготовленною, трех-основною кремнекислою закисью. По наружному виду кристаллы эти походили на оливинъ; составъ ихъ былъ:

Кремнезема . . . . .	29.60
Закиси желѣза. . . . .	48.43
Окиси желѣза . . . . .	17.11
Закиси марганца . . . . .	1.13
Глинозема. . . . .	1.28
Извести . . . . .	0.47
Магнези . . . . .	0.35
Фосфорной кислоты . . . . .	1.34
Стрнстаго желѣза (FeS) . . . . .	1.61

---

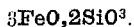
101.32

ЗаклЮчающаяся въ этихъ кристаллахъ окись желѣза происходитъ, какъ кажется, вслѣдствіи окисленія закиси уже послѣ образованія кристалловъ <sup>1)</sup>. Формула кристалловъ, принимая все желѣзо въ видѣ закиси, будетъ  $3\text{FeO}, \text{SiO}^2$ .

Стараясь приготовить соединенія желѣза съ кремнеземомъ, подходящія по составу къ формуламъ  $3\text{FeO}, 2\text{SiO}^2$  и  $6\text{FeO}, \text{SiO}^2$ , и прибѣгая въ этомъ случаѣ къ присамъ, подобнымъ тѣмъ, которые мы описали выше, получали постоянно и безъ исключеній составы, въ которыхъ закись желѣза находилась къ кремнезему въ томъ-же отношеніи, какъ въ трех-основномъ соединеніи, на которое это новое соединеніе и было во всѣхъ отношеніяхъ похоже, и кромѣ того постоянно оставалась спекшаяся, несплавленная масса, сильно притягивающаяся магнитомъ. При накачиваніи въ желѣзномъ тиглѣ

<sup>1)</sup> Замѣчено, что кремнекислая закись желѣза, при накачиваніи до красна въ присутствіи воздуха, увеличивается въ вѣсъ, вслѣдствіи поглощенія кислорода. Шлакъ, о которомъ здѣсь идетъ рѣчь, послѣ своего образованія, оставался продолжительное время въ пудлинговой печи и, слѣдовательно, находился при вполне благоприятныхъ условіяхъ для перевода своей закиси въ окись.

кремнекислой закиси желѣза, въ которой кремнезема болѣе, нежели сколько его нужно для образованія трехъ-основной соли, тигель быстро разъядался, и это разъяданіе продолжалось до тѣхъ поръ, пока, такимъ образомъ, не ушточжался весь этотъ первоначально взятый избытокъ. Фактъ этотъ, какъ мы увидимъ въ послѣдствіи, имѣетъ весьма важное значеніе при металлургіи желѣза, и вполне подтверждается слѣдующимъ опытомъ:



	Вѣс. въ граммахъ.	Отношеніе составныхъ частей къ 100 ч. кремнекислаго соед.
Желѣзняка . . . . .	37.57	58.2
Кремнезема . . . . .	30.44	47.5
Антрацита . . . . .	2.72	6.

Полученный продуктъ вполне походилъ на трехъ-основную кремнекислую закись желѣза, вѣсилъ 97.68 гр. и содержалъ 50.06 проц. желѣза; тигель былъ разъяденъ.

Взявъ вторично тѣ-же самыя количества составныхъ частей, повторяли опытъ снова. Тигель былъ сильно разъяденъ и полученный сплавъ вѣсилъ 101.70 гр. Если-бы находящаяся во взятой рудѣ окись желѣза просто возстановилась углемъ въ закись, то полученный продуктъ долженъ былъ-бы вѣсить 64.25 гр.; если-бы окись желѣза возстановилась желѣзомъ тигля, которое, такимъ образомъ, само переходило въ закись, соединяющуюся съ кремнеземомъ, то вѣсъ продукта долженъ былъ-бы быть 81.16 гр.; но если желѣзо отъ тигля окислилось-бы въ такомъ количествѣ, чтобы происходящая закись, соединившись съ остальными взятыми для опыта веществами, могла-бы превратить ихъ въ трехъ-основное соединеніе, то вѣсъ всего продукта равнялся-бы 101.95 гр., а этотъ вѣсъ весьма близокъ къ дѣйствительно полученному 101.70 гр. Во всякомъ случаѣ, мы должны заявить, что подобное совпаденіе чиселъ мы считаемъ скорѣе случайнымъ, такъ какъ вообще въ опытахъ подобнаго рода трудно ожидать математической точности.

*Возстановленіе кремнекислой закиси желѣза углемъ.*—Опыты эти производилась Рихардсономъ въ глиняныхъ тигляхъ съ набойкой, приготовленной изъ смѣси угольнаго порошка и патоки. Первые опыты онъ производилъ съ пудлинговымъ шлакомъ, который, по пробѣ мокрымъ путемъ, оказался содержащимъ 55.19 проц. желѣза, т. е. нѣсколько болѣе чѣмъ его нужно по теоріи для трехъ-основной соли ( $3\text{FeO}, \text{SiO}^3$ ). Онъ приготовилъ тѣсную смѣсь изъ 0.650 гр. тонкаго порошка этого шлака съ 0.129 гр. мелкаго угля. Все это, въ набитомъ вышесказаннымъ способомъ тиглѣ, съ плотно прилегающей крышкой, было накаливается втеченіи часа въ самомъ сильномъ жару пробирной печи. Результаты двухъ подобныхъ опытовъ приведены ниже. Совершенно сплавленные корольки представляли собой бѣлый

чугунъ, весьма крупнѣй. Пудлинговые шлаки вообще содержатъ значительное количество фосфорной кислоты, которая, въ этомъ случаѣ, соединилась съ образующимся чугуномъ, и дѣлала его крупнѣмъ.

	1.	2.
	Вѣсъ въ граммахъ.	Вѣсъ въ граммахъ.
Желѣза . . .	5.35 или 53.5 проц.	5.34 или 53.4 проц.
Шлака . . .	1.48 » 14.8 »	1.56 » 15.6 »

Для дальнѣйшихъ опытовъ приготовили искусственно трехъ-основную кремнекислую закись желѣза, прокаливая тѣсную смѣсь самаго чистаго краснаго желѣзняка, мелкаго бѣлаго песка и антрацита, взятыхъ въ подлежащей пропорціи для образованія этого соединенія. Количества эти были: 155.45 гр. желѣзняка, 58.29 гр. песка и 12.95 гр. антрацита. Смѣсь эта, помѣщенная въ желѣзный тигель, накаливалась въ пробирной печи почти до бѣла, и соединеніе между взятыми веществами послѣдовало весьма скоро. Полученный шлакъ вылили въ желѣзную изложницу и, по охлажденіи, разбили на куски. Изломъ этого шлака былъ кристаллическій, и весьма хорошо образованные кристаллы занимали также пустоту, образовавшуюся въ немъ близъ поверхности. Кристаллы эти также имѣли всѣ свойства, присущія трехъ-основной кремнекислой закиси желѣза, цвѣта зеленовато-чернаго, стекляннаго блеска, просвѣчивающіе въ краяхъ и пр. Вѣсъ его былъ 198.85 гр., а количество въ немъ желѣза, по опредѣленію мокрымъ путемъ = 52.9 проц.; по формулѣ его должно быть 53.6 проц.

1.—Тонкій порошокъ этого соединенія, вѣсомъ въ 6.48 гр., былъ помѣщенъ въ тигель съ набойкой и покрытъ сверху древеснымъ углемъ. Крышка къ тиглю была тщательно примазана и все это втеченіи полутора часовъ накаливалось въ самомъ сильномъ жару, какой можетъ произвести пробирная печь и какой вполне достаточно для расплавленія желѣза. Въ образовавшейся при этомъ массѣ шлака, свѣтлаго, оливково-зеленаго цвѣта, были замѣшаны небольшіе корольки желѣза, и, кромѣ того, на днѣ тигля былъ полученъ большой бѣлый королькъ, съ сильно кристаллическимъ строеніемъ, но тѣмъ не менѣе *ковкій*, въ противоположность полученному изъ пудлинговаго шлака, такъ что, слѣдовательно, недостатокъ этотъ въ томъ королькѣ происходилъ чисто отъ нечистоты взятаго для приготовленія его матеріала. Большой королькъ вѣсилъ 2.196 гр., а разбросанные мелкіе корольки 0.149, такъ что количество всего возстановленнаго желѣза простиралось до 36.28 проц. При этомъ должно замѣтить, что желѣзо это не было въ состояніи чугуна.

	2.	3.	4.
Трехъ-основной кремнекислой закиси . . . . .	100	100	100
Вѣсъ королька . . . . .	24.94	29.58	31.34
» мелкихъ корольковъ . . . . .	11.04	4.50	3.37
» всего желѣза . . . . .	35.98	34.08	34.71

Въ № 3 былъ вывѣшенъ остающійся шлакъ, количество котораго составляло 56 проц.

5.—64.77 гр. трехъ-основной кремнекислой закиси былъ обработанъ тѣмъ-же путемъ, какъ и въ предыдущихъ опытахъ. Полученный продуктъ имѣлъ видъ сферической, пронизанной внутри пустотами массы, которая состояла изъ возстановленнаго желѣза, перемѣшаннаго съ шлаками, которые проникали въ него въ видѣ прожильговъ. Желѣзо это темно-сѣраго цвѣта и весьма твердое.

6.—Весьма сильное накачиваніе 51.82 гр. трехъ-основной кремнекислой закиси продолжалось три часа; полученный продуктъ совершенно походилъ на получаемые въ предыдущихъ опытахъ. Большой королекъ вѣсилъ 13.88 гр., а мелкіе—4.18 гр., такъ что все количество желѣза составляло 18.06 гр., или 34.87 проц. Большой королекъ былъ весьма ковкій и съ сильно кристаллическимъ изломомъ.

Среднее количество для возстановленнаго желѣза, выведенное изъ всѣхъ этихъ опытовъ, составляетъ 35.18 проц.

Когда собрали остающееся въ тиглѣ, послѣ одного изъ опытовъ, кремнекислосое соединеніе, получавшееся во всѣхъ этихъ случаяхъ въ видѣ шлака, сплавилъ его съ углекислымъ натромъ и углекислымъ кали, и выдѣляя изъ него кремнеземъ общеупотребительнымъ способомъ, а изъ полученнаго раствора опредѣляя титрованіемъ желѣзо, то количество послѣдняго оказалось = 33.9 проц. Эта цифра приближаетъ образующійся при описанныхъ опытахъ шлакъ къ  $\text{FeO}, \text{SiO}^2$ ; откуда мы видимъ, что только два пая закиси изъ трехъ-основной ея кремнекислой соли могутъ быть возстановлены углемъ въ металлическое состояніе.

*Кремнекислая окись желѣза.*—Чтобы приготовить  $\text{Fe}^2\text{O}^3, 3\text{SiO}^3$ , взяли 23.97 гр. краснаго желѣзняка и 41.45 гр. песка. Когда хотѣли вылить полученный продуктъ изъ тигля, то изъ него вылилась только самая небольшая часть его, достаточно для того жидкая. Она вѣсила 12.60 гр., по виду была похожа на трехъ-основную кремнекислую закись и содержала 50 проц. желѣза. Въ тиглѣ оставалась сѣровато-черная, спѣкшаяся масса, вѣсившая 65.48 гр. Половина этой массы была магнитная окись желѣза, а другая половина—не вошедшій въ соединеніе кремнеземъ.

*Обожженная на воздухѣ трехъ-основная кремнекислая закись желѣза.*—Если обжигать эту соль на воздухѣ, при температурѣ ярко-краснаго каленія, то она поглощаетъ кислородъ и закись желѣза болѣе или менѣе превращается въ окись. Если соединеніе это подвергается обжиганію кусками въ кулакѣ величиною или еще болѣе крупными, то измѣненіи, претерпѣваемые имъ при обжиганіи, тѣ-же. При достаточной продолжительности, получается продуктъ, относительно неплавкій. Когда обжигаютъ втеченіи мно-

гихъ дней пудлинговые шлаки ( $3\text{FeO}$ ,  $\text{SiO}^3$ ) въ печахъ, подобныхъ служащимъ для обжого кирпичей, то происходитъ окисленіе ихъ и получается огнестойкое вещество, известное у англичанъ подъ именемъ *bull-dog*. Оно обладаетъ сильнымъ блескомъ, приближающимся къ металлическому; цвѣтъ его темно-сѣрый. Трудно—плавкость его зависитъ исключительно отъ окисленія желѣза; такъ намъ попадались образцы *bull-dog'*а, въ которыхъ совершенно все желѣзо было въ видѣ окиси, и такъ какъ, при раствореніи въ хлористоводородной кислотѣ, образчики эти выдѣляли землистый, а не студенистый кремнеземъ, то и должно предположить, что этотъ послѣдній въ нихъ не былъ соединенъ съ окисью желѣза.

*Вытопка кремнекислой закиси желѣза, содержащей фосфоръ.* — Употребляемые для приготовленія *bull-dog'*а пудлинговые шлаки, весьма часто содержатъ фосфоръ, нѣкоторое количество котораго находится въ видѣ фосфорной кислоты. При обжиганіи этихъ шлаковъ, нѣкоторая часть изъ нихъ вытапливается и проходитъ черезъ пламенные отверстія, другая часть ихъ, менѣе жидкая, вытапливаясь, собирается на самомъ кирпичномъ подѣ. Эта послѣдняя часть называется *шлакомъ bull-dog'*а Разлагая какъ *bull-dog*, такъ и оба вида этихъ, образующихся при полученіи его шлаковъ, мы получили слѣдующіе результаты:

	1.	2.	3.
Окиси желѣза . . . . .	72.60	51.43	54.64
Кремнезема . . . . .	17.21	27.05	22.00
Закиси съ окисью марганца ( $\text{Mn}^2\text{O}^3$ ) . . . . .	4.21	11.15	8.98
Извести и глинозема . . . . .	слѣды	0.40	0.00
Фосфорной кислоты . . . . .	5.43	9.60	13.87
	<hr/> 99.45	<hr/> 99.63	<hr/> 99.49

№ 1—*bull-dog*, № 2—шлакъ, найденный на подѣ печи, и № 3—шлакъ прошедшій въ пламенные отверстія. Разница въ содержаніи въ нихъ фосфорной кислоты поразительна. Такъ что просто можно предположить, что, при обжиганіи пудлинговыхъ шлаковъ, находящееся въ нихъ фосфористое желѣзо прямо вытапливается. Разность въ количествахъ марганца также замѣчательна.

### ЖЕЛѢЗО И БОРЪ.

*Закись желѣза и борная кислота.*—Слѣдующіе опыты произведены Рихардсономъ.—6.923 гр. высушенной сѣрнокислой закиси и 3.19 гр. сплавленной борной кислоты были всыпаны въ тигель и накалены. Въ красно-ка-

ляльномъ жару. Соединеніе произошло весьма быстро; жидкій продуктъ былъ вылить въ желѣзную изложницу. По отверденіи, на немъ появилась легкая пленка краснаго цвѣта; сама-же масса была остеклована и имѣла черный цвѣтъ; въ порошокъ цвѣтъ ея былъ черно-бурый. Въ ста частяхъ она содержала 37.50 ч. желѣза, теоретическое же содержаніе его, вычисленное по формулѣ  $\text{FeO}, \text{BO}^3 = 39.43$  проц.

Нѣсколько разъ повторили подобный-же опытъ, съ цѣлью получить соединенія  $3\text{FeO}, 2\text{BO}^3$ ;  $3\text{FeO}, 2\text{BO}^3$  и  $6\text{FeO}, \text{BO}^3$ . Во всѣхъ этихъ случаяхъ получали буквально-черную, остеклованную массу, весьма нестойкаго состава.

*Окись желѣза и борная кислота.* —  $\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{BO}^3$ . Опытъ производили надъ смѣсью 4.50 гр. кровавика и 1.97 гр. борной кислоты. Для расплавленія этой массы потребовалась весьма высокая температура. Стекловатый продуктъ, черно-бурого цвѣта, съ поверхности былъ закрытъ ярко-красной перепонкой. Большая часть окиси желѣза при этомъ перешла въ закись.

## ЖЕЛѢЗО И УГЛЕРОДЪ.

Изъ всѣхъ соединеній желѣза, соединенія его съ углеродомъ имѣютъ наибольшее значеніе для техники и наибольшій интересъ для науки. Углеродъ, по способности своей такъ сильно измѣнять физическія свойства желѣза, даетъ начало самымъ необыкновеннымъ явленіямъ въ металлургіи. Въ самомъ дѣлѣ, углеродъ порождаетъ въ желѣзѣ три видоизмѣненія, которыя по наружному виду различаются между собой несравненно сильнѣе, нежели многіе металлы, совершенно различные по составу; съ другой стороны, безъ углерода, весьма многія примѣсенія желѣза не имѣли-бы мѣста, а между тѣмъ ни одинъ металлъ и ни одинъ изъ до сихъ поръ извѣстныхъ сплавовъ не могли-бы замѣнить его въ большинствѣ случаевъ.

Если углеродъ входитъ въ желѣзо въ маломъ количествѣ, мы получаемъ то, что собственно называютъ въ общежитіи *жельзозомъ*, т. е. мягкій, ковкій, тягучій и весьма вязкій, но не плавкій металлъ, или, вѣрнѣе, плавящійся при весьма высокихъ температурахъ, которыя рѣдко достигаются въ печахъ. Въ противоположность стали, онъ не способенъ закаливаться. Входи въ желѣзо въ другихъ пропорціяхъ, углеродъ обуславливаетъ новое состояніе, столь-же ковкое и вязкое, но весьма упругое и способное плавиться въ печахъ. Этому соединенію даютъ названіе *стали*. Закалкой можно придать ему весьма различныя степени твердости, начиная отъ самаго мягкаго и до

того, что оно способно весьма легко рѣзать желѣзо и стекло. Наконецъ, если углеродъ входитъ въ соединеніе въ болѣе значительномъ количествѣ, нежели въ стали, то получается *чугунъ*, вещество твердое относительно хрупкое и способное плавиться, но не способное ни коваться, ни свариваться. Свойства этихъ трехъ соединеній, столь хорошо всѣмъ извѣстныхъ, пахотятся въ прямой связи съ количествомъ входящаго въ нихъ углерода, хотя, какъ мы увидимъ позже, и нѣкоторые другіе элементы имѣютъ такую-же способность измѣнять свойства желѣза. Въѣтъ шагъ называютъ желѣзнымъ вѣкомъ, и должно сознаться, что ни одно вещество не содѣйствовало столько нашему развитію и благополучію, какъ желѣзо, хотя, съ другой стороны, оно-же часто приноситъ и бѣды людямъ; а углеродъ, вмѣстѣ съ нимъ, неотступно также принимаетъ участіе въ этомъ дѣлѣ добра и зла.

*Способъ полученія углеродистаго соединенія желѣза.*— Существенное условіе для полученія этихъ соединеній есть непосредственное соприкосновеніе желѣза съ углеродомъ или извѣстными газообразными углеродистыми соединеніями, при температурѣ краснаго каленія или выше. Если возстановлять углемъ окисъ желѣза при температурѣ плавленія чугуна или вышей, то оба вещества эти весьма быстро соединяются между собой и образуютъ чугунъ, и соединеніе это происходитъ тѣмъ быстрѣе, чѣмъ выше температура, при одинаковости вѣхъ другихъ условий. Соединеніе желѣза съ углеродомъ, хотя и гораздо медленнѣе, происходитъ также и тогда, если прямо желѣзо въ видѣ полосъ накаливаетъ до красна, засыпавъ ихъ предварительно въ порошокъ древеснаго угля. Этимъ путемъ, между прочимъ, изготовляется весьма большое количество стали, а самый процессъ этотъ называется *цементованіемъ* или *томленіемъ*. Операция эта производится обыкновенно при температурѣ, нѣсколько вышей точки плавленія мѣди (около  $1100^{\circ}$  Ц.). Вмѣсто древеснаго угля съ успѣхомъ можно также употреблять и углеродистоводородные газы.

Процессъ цементованія представляетъ огромный интересъ, какъ въ промышленномъ, такъ и въ научномъ отношеніяхъ. Лепле, считавшій этотъ процессъ какой-то *«загадочной и необъяснимой»* операцией, приписывалъ цементованіе исключительному дѣйствію окиси углерода. По его мнѣнію, въ самомъ началѣ процесса, кислородъ воздуха, расположеннаго между частицами угля, превращаетъ ихъ сначала въ углекислоту, а потомъ въ окисъ углерода, которая, встрѣчая металлическое желѣзо, отдаетъ ему половину своего углерода, а сама вновь переходитъ въ углекислоту. Эта послѣдняя снова, встрѣчая уголь, превращается въ окисъ углерода, которая опять дѣйствуетъ на желѣзо, и такимъ образомъ желѣзо мало по малу обуглероживается единственно на счетъ окиси углерода.

Доранъ, напротивъ того, явленіе цементованія, хотя также считаетъ



загадочнымъ, но тѣмъ не менѣе объясняетъ его непосредственнымъ дѣйствіемъ углерода на желѣзо. По его мнѣнію, углеродъ, превращаясь при повышенной температурѣ въ пары, проникаетъ въ поры желѣза и соединяется съ нимъ.

Чтобы хотя отчасти рѣшить справедливость той или другой теоріи, мы предприняли слѣдующій рядъ опытовъ надъ обуглероживаніемъ желѣза. Хотя опыты эти далеко не окончены, тѣмъ не менѣе они не безынтересны, и мы не лишнимъ считаемъ познакомить съ ними нашихъ читателей. Опыты эти относятся къ февралю и марту 1859 г., и мы считаемъ долгомъ выразить свою искреннюю признательность Г. Тукей (Тоокеу) за участіе въ нихъ.

*Дѣйствіе окиси углерода на желѣзо.*—Необходимая для опыта окись углерода была приготовляема, по способу Фовнессъ, дѣйствіемъ сѣрной кислоты на желѣзисто-синеродистый калий. Полученную окись углерода собирали въ газометръ надъ водой, откуда ее за тѣмъ пропускали черезъ двѣ трубки, имѣющія 33 дюйма въ длину и наполненныя хлористымъ кальціемъ; за тѣмъ газъ проходилъ черезъ четыре трубки, такой-же длины, наполненныя кусочками ѣдкаго кали, и вступалъ въ фарфоровую трубку, расположенную на газовой жаровнѣ, подобной тѣмъ, какія употребляются при органическихъ сжиганіяхъ. Наконецъ изъ этой трубки выходящій газъ долженъ былъ пройти черезъ предварительно взвѣшенный приборъ, наполненный растворомъ ѣдкаго кали и снабженный другой трубкой, въ которой были помѣщены кусочки ѣдкаго кали и чрезъ которую окончившій дѣйствіе газъ отводился въ атмосферу.

Для опыта были взяты двѣ, совершенно одинаковыя, прямыя пластинки продажнаго желѣза превосходнаго качества, изъ коихъ каждая имѣла 0.75 дюйм. ширины и 7.75 дюйм. длины. Обѣ вмѣстѣ онѣ вѣсили 1.876 гр. Ихъ очистили хлористоводородной кислотой, быстро обмыли водой, вытерли и помѣтили въ только что нами описанную фарфоровую трубку. Нагрѣваніе производилъ весьма слабо до тѣхъ поръ, пока окись углерода не вытѣснила весь атмосферный воздухъ изъ прибора, а за-тѣмъ та часть фарфоровой трубки, гдѣ лежали желѣзные пластинки, была доведена до ярко-краснаго каленія и эта температура поддерживалась уже втеченіи всего опыта, который длился три часа. Окись углерода проходила черезъ приборъ безостановочно. Втеченіи всего опыта было израсходовано 1.150 куб. сантиметровъ газа, измѣреннаго въ сыромъ состояніи. Трубку охлаждали весьма постепенно, и когда наконецъ она совершенно охладилась, желѣзо изъ нея было вынута. Вѣсъ пластинокъ увеличился на 0.0006477 грамма, или на 0.345 проц., а вѣсъ прибора съ ѣдкимъ кали увеличился на 0.04 гр. Опытъ повторили надъ тѣми-же пластинками, но газъ, прежде пропуска его черезъ рядъ вышепоименованныхъ трубокъ, долженъ былъ проходить еще чрезъ растворъ ѣдкаго кали.

Опытъ продолжался вторично, при той-же температурѣ, снова три часа, и газа было израсходовано 245 куб. сантиметровъ. Нѣтъ сомнѣнія, что въ опытѣ этотъ вырвался какимъ-нибудь образомъ ошибка, потому что, если увеличеніе вѣса происходило на счетъ углерода, то углекислоты должно было образоваться 0.036 гр. По всей вѣроятности въ фарфоровую трубку, при охлажденіи ея и по прекращеніи притока окиси углерода, попала частица воздуха, тѣмъ болѣе это можно считать доказаннымъ, что самая поверхность пластинокъ отъ снѣго цѣнта отливала въ желтый, начиная съ концовъ къ среднѣмъ. Во всякомъ случаѣ, если увеличеніе въ вѣсѣ происходило отъ углерода, то дѣйствіе окиси углерода на желѣзо, при температурѣ ярко-краснаго каленія, какъ видно, весьма ограничено <sup>1)</sup>.

Еще до Перси, опыты цементованія желѣза окисью углерода были производимы Лепле и Лораномъ. Они плавилъ металлъ въ струѣ окиси углерода, получаемой чрезъ сжиганіе угля въ воздухѣ. Результатъ ихъ опыта былъ похожъ на результатъ, полученный Г. Перси, и они составили мнѣніе, что окись углерода есть вещество не цементующее.

Маргеритъ возобновилъ эти опыты, съ цѣлью доказать, что окись углерода имѣетъ способность цементованія и что дѣйствіе ея на желѣзо нисколько не зависитъ отъ нечистотъ, которыя часто присутствуютъ въ желѣзѣ, какъ на примѣръ кремній и проч. Окись углерода готовилась черезъ разложеніе чистой щавелевой кислоты чистой-же сѣрной кислотой. Для освобожденія отдѣляющихся при этомъ газовъ отъ углекислоты, ихъ пропускали черезъ цѣлый рядъ бапокъ, наполненныхъ растворомъ ѣдкаго кали, и наконецъ черезъ баритовую воду, которая, при проходѣ ихъ, не мутилась. Затѣмъ газъ проходилъ черезъ трубку съ кусочками ѣдкаго кали и черезъ трубку, наполненную пемзой, смоченной крѣпкой сѣрной кислотой, и наконецъ вступалъ въ фарфоровую, глазурованную съ обѣихъ сторонъ трубку. Три часа продолжали пропускать этотъ газъ чрезъ раскаленную трубку, и въ выходящихъ изъ послѣдней газахъ не было замѣтно ни малѣйшихъ слѣдовъ углекислоты; но когда въ эту трубку ввели кусочки желѣзной проволоки въ 0.5 линіи толщиной, и которая была предварительно очищена чрезъ прокалываніе въ водородѣ, то тотчасъ-же съ другаго конца трубки началось отдѣленіе углекислоты, которое продолжалось три часа, т. е. до тѣхъ поръ, пока проволока находилась въ трубкѣ; когда-же ее снова оттуда вынули, отдѣленіе углекислоты снова прекратилось <sup>2)</sup>.

Вторично Маргеритъ предпринялъ цѣлый рядъ опытовъ, нагревая парал-

<sup>1)</sup> Съ своей стороны, мы не можемъ не высказать опасенія, была-ли на самомъ дѣлѣ фарфоровая трубка во время опыта доведена до ярко-краснаго каленія, о которомъ говоритъ авторъ?

<sup>2)</sup> *Comptes rendus*, t. LIX, p. 520; 1864.

лельно, при постепенно возрастающихъ температурахъ, 1) мелко раздѣленное желѣзо, полученное, чрезъ восстановление, изъ щавелевокислой соли, 2) то-же желѣзо, но только нѣсколько уплотненное чрезъ сильное прокаливаніе въ атмосферѣ водорода, и наконецъ 3) совершенно плотное желѣзо въ видѣ проволоки. Каждый опытъ длился три часа. Всѣ три сорта желѣза, передъ опытомъ, были прокаливаемы въ струѣ водорода. Результаты опытовъ слѣдующіе:

	Процентное увеличеніе углерода въ желѣзѣ.		
	Желѣзо чистое		
	Раздѣленное.	Уплотненное.	
Накаливаніе на газовой рѣшеткѣ (слабо-вишнево-красн. каленіе) . . .	6.6	1.5	Совершенно цементована.
Въ печи на древесномъ углѣ безъ трубы (свѣтло-вишнево-красное) . . . .	6.55	0.98	То-же.
Та-же печь, темно-оранжевое кал., темп. плавл. серебра . . . . .	1.21	6.9 1000	То-же. Проволока въ 1 лин. толщ.
Та-же печь, съ трубой и на коксѣ (свѣтло-оранжев.) темп. плав. мѣди.	•	5.1 1000	

Слѣдя шагъ за шагомъ по этимъ опытамъ за дѣйствіемъ окиси углерода на желѣзо, можно прійти къ тому заключенію, что, при температурахъ цементовальныхъ ящиковъ, совершенно чистое желѣзо обуглероживается въ столько-же времени, во сколько продажное желѣзо цементуется; отсюда авторъ выводитъ заключеніе, что средство между окисью углерода и желѣзомъ нисколько не зависитъ отъ находящихся въ немъ постороннихъ примѣсей. Обработанные только что описаннымъ путемъ образцы желѣза, при раствореніи въ бромѣ, всѣ дали большій или меньшій остатокъ углерода, количество котораго было во всякомъ случаѣ болѣе, чѣмъ его нужно для обра-зованія стали <sup>1)</sup>).

Въ одномъ изъ послѣднихъ донесеній академіи <sup>2)</sup>, Маргеритъ подтверждаетъ справедливость своихъ выводовъ. Онъ говоритъ, что желѣзная проволока въ 1.3 линіи толщиною совершенно обуглероживалась при накаливаніи втеченіи шести часовъ въ струѣ окиси углерода, и что обуглероживаніе при этихъ обстоятельствахъ желѣзной пластинки, толщиною въ 2.3 линіи, ясно замѣтно было до глубины 0.5 линіи. Вообще, по словамъ Маргерита, въ процессѣ цементованія, температура и продолжительность операциі имѣютъ главнѣйшее вліяніе на результатъ.

<sup>1)</sup> Comptes rendus, t. LIX, p. 726.

<sup>2)</sup> Тамъ-же, p. 821.

*Цементованіе углеродомъ.* — Въ статьѣ о стали, мы будемъ имѣть случай коснуться болѣе подробно этихъ вопросовъ. Здѣсь мы ограничимся только общими фактами.

Гейтонъ Морво былъ первый, который старался доказать возможность цементованія желѣза непосредственнымъ соприкосновеніемъ его съ углеродомъ. Онъ накаливалъ кусочекъ алмаза въ желѣзномъ тиглѣ, постановленномъ въ другой, гессенскій тигель. Продержавъ все это втеченіи одного часа въ сильномъ жарѣ кузнечнаго горна, Морво превратилъ весь желѣзный тигель въ сплавившійся стальной королекъ. Самъ-же по себѣ желѣзный тигель, при накаливаніи въ этомъ горну, совершенно противустоялъ дѣйствию на него углеродистыхъ газовъ, отдѣляющихся изъ горна. Это второе обстоятельство, слѣдовательно, вполне подтвердило, что въ первомъ случаѣ обуглероживаніе желѣза произошло исключительно на счетъ помѣщенного въ тигель алмаза.

Послѣ Морво, подобные опыты были предприняты Маргеритомъ, который прокаливалъ желѣзо съ алмазомъ въ струѣ водорода. Въ фарфоровую трубку имъ былъ поставленъ небольшой фарфоровый-же челночекъ, на краяхъ котораго помѣщалась весьма тоненькая желѣзная пластинка. Въ трубку пропустили струю совершенно очищеннаго и сухаго водорода и весь приборъ накаливаніемъ дувели до температуры плавленія чугуна и поддерживали эту температуру втеченіи нѣкотораго времени, съ цѣлью освобожденія пластинки на чисто отъ могущихъ въ ней заключаться сѣры и азота. По охлажденіи прибора, на пластинку желѣза былъ положенъ кусочекъ алмаза, и черезъ приборъ, втеченіи нѣсколькихъ часовъ, пропускали струю водорода, безъ нагреванія, съ цѣлью вытѣснить изъ прибора весь воздухъ, т. е. кислородъ и азотъ. За тѣмъ приборъ былъ быстро доведенъ до ярко-краснаго каленія и температура эта поддерживалась нѣсколько времени, послѣ чего нагреваніе остановлено и прибору дано охладиться при постоянномъ пропусканіи водорода. Результатомъ опыта былъ королекъ чугуна. Два другіе опыта дали тѣ-же результаты.

Четвертый опытъ былъ произведенъ надъ желѣзной проволокой въ 0.5 линіи толщины. Однимъ концомъ эта проволока до половины была погружена въ крупный алмазный порошокъ, насыпанный въ фарфоровый челночекъ и предварительно прокипяченный въ азотной кислотѣ. Послѣ прокаливанія въ струѣ водорода, вся та часть проволоки, которая была погружена въ алмазъ, превратилась въ сталь, другая-же часть не приобрѣла способности принимать закалку. Подобные-же опыты были повторяемы еще нѣсколько разъ, съ тою только разницею, что вмѣсто алмазовъ употребляли уголь изъ сахара или графитъ. Во всѣхъ этихъ случаяхъ погруженная часть проволоки превращалась въ весьма твердую и мелкозернистую сталь, тогда какъ та часть, которая не находилась въ непосредственномъ соприкосновеніи съ

углемъ, оставалась безъ измѣненія. Эти опыты вполне опровергаютъ мнѣніе Зондерсона (Saunderson), предполагавшаго, что одинъ чистый углеродъ не способенъ производить цементованія, равно какъ и мнѣніе, выраженное Фреми, о томъ, что азотъ въ процессѣ цементованія необходимъ и что цементное желѣзо есть *азото-углеродистое* соединеніе этого металла.

*Дѣйствіе твердаго углерода на желѣзо.*—Для опыта былъ употребленъ уголь, выжженный изъ совершенно бѣлаго сахара. Первый опытъ не удался, по причинѣ отдѣленія какихъ-то газообразныхъ веществъ, происходившихъ вѣроятно отъ неполной обугленности взятаго для опыта угля.

2.—*Въ атмосферѣ окиси углерода.*—Опытъ произведенъ надъ одной пластинкой того-же желѣза, вымытой хлористоводородной кислотой и водой. Длина пластинки была 0.75 дюймовъ. Ее согнули такъ, что она образовала неполную цилиндрическую поверхность, помѣстили въ фарфоровую трубку и со всѣхъ сторонъ окружили углемъ. Пластинка передъ опытомъ вѣсила 1.91 гр. Черезъ трубку пропускали струю окиси углерода со всѣми, раньше описанными, предосторожностями, и температуру довели до ярко-краснаго каленія. Операция длилась три часа, газа израсходовано 1638 куб. сантиметр. Приборъ съ ѣдкимъ кали увеличился въ вѣсѣ на 0.098 гр., а желѣзо увеличилось на 0.01911 гр., что составляетъ 1.001 проц. Полученное желѣзо, накаленное до красна и быстро охлажденное чрезъ погруженіе въ ртуть, имѣло на поверхности темно-сѣрый цвѣтъ и сдѣлалось хрупко; это была сталь.

3.—*Въ атмосферѣ водорода.*—Пластинка въ 0.5 дюйма шириною и 7.75 дюйм. длиною, была предварительно прокалена въ струѣ совершенно сухаго водорода. Прокаливаніе это совершалось въ приборѣ, подобномъ описанному выше, и продолжалось два часа. Полученное желѣзо имѣло совершенно блестящую поверхность и было весьма свѣтло-сѣраго цвѣта. Водородъ добывали изъ цинка и слабой сѣрной кислоты и пропускали его предварительно чрезъ растворъ ѣдкаго кали, содержащій въ себѣ окисъ свинца. За тѣмъ пластинку окружили, какъ и въ предыдущемъ опытѣ, со всѣхъ сторонъ углемъ, выжженнымъ изъ сахара, снова наполнили весь приборъ водородомъ, пропуская его непрестанно втеченіи трехъ часовъ и поддерживая все это время температуру прибора на точкѣ ярко-краснаго каленія. Накаленная до красна и погруженная въ ртуть пластинка, отвердѣвала только на двѣ трети своей длины, что подало поводъ думать, что она, во время опыта, не всей длиною прикасалась въ уголь. Передъ опытомъ она вѣсила 1.024 гр., а послѣ опыта 1.031 гр. Прибыль въ вѣсѣ 0.68 проц.

4.—Этотъ опытъ былъ произведенъ также, какъ и № 3. Пластинка 0.5 дюйм. шириною и 7.75 дюйм. длиною была тщательно зарыта въ тотъ-же

уголь, который служилъ и при прошломъ опытѣ. Вѣсъ пластинки изъ 0.996 гр. измѣнился въ 1.007 гр. Прибыль составляетъ 1.10 проц.

5.—Двѣ пластинки того-же желѣза и также отчищенные были помѣщены въ трубку, при чемъ одну изъ нихъ зарыли въ уголь изъ сахара, а другую оставили свободной. Между собой ихъ раздѣлили аміантовымъ пыжомъ. Свободная пластинка лежала въ томъ концѣ трубки, откуда газъ выдѣлялся. Каждая изъ этихъ пластинокъ была выгнута въ полуцилиндръ. Опытъ продолжался три часа, совершенно тѣмъ-же путемъ, какъ и предыдущіе. Передъ опытомъ, свободная пластинка вѣсила 0.35 гр., послѣ опыта 0.3514 гр., прибыль 0.3 проц. Зарытая въ уголь пластинка передъ опытомъ вѣсила 0.376 гр., а послѣ опыта—0.379 гр.; прибыль—0.7 проц. По наружному виду обѣ пластинки сильно различались между собой. Поверхность свободной пластинки была тусклая, и по цвѣту походила на цинкъ; поверхность зарытой пластинки была блестящая, особенно на той сторонѣ, которая образовала наружную поверхность полуцилиндра; цвѣтъ ея былъ болѣе темный, нежели у первой пластинки.

Этотъ результатъ изумителенъ. Допустивъ, что употребленный для опыта водородъ былъ совершенно чистъ, должно предположить, что онъ или увлекъ часть углерода при своемъ прохожденіи черезъ уголь, или что образовалось какое-нибудь газообразное соединеніе углерода, не смотря на то, что употребленный въ этомъ случаѣ уголь былъ тотъ самый, который уже употреблялся и при двухъ предыдущихъ опытахъ, или, наконецъ, что часть угля уносилась водородомъ механически въ то отдѣленіе трубки, гдѣ лежала пластинка. Но при ближайшемъ разсмотрѣніи оказалось, что ни малѣйшая частица угля во время опыта не могла быть перенесена въ другую часть трубки, а послѣдующій опытъ доказалъ, что водородъ самъ по себѣ не могъ произвести увеличенія въ вѣсѣ.

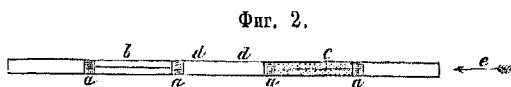
6.—Опытъ былъ произведенъ подобно № 5, съ тою только разницею, что свободная пластинка была положена въ противоположный конецъ трубки, т. е. въ тотъ, откуда кривекалъ въ нее водородъ. Между собой пластинки были по прежнему раздѣлены аміантовымъ пыжомъ, при чемъ разстояние между ними было оставлено большее, нежели въ первомъ случаѣ. Пластинки въ трубку были введены песоргнутыми. Какъ и въ предыдущемъ случаѣ, опытъ длился три часа. Уголь для этого опыта былъ взятъ тотъ-же который уже употреблялся при прежнихъ опытахъ. Зарытая въ него пластинка, вѣсившая передъ опытомъ 0.518 гр., послѣ опыта вѣсила 0.521, такъ что вѣсъ ея увеличился на 0.57 проц.; свободная-же пластинка, вѣсившая передъ опытомъ 0.558 гр., потеряла во время опыта 0.001 проц. своего вѣса и вѣсила уже 0.557 гр. Но на эту разницу вѣсовъ второй пластинки мы склонны скорѣе смотрѣть какъ на ошибку при взвѣшиваніи; во всякомъ

случаѣ увеличенія въ вѣсѣ не произошло, и это — главная вещь. Зарытая въ уголь во время опыта пластинка, послѣ накаливанія ея до красна и погруженія въ ртуть, сдѣлалась также хрупка, какъ стекло, тогда какъ другая пластинка, послѣ того какъ она была подвержена такому-же дѣйствию, вполнѣ сохранила способность изгибаться, не давая ни малѣйшихъ трещинъ.

7.—Уголь былъ употребленъ тотъ-же, что и въ предыдущихъ опытахъ, только онъ былъ снова перемолотъ. Онъ сдѣлался чрезвычайно твердымъ. Желѣзная пластинка, зарытая въ этотъ уголь, накаливалась четыре часа, при безостановочномъ притокѣ водорода. Вѣсъ передъ опытомъ 1.006 гр., послѣ опыта 1.015 гр., прибылъ 0.90 проц. Конецъ ея, приближенный къ той части трубки, откуда притекалъ въ нее водородъ, не имѣлъ способности твердѣть при закаливаніи чрезъ погруженіе въ ртуть.

8.—Вытеревъ тщательно трубку, повторили опытъ № 5, продолжая его четыре часа. Двѣ пластинки, незарытыя въ уголь и вѣсившія передъ опытомъ 0.846 гр., послѣ опыта вѣсили 0.874, такъ что слѣд. вѣсъ ихъ увеличился на 0.33 проц. Зарытая пластинка вмѣсто первоначальныхъ 0.4410 гр. вѣсила 0.4427, такъ что прибылъ = 0.380 проц. Конецъ ея, лежащій ближе къ части трубки, въ которую притекалъ водородъ, не имѣлъ способности твердѣть при закалкѣ, не смотря на то, что и онъ самымъ тщательнымъ образомъ былъ зарытъ въ уголь.

9.—Вмѣсто прежней фарфоровой трубки была взята трубка изъ богемскаго стекла. Опытъ производился надъ пластинками изъ желѣза, осажденнаго гальваническимъ токомъ. Фиг. 2 изображаетъ расположенія прибора. *a, a, a, a* —



пыжки изъ аміанта; *b* — свободная пластинка; *c* — пластинка, зарытая въ уголь; *dd* — пустой промежутокъ

въ 9.75 дюйм. длиною и совершенно чистый; *e* — стрѣлка, показывающая направленіе струи газа.

Тотъ-же самый уголь, который служилъ уже во многихъ опытахъ, былъ употребленъ и на этотъ разъ. Опытъ продолжался четыре часа, при чемъ въ свободной части *dd* не было замѣтно ни малѣйшаго осадка. Свободная пластинка *b*, вѣсившая передъ опытомъ 0.3857 гр., послѣ опыта вѣсила 0.3867, что соотвѣтствуетъ увеличенію въ вѣсѣ на 0.25 пр. Вѣсъ зарытой въ уголь пластинки изъ 0.3595 гр. сдѣлался 0.3642, т. е. увеличился на 1.28 проц. Какъ та, такъ и другая пластинка легко твердѣли, при накаливаніи до красна и быстромъ охлажденіи чрезъ погруженіе въ ртуть. Увеличеніе въ вѣсѣ весьма значительное; отчасти его можно приписать пористости металла, осажденнаго гальваническимъ путемъ.

10.—Одна трубка въ этомъ опытѣ была замѣнена двумя длинными,

какъ это можно видѣть на фиг. 3. *b*—свободная пластинка, *c*—зарытая.

Фиг. 3.



Уголь употреблялся прежній, операція продолжалась три съ половиною часа. Объ желѣзныя пла-

стинки вырѣзаны изъ тонкаго листа. Свободная пластинка, вмѣсто 0.6126 гр. вѣсила послѣ опыта 0.6133 гр., т. е. увеличилась въ вѣсъ на 0.105 проц. Зарытая-же пластинка увеличилась въ вѣсъ на 1.230 проц., т. е. вмѣсто первоначальныхъ 0.653 гр. вѣсила 0.733 гр. Во второй трубкѣ не оказалось ни малѣйшихъ слѣдовъ какой-либо пыли.

11.—Опытъ № 9 былъ повторенъ, съ тою разницею, что водородъ, прежде прохода его въ сожигательную трубку, былъ пропущенъ черезъ водный растворъ азотнокислаго серебра и черезъ трубку, наполненную пемзою, смоченною грѣпкой сѣрной кислотой. Взятое желѣзо было осаждено гальваническимъ путемъ. Свободныя пластинки, которыхъ было двѣ, передъ опытомъ вѣсили 0.588 гр., а послѣ опыта—0.680 гр. Вѣсъ ихъ увеличился на 1.55 проц. Зарытая пластинка до опыта вѣсила 0.325, а послѣ опыта 0.329 гр. Прибыль въ вѣсъ=1.070 проц. Время продолженія опыта—четыре часа.

12.—Опытъ № 9 былъ повторенъ еще разъ и длился четыре часа. Порошокъ угля былъ промытъ хлористоводородной кислотой, а вмѣсто осажденного гальваническимъ токомъ, было взято желѣзо, вырѣзанное изъ весьма тонкаго листа. Свободная пластинка вмѣсто 0.5056 гр. вѣсила послѣ опыта 0.5062 гр., что соотвѣтствуетъ 0.128 проц. прибыли. Зарытая пластинка изъ 0.471 гр. измѣнила свой вѣсъ въ 0.472, такъ что прибыль въ ся вѣсъ = 0.20 проц. Объ пластинки при накаливаніи до красна и быстромъ охлажденіи, чрезъ погруженіе въ ртуть, замѣтно твердѣли.

13.—Пластинка желѣза, неосажденного гальваническимъ токомъ, была кругомъ обложена не порошкомъ, а кусочками древеснаго угля, который предварительно былъ сильно прокаленъ въ плотно закрытомъ тиглѣ въ пробирной печкѣ, дѣйствующей на антрацитѣ. Вѣсъ пластинки изъ 0.8610 гр. сдѣлался 0.8615, что соотвѣтствуетъ 0.052 проц. приращенія. При закалѣ не твердѣла.

14.—Опытъ № 13 былъ совершенно въ томъ-же видѣ повторенъ. Передъ опытомъ пластинка вѣсила 0.6778 гр., а послѣ опыта—0.6781, т. е. увеличилась въ вѣсъ на 0.038 проц. При опусканіи въ ртуть, послѣ предварительнаго накаливанія, она не твердѣла.

15.—Новое количество, не употреблявшася еще для опытовъ угля; выжженного изъ сахара, было засыпано въ тигель, плотно закрыто крышкой и подвержено втеченіи четырехъ или пяти часовъ дѣйствию наиболее высокой температуры, какую могла произвести пробирная печь, дѣйствующая на ал-



трацитъ. Желѣзо въ этомъ жару могло плавиться. Пластика, приготовленная изъ желѣза, не осажденнаго гальваническимъ токомъ, была тщательно зарыта въ порошокъ этого угля и прокаливася втеченіи трехъ съ половиною часовъ въ струѣ водорода. Передъ опытомъ она вѣсила 0.788 гр. и послѣ опыта вѣсъ ея не измѣнился.

16.—Если раскаленную желѣзную проволоку продержать одинъ только часъ въ струѣ свѣтильнаго газа, она становится тверда какъ сталь.

17.—Пары парафина могутъ въ подобномъ опытѣ вполне замѣнить свѣтильный газъ. Когда Гохштеттеръ, помѣстивъ въ фарфоровую трубку желѣзную проволоку, поддерживалъ ее втеченіи часа при температурѣ благаго каленія и въ парахъ парафина, то онъ ее всю совершенно превратилъ въ сталь.

Самый интересный выводъ изъ всѣхъ этихъ опытовъ состоитъ въ томъ, что желѣзо обуглероживается въ атмосферѣ водорода, который прошелъ чрезъ раскаленный уголь, изъ чего должно заключить, что при этомъ водородъ всегда заключаетъ въ себѣ какое-нибудь газообразное углеродистое соединеніе. Во всякомъ случаѣ это обстоятельство порождаетъ два вопроса: во первыхъ, способенъ-ли водородъ при вышеименованныхъ условіяхъ соединиться съ углеродомъ? и во вторыхъ, производящее обуглероживаніе желѣза соединеніе не отдѣляется-ли по просту самимъ углеродомъ, который употребляется для подобныхъ опытовъ? Цѣлый рядъ опытовъ, предпринятыхъ для рѣшенія перваго вопроса, даетъ на него отрицательный отвѣтъ; съ другой стороны кажется чрезвычайно странно, что одно и то-же количество угля, столь много разъ подвергаемое сильному накалванію, какъ мы это видѣли при вышеприведенныхъ опытахъ, не переставало все-таки выдѣлять изъ себя это обуглероживающее соединеніе. Не смотря однако на это, доказано вполне, что древесный уголь имѣетъ способность поглощать и удерживать въ себѣ водородъ даже послѣ прокалванія; этотъ фактъ, какъ кажется нѣсколько говоритъ въ пользу втораго предположенія, тѣмъ болѣе, если мы припомнимъ опытъ № 15, то увидимъ, что когда сахарный уголь, передъ опытомъ былъ сильно прокаленъ, то онъ потерялъ обуглероживающую способность. Этотъ фактъ заставляетъ вѣрить въ возможность отдѣленія углеродомъ, накаливаемымъ въ струѣ водорода, углеродистаго соединенія.

Во всякомъ случаѣ должно хорошенько запомнить фактъ, что сильнопрокаленный уголь теряетъ способность обуглероживать даже при непосредственномъ соприкосновеніи съ желѣзомъ. Полученные нами въ предыдущихъ опытахъ результаты хотя и имѣютъ безспорно громадный интересъ, тѣмъ не менѣе они требуютъ еще дальнѣйшихъ опытовъ, для разрѣшенія всѣхъ встрѣтившихся при нихъ недоразумѣній. Если когда-нибудь будетъ положительно доказано, въ чемъ мы не имѣемъ достаточно повода сомнѣваться,

что уголь, накаленный до красна или выше, не перестаетъ втеченіи долгаго промежутка времени отдѣлять углеродистый водородъ, то сдѣлается непонятнымъ, почему прибавляютъ каждый разъ, при производствѣ цементованія въ большомъ видѣ, новое количество древеснаго угля въ цементовальный ящикъ. Всякій употребляемый для этой цѣли уголь содержитъ въ себѣ извѣстное количество водорода, который, при температурѣ высшей той, при которой производится въ практикѣ выжиганіе угля, частью выдѣляется въ видѣ соединенія съ углеродомъ, и это-то соединеніе играетъ самую главную, если не исключительную, роль въ процессахъ обуглероживанія.

Во всякомъ случаѣ, происходитъ-ли цементованіе дѣйствіемъ углеродистаго соединенія на желѣзо, или оно есть слѣдствіе непосредственнаго соприкосновенія желѣза съ углеродомъ, явленіе это весьма замѣчательно и вполне объяснить его трудно. Какимъ образомъ обуглероживается верхній слой металла, понять легко; но какъ объяснить способность этого верхняго слоя передавать часть своего углерода слѣдующему слою, этого втораго слоя опять слѣдующему и т. д., до такой степени, что довольно толстая полоса желѣза насквозь пропитывается наконецъ этимъ веществомъ? Процессъ этотъ какъ-будто состоитъ въ томъ, что углеродъ снаружи постоянно стремится замѣщать собою то количество, которое этотъ наружный слой передаетъ слѣдующему за собой слою. Если предположить, что углеродъ въ этомъ случаѣ вступаетъ въ химическое соединеніе съ желѣзомъ, то объясненіе цементованія становится уже крайне затруднительнымъ; если-же допустить, что здѣсь повторяется такое-же явленіе, какое мы видимъ съ растворами, то объясненіе становится проще. И дѣйствительно, хотя желѣзо при этомъ и не находится въ расплавленномъ состояніи, тѣмъ не менѣе оно на столько раскалено, что частицы его, вслѣдствіи оттапливающей силы теплорода, находятся уже въ довольно свободномъ одна отъ другой состояніи. При возстановленіи плотнаго куска желѣзной окиси раскаленнымъ углемъ, главнымъ дѣятелемъ является окись углерода, и, по словамъ Гей-Люссака, даже можно наблюдать, какимъ образомъ газъ этотъ отыскиваетъ себѣ пути внутрь куска по безконечнымъ трещинкамъ или порамъ. Выдѣленіе кислорода съ поверхности окисла, при температурѣ далеко низшей, нежели какая нужна для размягченія желѣза, причиняетъ разрыхленность въ этой поверхности и тѣмъ дѣлаетъ доступъ газамъ къ слѣдующимъ слоямъ, такъ что здѣсь явленіе совершенно тождественное съ прониканіемъ растворовъ одного въ другой. При цементованіи происходитъ обратное дѣйствіе, и потому прониканіе углеродистаго соединенія внутрь массы металла становится несравненно болѣе затруднительнымъ. Такимъ образомъ, въ концѣ концовъ, мы все-таки должны прійти къ сознанію, что хотя фактъ цементованія и вполне очевиденъ, но путь, которымъ онъ совершается, темень. Сравнивая этотъ процессъ съ дѣйствіемъ двухъ растворовъ при смѣ-

шиваніи ихъ между собой, мы чрезъ то вовсе не разъяснили дѣла. Впрочемъ, подобную неясность въ настоящее время можно еще довольно часто встрѣтить въ наукѣ.

*Ковкій чугуиъ.* — И такъ вводить углеродъ въ твердое желѣзо не представляется затрудненія, чему служитъ доказательствомъ давно извѣстный процессъ томленія или цементованія. Наоборотъ, подобнымъ-же процессомъ можно и выдѣлить часть углерода изъ плотной массы чугуна. Въ самомъ дѣлѣ, если кусокъ чугуна зарыть въ порошокъ краснаго желѣзняка и накалывать два или три дня до свѣтло-краснаго каленія, то чугуиъ теряетъ значительную часть своего углерода и становится до нѣкоторой степени ковкимъ; онъ превращается при этомъ въ то состояніе, которое нѣкоторые называютъ *ковкимъ чугуномъ* (*fonte malléable*). Докторъ Миллеръ занимался опредѣленіемъ состава чугуна до подобной обработки его и послѣ нея; результаты его опытовъ были слѣдующіе:

	До обработки.	Послѣ обработки.
Удѣльный вѣсъ . . . . .	7.684	7.718
	Проценты.	
Углерода { химич. соединеннаго . . . . .	2.217	} 0.434 } 0.880.
{ не соединен. химически . . . . .	0.583	
Кремній . . . . .	0.951	0.409.
Глиниа . . . . .	слѣды	слѣды
Сѣры . . . . .	0.015	0.000
Фосфора . . . . .	слѣды	слѣды
Кремнезема . . . . .	0.502	—

Изъ этихъ опытовъ видно, что около четырехъ пятыхъ частей химически соединеннаго углерода исчезло изъ чугуна, между тѣмъ какъ количество несоединеннаго химически углерода, или графита, измѣнилось весьма мало. Исчезновеніе болѣе чѣмъ на половину кремнія представляетъ собой замѣчательный фактъ, но который объяснить пока мы не можемъ. По словамъ Г. Миллера, онъ не имѣетъ ни малѣйшаго повода сомнѣваться въ вѣрности своихъ результатовъ. Сѣра, которая, какъ извѣстно, обладаетъ весьма большимъ сродствомъ къ желѣзу, также совершенно исчезла во время опыта, что предвидѣть было трудно.

Ковкій чугуиъ послужилъ темою для весьма интересной монографіи, представленной Г. Брюль обществу парижскихъ гражданскихъ инженеровъ въ 1863 г. Мы заимствуемъ здѣсь изъ этой монографіи описаніе свойствъ ковкаго чугуна, оставляя до болѣе удобнаго времени описаніе способовъ его приготовленія и употребленія.

Плотность ковкаго чугуна приближается къ плотности чугуна обыкновеннаго; три куска, взятые не на выборъ, дали приблизительно слѣдующія ци-

фры для удѣльнаго вѣса: 7.10, 7.25 и 7.35. Цвѣтъ его измѣняется сообразно условіямъ, при которыхъ онъ получается; но отъ обыкновеннаго желѣза онъ отличается меньшею черноватостью. Изломъ бѣлый, блестящій и мелкозернистый, временами онъ бываетъ шелковистый, подобно тому какъ въ весьма мягкой стали. Въ крупныхъ кускахъ изломъ неровный, въ немъ можно отличить нѣсколько отдѣльныхъ поясовъ, идущихъ отъ центра къ поверхности и соответствующихъ, по всей вѣроятности, различнымъ періодамъ возстановленія. Ковкій чугунокъ бѣлаго цвѣта, нѣсколько болѣе матовый чѣмъ желѣзо, легко принимаетъ политуру, которая ни въ чемъ не уступаетъ стальной. Твердость его не большая, такъ что его можно даже строгать. Получаемыя при этомъ стружки изъ наружныхъ частей куска, длинны и вязки, а изъ центра — мелки и ломки, почти похожія на опилки. Если его тереть обо что нибудь, то онъ легко истирается. Благодаря его ковкости, его можно изгибать подъ довольно острымъ угломъ, безъ того, чтобы онъ давалъ трещины. Если гнуть такимъ образомъ довольно толстую пластинку, то въ ней слышатся трескъ, тогда какъ ни малѣйшихъ трещинъ въ ней нельзя замѣтить. Это происходитъ вѣроятно отъ того, что находящійся внутри куска чугунокъ ломается, между тѣмъ какъ лежащее на поверхности желѣзо вполне сопротивляется излому. Это свойство чугуна позволяетъ пробивать въ немъ дыры и плющить его почти въ такіе-же тонкіе листы, какъ хорошее желѣзо безъ предварительнаго нагрѣванія; всѣ эти операціи можно производить надъ нимъ и при нагрѣваніи, только не сильною; при ярко-красномъ-же и бѣломъ каленіи, металлъ легко ломается на куски. Онъ не имѣетъ по этому способностямъ свариваться съ желѣзомъ или сталью, что не даетъ возможности дать ему весьма многія полезныя примѣненія. Плавится онъ при весьма высокой температурѣ, что позволяетъ ему выдерживать жаръ почти также хорошо, какъ и желѣзу. Ковкій чугунокъ цементируется несравненно скорѣе и несравненно глубже, нежели желѣзо. При закалкѣ ковкій чугунокъ пріобрѣтаетъ мелко зернистое, стальное строеніе, но вмѣстѣ съ тѣмъ становится до нѣкоторой степени хрупкимъ.

По опытамъ Морина, Треска и др. коэффициентъ прочности ковкаго чугуна почти такой-же, какъ и хорошаго желѣза, но такъ какъ вообще онъ имѣетъ большую способность къ трещиноватости, и измѣняется быстрѣе въ строеніи чѣмъ даже желѣзо посредственное, то его и нельзя употреблять на устройство такихъ частей, которыя подвергаются сильнымъ толчкамъ и сотрясенію.

Можно выдѣлить также значительную часть углерода изъ чугуна, какъ мы увидимъ это впоследствии, простымъ его накачиваніемъ до красна при свободномъ доступѣ воздуха. На этомъ основаніи даже въ большомъ видѣ

производится обезуглероживаніе чугуна. По словамъ Туннера, при этихъ условіяхъ также и кремній исчезаетъ одинаково съ углеродомъ изъ чугуна <sup>1)</sup>.

*Количество углерода въ желѣзѣ.*—При уснѣхахъ аналитической химіи въ послѣдніе годы, было обращено, между прочимъ вниманіе и на точное опредѣленіе количества углерода въ желѣзѣ. Не смотря на то, что по этому поводу сдѣлано уже весьма много, остается и еще весьма многого желать, и очень часто мы находимся въ затруднительномъ положеніи въ виду фактовъ, которые на самомъ-то дѣлѣ въ высшей степени существенны. Между всѣми учеными, занимавшимися этимъ дѣломъ, мы должны упомянуть Карстена и Зефстрема.

Въ 1846 г., Карстенъ представилъ берлинской академіи наукъ записку объ углеродистыхъ соединеніяхъ желѣза <sup>2)</sup>, изъ которой мы и извлекаемъ слѣдующее описаніе. По мнѣнію Карстена, наибольшее содержаніе углерода въ желѣзѣ есть 5.93 проц. и онъ предполагаетъ, что во всѣхъ случаяхъ существуетъ опредѣленное многоуглеродистое соединеніе желѣза, которое по просту растворено въ остальной массѣ металла. Свойства металла находятся въ прямой связи съ количествомъ этого углеродистаго соединенія. Но, не смотря на всѣ старанія, Карстенъ не могъ отдѣлать это соединеніе изъ массы металла, равно и приготовить подобное ему искусственно. Чистое желѣзо, совершенно не содержащее углерода, говоритъ Карстенъ, столь мягко, что оно представляетъ весьма мало сопротивленія тренію, и по этому оно не годно въ большей части для употребленія. Когда-же оно содержитъ, до извѣстныхъ предѣловъ, въ себѣ углеродъ, прочность его увеличивается, а вмѣстѣ съ тѣмъ оно становится и болѣе упругимъ, ковкимъ, тягучимъ и твердымъ. Это послѣднее качество пріобрѣтаетъ большую степень если металлъ нагрѣтъ и затѣмъ быстро охладитъ. Чѣмъ менѣе желѣзо содержитъ постороннихъ веществъ, особенно кремнія, сѣры и фосфора, тѣмъ болѣе должно оно содержать углерода, чтобы пріобрѣсти надлежащую степень твердости. Въ лучшихъ образцахъ Шведскаго и Нѣмецкаго желѣза, приготовленнаго изъ шпатоватыхъ и глинистыхъ желѣзняковъ, содержаніе въ 0.35 проц. углерода обуславливаетъ способность этого металла твердѣть на столько, что ему даютъ названіе *сталеватаго*. Переходъ этого сорта желѣза въ сталь такъ постепенъ и такъ нечувствителенъ, что невозможно опредѣлить, гдѣ въ немъ кончается одно состояніе и гдѣ начинается другое. Но во всякомъ случаѣ, если содержаніе въ немъ углерода доходитъ до 0.5 проц. при ничтожномъ количествѣ другихъ постороннихъ веществъ, желѣзо пріобрѣтаетъ способность на столько закаливаться, что при ударѣ огнивомъ даетъ искры и въ этомъ состояніи его

<sup>1)</sup> Stabeisen u. Stahlbereitung. T. II, S. 42—49.

<sup>2)</sup> Ueber die Carburete des Eisens, von Herrn Karsten; 3 November, 1846.

можно разсматривать какъ истинную сталь. Желѣзо, вовсе не содержащее постороннихъ примѣсей, приобретаетъ эти-же свойства только при 0.65 проц. углерода. Желѣзо, содержащее отъ 1 до 1.5 проц. углерода, представляетъ собой ту сталь, которая при закалкѣ принимаетъ наибольшую твердость и вмѣстѣ съ тѣмъ наибольшую вязкость. При большемъ содержаніи углерода получается сталь еще болѣе твердая, но уже вязкость ея, равно какъ и ковкость ослабѣваютъ. Углеродъ, въ количествѣ 1.75 проц., почти совершенно уничтожаетъ ковкость стали, а съ содержаніемъ 1.8 проц. углерода, желѣзо работается молоткомъ уже до крайности трудно; хотя оно и бываетъ чрезвычайно твердо, тѣмъ не менѣе не лишено значительной вязкости. Когда содержаніе углерода доходитъ до 1.9 проц., то желѣзо перестаетъ быть ковкимъ при нагрѣваніи, а 2 проц. углерода характеризуютъ собою уже переходное состояніе къ чугуну; металлъ получается болѣе мягкой, нежели чугунъ, но уже совершенно неспособный выдерживать удары молота.

Въ чугуны мы встрѣчаемъ два, весьма явственныхъ отличія: *сѣрый чугунъ* и *бѣлый чугунъ*. Они различаются между собой по цвѣту, по твердости, по хрупкости, и по плавкости. Сѣрый чугунъ плавится при болѣе высокихъ температурахъ, и при этомъ почти мгновенно переходитъ изъ твердаго состоянія въ весьма жидкое. Бѣлый чугунъ начинаетъ размягчаться при болѣе низкой температурѣ, и, прежде чѣмъ обратиться въ жидкость, размягчается, а затѣмъ становится тѣстообразнымъ. Прежде думали, что это различіе въ свойствахъ зависитъ отъ большаго содержанія углерода въ сѣромъ чугуны, нежели въ бѣломъ. При быстромъ охлажденіи послѣ плавленія, сѣрый чугунъ становится бѣлымъ; и, въ свою очередь, бѣлый чугунъ при медленномъ застываніи, становится сѣрымъ. А между тѣмъ, въ обоихъ этихъ случаяхъ, количество углерода въ взятыхъ для опыта чугунахъ остается одно и то-же <sup>1)</sup>. Объяснили различіе свойствъ чугуна различнымъ состояніемъ въ немъ углерода, предполагая, что въ бѣломъ чугуны весь углеродъ соединитъ съ желѣзомъ химически, тогда какъ въ сѣромъ—часть его соединена химически, а часть просто разсѣяна въ массѣ желѣза въ видѣ графита. Желѣзо, содержащее 2 проц. углерода, т. е. сталь, можетъ послѣ расплавленія и самаго даже медленнаго застыванія удержать весь свой углеродъ въ видѣ химическаго соединенія; но если подобной обработкѣ подвергнуть желѣзо съ 2.3 проц. углерода, то часть его освобождается, переходитъ въ состояніе графита, и получается металлъ, по свойствамъ на сѣрый чугунъ. Сверхъ этого наименьшаго содержанія углерода и до наибольшаго предѣла, т. е. до 5.93 проц., чѣмъ болѣе бѣлый чугунъ содержитъ углерода, тѣмъ онъ тверже и бѣлѣе.

<sup>1)</sup> Мы впоследствии будемъ имѣть возможность доказать, что эти положенія Карстена не всегда справедливы.

Мы не вполне согласны вмѣстѣ съ Карстеномъ приписать эти свойства единственно углероду. Наши опыты показали намъ, что желѣзо, само по себѣ, не можетъ удержатъ въ соединеніи только что приведенное количество углерода. Для этого необходимо, чтобы въ немъ было значительное содержаніе марганца, который самъ по себѣ способствуетъ развитію въ чугунѣ твердости и бѣлизны.

*Наибольшее количество углерода, поглощаемое чистымъ желѣзомъ.*—Опытами этими мы обязаны Г. Дикъ. Взятый для нихъ уголь былъ приготовленъ чрезъ сжиганіе паровъ скипидара и улавливаніе образующейся при этомъ сажи. Окись желѣза была приготовлена чрезъ раствореніе тонкой желѣзной проволоки въ хлористоводородной кислотѣ, подкисленной слегка азотной, и чрезъ осажденіе амміакомъ; также получали ее чрезъ кипяченіе подкисленной азотной кислотой раствора сѣрнокислой закиси желѣза и осажденіе амміакомъ. И въ томъ и другомъ случаѣ полученная окись желѣза была тщательно промыта, высушена и пр. Употребляемые для опытовъ тигли были набиты сажой.

1.—Смѣсь окиси желѣза, приготовленный изъ хлористаго желѣза, съ избыткомъ углерода была сильно нагрѣта. Получилась нѣсколько малыхъ и одинъ крупный металлическій королекъ, въ которому въ нѣкоторыхъ мѣстахъ пристала въ небольшомъ количествѣ шлакъ. Подъ молоткомъ королекъ, ни мало не сдавливаясь, трескался. Изломъ былъ темно-сѣрый и довольно однородный. Удѣльн. в. королика=7.08; это былъ металлъ, весьма богатый графитомъ. Желѣзо было въ немъ дважды опредѣлено титрованнымъ растворомъ кислаго хромовокислаго кали. Результаты этихъ опредѣленій слѣдующіе:

	Процент.
1 опредѣленіе: желѣза . . . .	95.75
2       »               » . . . .	95.87
Среднее . . . . .	95.80
Углерода, по разности . . . .	4.20

2.—Большее количество той-же смѣси накаивали при тѣхъ-же обстоятельствахъ. Получены небольшіе металлическіе корольки, которые по виду не были однородны; нѣкоторыя части ихъ рѣзались легче, чѣмъ другія. Удѣльн. вѣсъ одного изъ этихъ корольковъ былъ 7.097; подъ молоткомъ онъ легко плющился. Углеродъ находился въ одной части его болѣе крупными пластинками, чѣмъ въ другой. Сдѣлано четыре опредѣленія титрованнымъ растворомъ кислаго хромовокислаго кали:

	Процент.
1 опредѣленіе: желѣза . . . .	96.75
2       »               » . . . .	97.42
3       »               » . . . .	96.40
4       »               » . . . .	96.03

Изъ этихъ опредѣленій явствуетъ, что полученный металлъ былъ далеко не однороденъ.

3.—Подобнымъ-же образомъ накаливали смѣсь угля съ окисью желѣза, осажденной изъ раствора сѣрнокислой закиси. Получены: цѣлая масса мелкихъ корольковъ и одинъ крупный. Тигель вторично былъ поставленъ въ печь, чтобы сплавить мелкіе корольки въ одинъ, но сплавленіе это не произошло. Самый крупный корольекъ разбили и изломъ его не былъ похожъ на изломъ корольковъ, полученныхъ въ предыдущихъ опытахъ. Уд. вѣсъ=6.968. Кусочекъ въ 8.55 гр. вѣсомъ былъ растворенъ въ хлористоводородной кислотѣ и полученный въ остаткѣ графитъ собранъ отдѣльно. Желѣзо опредѣлено титрованнымъ растворомъ кислаго хромовокислаго кали:

	Процент.
Желѣза . . . . .	95.66
Графита . . . . .	4.56
	100.22

Для опредѣленія химически соединеннаго углерода, полученные корольки были растворены въ хлористоводородной кислотѣ, при чемъ отдѣлялся вонючій водородъ. Промытый остатокъ былъ прогнянченъ съ растворомъ ѣдкаго кали, при чемъ растворъ не окрасился и, при уравненіи хлористоводородной кислотой, не далъ осадка; тогда какъ если подобной обработкѣ подвергають чугуны съ значительнымъ содержаніемъ углерода, то растворъ ѣдкаго кали становится бурымъ и при уравненіи хлористоводородной кислотой даетъ бурый, клочковатый осадокъ углестыхъ веществъ. Такъ что, какъ кажется, большая часть углерода (а можетъ быть и весь онъ), содержащагося въ полученныхъ предыдущими способами королькахъ, находилась въ нихъ въ видѣ графита.

4.—Гохштеттеръ производилъ опыты надъ искусственно-приготовленной безводной окисью желѣза, совершенно несодержащей сѣры, но съ нѣкоторымъ содержаніемъ кремнезема. Онъ тщательно смѣшалъ въ ступкѣ 16.19 гр. этой окиси съ огромнымъ избыткомъ древеснаго угля и накаливалъ эту смѣсь въ тиглѣ съ набойкой при не слишкомъ высокой температурѣ. Накаливаніе повторялось четыре раза и каждый разъ продолжалось два часа. Полученный корольекъ былъ хорошо сплавленъ и вѣсилъ 11.59 гр. Цвѣтъ его былъ темно-сѣрый, изломъ слегка зернистый. Онъ содержалъ 95.85 проц. желѣза; углеродъ не былъ взвѣшенъ. Въ изломѣ графитъ не былъ явственно замѣтенъ; равнымъ образомъ и на поверхности королька его не было видно. Водородъ, отдѣляющійся при раствореніи этого королька въ хлористоводородной кислотѣ, слегка имѣлъ запахъ сѣрнистаго водорода.

5.—32.39 грам. той-же окиси были тѣсно смѣшаны съ 6.48 гр. цейлонскаго графита, содержащаго отъ 1.5 до 2 проц. землестыхъ примѣсей.



Смѣсь эту помѣстили въ тигель съ графитовой набойкой и сверху плотно засыпали также графитовымъ порошкомъ. Тигель, закрытый крышкою, накаливали втеченіи восьми дней, также какъ и въ предыдущемъ опытѣ, при температурѣ не очень высокой. Въ быстро затѣмъ охлажденномъ тиглѣ нашли хорошо сплавленный королекъ, вѣсившій 22.50 гр. Верхняя поверхность этого королька была испещрена блестящими пластинками графита, которыя казались какъ-бы отдѣленными отъ желѣза; изломъ его былъ весьма темно-сѣраго цвѣта и представлялъ собою свопленіе побольшихъ пластинокъ, блескомъ похожихъ на графитъ. Въ ста частяхъ королька этотъ заключалъ 95.13 ч. желѣза и 4.63 ч. графита; послѣдній былъ весьма тщательно опредѣленъ анализомъ.

Шавгейтъ утверждаетъ, на основаніи своихъ опытовъ, что графитъ никогда не образуется въ тиглѣ, при употребленіи чистаго желѣза и чистаго угля, если только желѣзная окись не прикасается къ стѣнкамъ тигля. <sup>1)</sup> Однако въ предыдущихъ опытахъ мы видѣли образованіе графита, не смотря на то, что употребляемая при нихъ желѣзная окись была тщательно удаляема отъ стѣнокъ тигля угольной набойкой, вовсе не содержащей кремнія. Въ своемъ трактатѣ Шавгейтъ приводитъ теорію образованія графита; но все его разсужденія по этому поводу, каковы-бы ни были его опыты, далеко не удовлетворительны. Все заключенія его выведены изъ началъ, которыя суть не болѣе какъ гипотезы; изслѣдованія, опубликованныя имъ объ желѣзѣ и стали болѣею частью такія, которымъ съ трудомъ можетъ повѣрить опытный химикъ.

Слѣдующія изслѣдованія произведены Зефстремомъ: <sup>2)</sup> Тонкая желѣзная проволока была помѣщена въ угольный тигель, сверху закрыта углекислой известью и подвергнута, втеченіи часа съ четвертью, прокаливанію въ самодувномъ горнѣ. Получился хорошо сплавленный королекъ чугуна съ листоватымъ изломомъ сѣраго цвѣта. Вѣсъ желѣза во время опыта увеличился на 4.34 проц. Подвергнутая подобной-же обработкѣ сталь, равнымъ образомъ превратилась въ королекъ чугуна и вѣсъ ея увеличился на 3.89 проц. Изломъ этого послѣдняго королька былъ довольно странный: около поверхности онъ дѣлалъ тонкій, черный, бархатовидный полсокъ, а въ срединѣ блестѣлъ какъ серебро и представлялъ слѣды кристаллическихъ плоскостей, на столько широкихъ, что онѣ почти перерѣзывали королекъ отъ одной стороны до другой. Онъ былъ весьма ровкій, а твердостью подходилъ къ слабо-закаленной стали. При повтореніи этого опыта получился королекъ, темный съ поверхности и весьма бѣлый внутри, плотный и некристаллическій. Когда вмѣсто углекис-

<sup>1)</sup> Phil. Mag., t. XV, p. 423; 1839.

<sup>2)</sup> Journ. f. techn. u. econom. Chem. Erdmann. T. X. S. 163; 1831.

лой извѣсти на покрывку употребили ѣдкую известь, то разницы въ результатахъ не произошло.

*Желѣзо, марганецъ и углеродъ.*—Опыты Дика.—Бурая окись марганца ( $Mn^2O^4$ ) была приготовлена черезъ прокаливаніе чистой углекислой закиси марганца. Въ глиняномъ тиглѣ съ набойкой изъ чистаго угля подвергли сильному прокалыванію смѣсь изъ 25.90 гр. окиси желѣза, 0.78 гр. бурой окиси марганца и 5.96 гр. угля. Получено нѣсколько корольковъ, изъ коихъ самый крупный былъ разбитъ и изслѣдованъ. Уд. вѣсъ его = 7.60. Онъ содержалъ въ себѣ графитъ, количество котораго было опредѣлено обыкновеннымъ путемъ; вѣсъ его не измѣнился послѣ кипиченія въ растворѣ ѣдкаго кали. Желѣзо было отдѣлено въ видѣ основной уксуснокислой соли. Результаты анализа были слѣдующіе:

Желѣза. . . . .	95.97	96.26
Марганца. . . . .	3.21	3.14
Графита. . . . .	0.56	0.40
	<hr/>	<hr/>
	99.74	99.80

Эти результаты насъ сильно поразили, такъ какъ мы рассчитывали въ королькѣ найти большее содержаніе углерода, по причинѣ марганца; но мы далеки отъ того, чтобы выводить какія нибудь заключенія изъ одного только подобнаго опыта. Температура, при которой производится опытъ, можетъ значительно измѣнять результатъ.

*Виды, въ которыхъ углеродъ находится въ желѣзѣ.*—Обыкновенно полагаютъ, что углеродъ находится въ желѣзѣ частью въ видѣ химическаго соединенія, частью въ видѣ графита, механически разсѣяннаго по его массѣ. Эти два отличія углерода называютъ обыкновенно *соединеннымъ* и *несоединеннымъ*. Предполагаютъ, что графитовидный углеродъ выдѣляется изъ желѣза во время застыванія его послѣ плавленія, подобно тому, какъ графитовидный кремній выдѣляется въ подобныхъ-же обстоятельствахъ изъ цинка. Если содержащее графитъ желѣзо расплавить отдѣльно, то графитовидный углеродъ не отдѣляется, но, по своей относительно меньшей плотности поднимается на верхъ расплавленнаго металла, а затѣмъ исчезаетъ, растворясь въ немъ. Если желѣзо содержитъ много графитовиднаго углерода, изломъ его становится темносѣрымъ, зернистымъ, или пластинчато-кристаллическимъ. Тогда его называютъ *сырымъ чугуномъ* (*fonte grise, graues Eisen, grey-iron*). Если же, напротивъ того, желѣзо содержитъ много углерода химически соединеннаго, его изломъ бѣлый, и часто даже весьма бѣлый; тогда ему придаютъ имя *блага чугуна* (*forte blanche, weisses Eisen, white-iron*). Бѣрый чугунъ переходитъ незамѣтно въ бѣлый и бываютъ даже образцы, въ одномъ кускѣ которыхъ, особенно въ изломѣ, ясно можно отличить оба

видоизмѣненія чугуна. Такой чугунъ называется *половинчатымъ* (*fonte truitée, halbirtes Eisen, mottled-iron*). Можно различить до восьми видоизмѣненій чугуна, служащихъ какъ-бы переходомъ отъ самаго сѣраго до совершенно бѣлаго. Эти отличія обыкновенно обозначаютъ нумерами, такимъ образомъ, что подъ № 1 разумѣютъ самый сѣрый чугунъ, подъ № 2 — чугунъ нѣсколько менѣе сѣрый и т. д. до № 5, которымъ обозначаютъ половинчатый чугунъ, и слѣдующія за тѣмъ нумера придаются чугунамъ все болѣе и болѣе бѣлымъ до № 8, который уже есть бѣлый чугунъ въ строгомъ смыслѣ этого слова. Привычный глазъ можетъ сразу отличить все эти нумера чугуна по излому ихъ. Не должно забыть, что все до сихъ поръ сказанное относится только до желѣза, богатаго углеродомъ, т. е. чугуна.

По наружному виду не замѣтно присутствія въ желѣзѣ химически соединеннаго углерода, тѣмъ не менѣе онъ можетъ находиться въ немъ въ весьма значительномъ количествѣ; точно также и бѣлый чугунъ можетъ содержать нѣкоторое количество графита, который не замѣтенъ для глаза. Но вообще должно сказать, что сомнительно, чтобы даже самый сѣрый чугунъ не содержалъ химически соединеннаго углерода, тогда какъ бѣлый чугунъ можетъ быть совершенно свободенъ отъ графита.

Состояніе графита въ чугунѣ, послѣ его совершеннаго расплавленія, опредѣляется большею частію обстоятельствами охлажденія и температурою, при которой совершалось плавленіе. Быстрое охлажденіе способствуетъ желѣзу удерживать углеродъ въ состояніи химическаго соединенія, и этимъ путемъ можно характеристически сѣрый чугунъ совершенно перевести въ состояніе бѣлаго чугуна. Такимъ образомъ, если жидкій сѣрый чугунъ вылить въ холодную металлическую изложницу, такъ чтобы произвести быстрое охлажденіе, то во всѣхъ тѣхъ частяхъ, гдѣ чугунъ соприкасается къ изложницѣ, по поверхности его образуется бѣлый чугунъ, тогда какъ внутри его, гдѣ охлажденіе совершалось постепенно, онъ остается сѣрымъ. Такъ какъ бѣлый чугунъ обладаетъ большею твердостью, нежели сѣрый, то все тѣ вещи, гдѣ чугунъ долженъ подвергаться значительному тренію, какъ напр. въ бѣгунахъ и пр., подвергаются послѣ отливки въ формы быстрому охлажденію съ поверхности. Но не все сорта сѣраго чугуна можно перевести этимъ путемъ въ бѣлый чугунъ, чему доказательствомъ, между прочимъ, можетъ послужить слѣдующій фактъ.

Г. Блэквелль (Blackwell), на своемъ заводѣ близъ Додлей, приказалъ одновременно выпустить чугунъ изъ домны частью на холодную чугунную плиту, частью на другую такую-же плиту, гдѣ, вслѣдъ за выпускомъ, чугунъ былъ политъ еще водой, наконецъ третью часть въ вырытую въ пескѣ яму, гдѣ ему дали совершенно медленно охладиться подъ толстымъ слоемъ горячихъ шлаговъ. Отлитый на плиты чугунъ былъ въ видѣ слоя въ 0.5 дюйма

толщиной; изломъ его былъ весьма зернистый. Это былъ чугуны сѣрый, безъ всякихъ даже слѣдовъ бѣлаго. Отлитый въ яму чугуны и охлажденный весьма медленно, былъ также сѣрый, но весьма кристаллическій.

Состояніе углерода въ желѣзѣ до нѣкоторой степени опредѣляется также и условіями, при которыхъ даже только нагрѣваютъ металлъ до температуры, гораздо выше степени его плавленія, и затѣмъ охлаждають. Такимъ образомъ, при раствореніи въ кислотахъ сильно закаленной стали, почти не получается въ остаткѣ графитъ, тогда какъ та-же самая сталь, но въ состояніи мягкомъ, даетъ при этомъ значительный графитовый остатокъ. Профессоръ Абель, въ Вольвичскомъ арсеналѣ, дѣлалъ по этому поводу нѣсколько опытовъ. Онъ положительно замѣтилъ, что закаленная стальная проволока растворилась въ хлористоводородной кислотѣ безъ остатка, между тѣмъ какъ та-же проволока, но отожженная, при раствореніи въ той-же кислотѣ, давала темный, клочковатый углистый осадокъ. Самые новыя изслѣдованія по этому предмету принадлежатъ Карону.<sup>1)</sup> Онъ нашелъ, что сталь, находящаяся въ трехъ различныхъ видахъ, просто цементованная, цементованная и прокованная и наконецъ цементованная и закаленная, давали на 100 частей металла слѣдующія количества нерастворимаго остатка: 1.624 (А), 1.243 (В) и 0.240 (С). Анализъ далъ слѣдующіе результаты для состава этихъ нерастворимыхъ остатковъ:

	А.	В.	С.
Углерода. . . . .	0.825	0.560	Слѣды.
Желѣза. . . . .	0.557	0.445	Слѣды.
Кремнезема. . . . .	0.242	0.238	0.240
	<u>1.624</u>	<u>1.243</u>	<u>0.240</u>

Замѣчательно то, что простаяковка даже имѣетъ вліяніе на состояніе углерода въ стали. Кроме того Каронъ замѣтилъ, что плющенная сталь, при одинаковыхъ всѣхъ другихъ условіяхъ, оставляетъ болѣе значительный углистый остатокъ, нежели сталь прокованная, что, по его мнѣнію, находится въ прямой связи съ замѣченнымъ уже свойствомъ стали, при ковкѣ принимать лучшія свойства, чѣмъ при плющеніи. Помощью подобныхъ-же опытовъ и разложеній, Каронъ пришелъ къ тому заключенію, что дѣйствіе жара на сталь совершенно противоположно дѣйствиюковки и плющенія. Такимъ образомъ, когда куски закаленной стали онъ отжигалъ въ промежутокъ времени отъ нѣсколькихъ часовъ до нѣсколькихъ дней, то онъ замѣтилъ, что, при раствореніи въ кислотахъ, тѣ изъ этихъ кусковъ давали болѣе углистый остатокъ, которые болѣе долгое время и при болѣе высокой температурѣ отжигались. Однажды отожженная сталь пріобрѣтаетъ вновь прежнія какъ физическія такъ и химическія свойства только послѣ

<sup>1)</sup> Comptes rendus, t. LVI, p. 43; janvier 1863.

закалки иковки. Но какъ-бы долго отжиганіе стали не продолжалось, въ ней все-таки остается нѣкоторое количество химически-соединеннаго углерода. Это подтвердилъ Каронъ изслѣдованіями надъ образчикомъ, который отжигался безпрерывно втеченіи пятнадцати дней и пятнадцати почей.

Теперь намъ слѣдуетъ опредѣлить существованіе химически-соединеннаго углерода собственно въ желѣзѣ.

Такъ называемый *зеркальный чугунокъ* (*fonte spéculaire, Spiegeleisen*) имѣетъ сильно кристаллическое сложеніе; изломъ его представляетъ цѣлую систему плоскостей спайности, столь-же блестящихъ какъ зеркало. Его часто находятъ окристаллованнымъ въ таблицы, равно какъ и въ болѣе крупные кристаллы, система которыхъ съ точностью не опредѣлена, но только большинство предполагаетъ, что они не относятся къ правильной системѣ. Изъ многихъ опубликованныхъ разложеній зеркальнаго чугуна видно, что углеродъ входитъ въ него въ количествѣ около 5 процентовъ, и, какъ кажется, онъ весь, или по крайней мѣрѣ весьма большою частью, находится въ химическомъ соединеніи. Это количество соответствуетъ приблизительно формулѣ  $Fe^4C$ , которая, будучи перечислена на процентный составъ, даетъ для желѣза величину въ 94.92 проц., а для углерода — 5.08 проц. Весьма многіе и дѣйствительно разматриваютъ зеркальный чугунокъ какъ опредѣленное химическое соединеніе. Въ противность этого мнѣнія можно указать на фактъ, что во всѣхъ анализахъ зеркальнаго чугуна мы встрѣчаемъ марганецъ, количество котораго рѣдко бываетъ менѣе 4 проц., а весьма часто и гораздо болѣе. Такимъ образомъ, разсуждая строго и принимая въ соображеніе все то химическое сходство, которое существуетъ между желѣзомъ и марганцемъ, формулу  $Fe^4C$  можно было-бы принять только тогда, когда количество марганца въ этомъ чугунокѣ весьма мало. Теперь слѣдуетъ обратиться къ вопросу, были-ли произведены разложенія такихъ образцовъ зеркальнаго чугуна, который, не содержа марганца, по составу подходилъ-бы къ вышеприведенной формулѣ? Мы тщетно искали подобныхъ разложеній; напротивъ того, во всѣхъ особенно характеристическихъ образцахъ зеркальнаго чугуна, всегда находили значительныя дозы марганца. Нѣкоторые металлурги не совсемъ согласны съ этимъ. Такимъ образомъ Бруно Керль <sup>1)</sup> приводитъ три образчика, изслѣдованныхъ Карстеномъ, въ которыхъ количество химически соединеннаго углерода простиралось отъ 4.121 до 5.112 проц., и въ этихъ анализахъ не упоминается о присутствіи даже и слѣдовъ марганца, между тѣмъ какъ Карстенъ, публикуя результаты этихъ разложеній, говоритъ, что онъ на марганецъ испытаній *не дѣлалъ* <sup>2)</sup>. Бруно Керль приводитъ также ана-

<sup>1)</sup> Metal. Huttenkunde, Bd. I, S. 769. 1861.

<sup>2)</sup> Eisenhüttenkunde, Bd. I, S. 592; 1841.

лизъ Шавгейтля, который нашелъ въ зеркальномъ чугуиѣ, не содержащемъ и слѣдовъ марганца, 5.80 проц. химически соединеннаго углерода; но намъ говорятъ, что образчикъ этотъ заключалъ въ себѣ 0.65 проц. сѣры, 1.86 проц. кремнія, 0.11 проц. глини, 4.05 проц. мышьяка и 0.87 проц. никели. Такой образчикъ, всякій самъ можетъ видѣть, никакъ не даетъ доказательства существованію опредѣленнаго соединенія  $Fe^4C$ . Зеркальный чугуиъ, который Шавгейтль, въ своемъ трактатѣ о стали, приводитъ какъ типъ этого рода чугуиовъ, имѣяъ, по его, слѣдующій составъ <sup>1)</sup>:

Желѣза . . . . .	88.961
Углерода . . . . .	5.440
Марганца . . . . .	4.003
Кремнія . . . . .	0.179
Азота . . . . .	1.200
Мѣди . . . . .	0.166
Олова . . . . .	0.116
	<hr/>
	100.065

Гурлтъ въ своей статьѣ о соединеніяхъ желѣза съ углеродомъ говоритъ, что весьма рѣдко соединеніе, подходящее къ формулѣ  $Fe^4C$  бываетъ совершенно чисто <sup>2)</sup>. Хотя при этомъ онъ и не говоритъ, что ему никогда не удавалось видѣть это соединеніе въ подобномъ состояніи, тѣмъ не менѣе мы съ достовѣрностью рѣшаемся утверждать, что онъ дѣйствительно никогда не встрѣчалъ подобнаго образца.

Бромейсъ нѣсколько лѣтъ тому назадъ писалъ, что, кромѣ углерода, другія вещества могли обусловливать кристаллическое состояніе зеркальнаго чугуна, и онъ говоритъ: «если во всѣхъ этихъ анализахъ мы вздумаемъ искать вещество, замѣщающее углеродъ, то мы найдемъ его только въ «огромной массѣ марганца, количество котораго въ нѣкоторыхъ изслѣдованныхъ нами образцахъ доходило до 7 процентовъ» <sup>3)</sup>. Прекрасный образчикъ цѣмцаго зеркальнаго чугуна, изслѣдованный Г. Тукей (Тоокеу), содержалъ 11.12 проц. марганца и 4.77 проц. углерода. Генри (Henry) въ зеркальномъ чугуиѣ, выпавленномъ изъ Франклинита Сѣверо-Американскихъ Штатовъ, нашелъ 11.50 проц. марганца и 6.90 проц. углерода. Рихтеръ, изъ Лобеня (Leoben), въ Штирии, открылъ въ зеркальномъ чугуиѣ изъ Яуербурга, въ Каринтіи, 7.578 проц. марганца и 1.902 проц. кремнія. Въ другомъ образцѣ изъ Терезіенталя, въ Богеміи, тотъ-же химикъ нашелъ 22.183 проц. марганца, 2.732 проц. кремнія, и только 2.311 проц. углерода. Магнитомъ онъ не притягивался и не осаждалъ мѣдь въ металличе-

<sup>1)</sup> Chemical Gazette, t. XIV, p. 230; 1856.

<sup>2)</sup> Technologische Encyklopedie. Precht. T. XV, S. 364; 1847.

<sup>3)</sup> Ann d. Chem. u. Pharm., Bd. XLIII, S. 246.

скомъ видѣ изъ среднихъ растворовъ хлористой ея соли ( $\text{CuCl}$ ), но переводилъ ее въ полухлористое соединеніе, которое и осаждалось <sup>1)</sup>.

Всѣ только что здѣсь приведенныя данныя заставляютъ отвергать существованіе опредѣленнаго твердаго соединенія состава:  $\text{Fe}^4\text{C}$ , но они кажутся позволяють предположить возможность соединенія, подходящаго къ формулѣ:  $(\text{Fe}, \text{Mn})^4\text{C}$ , или по крайней мѣрѣ соединенія, конституція котораго близко подходитъ къ этой формулѣ. Отношеніе между аями желѣза и марганца приблизительно 20:1. Мы выше сказали, что отвергаемъ существованіе *твердаго* химическаго соединенія потому, что не имѣетъ достаточно данныхъ, чтобы сказать то-же и о возможности его существованія въ жидкомъ видѣ. Если налить іодъ на раскаленную до красна въ фарфоровомъ тиглѣ желѣзную пластинку, то эти тѣла соединяются, и если это доведенное до ярко-краснаго каленія соединеніе охладить до температуры ниже краснаго каленія, то изъ него выдѣляется іодъ. Въ этомъ случаѣ, при красномъ каленіи какъ будто образуется двуіодистое желѣзо, которое существуетъ только при высокой температурѣ, потому что, при охлажденіи его, остается пластинчатая масса, которая есть ничто иное, какъ чистое одноіодистое желѣзо <sup>2)</sup>. Мы видѣли также выше, что когда чистое желѣзо находится при высокой температурѣ въ соприкосновеніи съ избыткомъ угля, то получается металлическое, относительно легкоплавкое вещество, которое содержитъ въ соединеніи, или просто въ растворѣ, отъ 4 до 5 проц. углерода, и что этотъ углеродъ, при отвердѣніи вещества можетъ изъ него выдѣлиться въ видѣ графита. Теперь, если мы вспомнимъ совершенную неплавкость углерода даже при самыхъ высокихъ температурахъ, какія мы только можемъ произвести, и въ высшей степени трудноплавкость чистаго желѣза, то мы безошибочно можемъ предположить, что оба вещества эти, когда они являются для образованія чугуна, столь легкоплавкаго въ сравненіи съ желѣзомъ, вступаютъ между собой въ химическое соединеніе.

Если на самомъ дѣлѣ это не такъ, то фактъ этотъ должно считать аномаліей изъ всѣхъ явленій химіи. Но допустимъ, что это такъ; въ такомъ случаѣ нѣтъ ничего невозможнаго, если химическое соединеніе желѣза и углерода будетъ служить растворяющимъ веществомъ для избытка углерода, и что въ этомъ случаѣ количество послѣдняго увеличивается съ повышеніемъ температуры. Это предположеніе пояснило-бы образованіе большой массы графита и часто въ видѣ весьма крупныхъ пластинокъ, какъ мы то часто можемъ наблюдать въ нашихъ доменныхъ печахъ. Тамъ, на нѣкоторомъ разстояніи отъ горна, гдѣ собирается чугунъ, температура несравненно выше, нежели въ

<sup>1)</sup> Berg. u. Hüttenmännisches Jahrbuch. G. Faller, XI, S. 293.

<sup>2)</sup> Wanklyn et L. Carius, An. de Chim et de Phys., 3-e série, t. LXIV; p. 484; 1862.

самомъ горѣ. Одно изъ главныхъ условій, какъ извѣстно, для образованія весьма сѣраго чугуна, или, другими словами, для чугуна, весьма богатого графитомъ, есть высокая температура; другое условіе, — это продолжительность соприкосновенія возстаповленнаго желѣза съ углеродистыми веществами. Такимъ образомъ, первое условіе влечетъ невольнo за собой болѣе или менѣе и второе.

Не смотря на весьма многія изслѣдованія, имѣвшія цѣлью соединенія желѣза съ углеродомъ, еще много по этому предмету остается темныхъ сторонъ, въ особенности что касается до желѣза, содержащаго графитъ. Легко можетъ быть, что, подобно тому, какъ Берцеліусъ это выразилъ разбирая нѣкоторыя изомерныя соединенія углерода и водорода и пр., углеродъ существуетъ въ желѣзѣ въ двухъ формахъ, въ видѣ графитовиднаго и аморфнаго, или, какъ онъ обозначаетъ, въ видѣ  $C\beta$  и  $C\gamma$  <sup>1)</sup>, и что при весьма высокихъ температурахъ образуется это первое состояніе. Тѣмъ не менѣе мы не замѣтили въ зеркальномъ чугунѣ, послѣ переплавки его подъ толченымъ стекломъ, при температурѣ, достаточной даже для расплавленія желѣза, ни малѣйшаго выдѣленія графита или значительнаго измѣненія въ наружномъ видѣ самого металла. И хотя Гуритъ и говоритъ, что бѣлый чугунъ можетъ быть обращенъ въ сѣрый, съ выдѣленіемъ графита, если его подвергнуть температурѣ, гораздо выше той, какая требуется для его расплавленія, и что даже при подобныхъ обстоятельствахъ и половинчатый чугунъ обращается въ сѣрый <sup>2)</sup>, мы все-таки вполне увѣрены, что въ нашемъ опытѣ, зеркальный чугунъ, нагрѣтый до температуры, несравненно болѣе высокой точки его плавленія, совершенно не измѣнилъ своихъ свойствъ.

Допустивъ однажды возможность существованія углерода въ желѣзѣ въ видѣ двухъ состояній, аморфнаго и графитовиднаго, прежде всего необходимо рѣшить вопросъ, возможенъ-ли переходъ графитовиднаго углерода въ аморфный? Мы знаемъ, что этотъ послѣдній дѣйствіемъ сильнаго жара можетъ быть переведенъ въ графитовидное отлчіе. Для рѣшенія-же предложеннаго нами вопроса слѣдуетъ подвергать дѣйствию различныхъ температуръ смѣси чистаго желѣза съ графитомъ.

Бертъ думалъ найти опредѣленное соединеніе желѣза съ углеродомъ, соответствующее формулѣ  $FeC$  <sup>3)</sup>. Онъ настаивалъ куски литой стали, величиною отъ 0.75 до 1 дюйма, въ водѣ, смѣшанной съ бромомъ или іодомъ, въ количествѣ, недостаточномъ для растворенія всего желѣза. Когда, по истеченіи нѣсколькихъ дней, т. е. въ то время, когда бромъ и іодъ были

<sup>1)</sup> *Traité*, t. I, p. 264.

<sup>2)</sup> *Chemical Gazette*, t. XIV, p. 234; 1856.

<sup>3)</sup> *Ann. des mines*, 3 série, t. III, p. 229.



почти уже совершенно насыщены, жидкость слили, то лежащія на днѣ сосуда стальные пластинки, съ перваго взгляда, представлялись не измѣнившимися; но при ближайшемъ разсмотрѣніи оказалось, что растворъ на нихъ сильно подѣйствовалъ. Хотя онѣ и оставались еще неразрушенными, тѣмъ не менѣе между пальцами онѣ ломались столь-же легко, какъ и кусочки угля. Онѣ были плотны, съ мелкозернистымъ изломомъ, подобнымъ стали, и черносѣраго цвѣта; онѣ давали на бумагѣ сѣрую черту, подобно карандашу. Когда ихъ скоблили ножомъ, то въ нихъ осталась острая, на подобіе иглы часть;— это была сталь, на которую растворъ не успѣлъ подѣйствовать. При новой обработкѣ бромомъ или іодомъ тѣхъ частей, на которыхъ уже и въ первый разъ обнаружилось дѣйствіе этихъ тѣлъ, онѣ растворялись, оставляя въ остаткѣ чистый углеродъ. А такъ какъ въ растворъ при этомъ переходило чистое желѣзо, то слѣдовательно обрабатываемое на этотъ разъ вещество было ничто иное какъ углеродистое желѣзо. Анализъ-же этого соединенія весьма точно показалъ, что оно состоитъ ровно изъ одного атома того и другаго тѣла, или изъ 81.7 проц. желѣза и 18.3 проц. углерода. Соединеніе это растворимо въ бромѣ, іодѣ и хлористоводородной кислотѣ, но если, вмѣстѣ съ нимъ, положить туда и желѣзо, то послѣднее начинаеть растворяться раньше его и тѣмъ его предохраняеть отъ растворенія. И такъ, при обработкѣ стали бромомъ или іодомъ, она мало по малу превращается въ  $\text{FeC}$ ; это превращеніе идетъ постепенно отъ поверхности къ центру, путемъ цементованія, и до тѣхъ поръ, пока въ массѣ взятой для опыта стали, остается хотя малѣйшая частица, на которую-бы бромъ или іодъ еще не успѣли подѣйствовать, соединеніе это постоянно содержитъ въ себѣ одинъ атомъ желѣза на одинъ атомъ углерода, даже на самой поверхности. Но едва послѣдніе слѣды стали растворяются, это углеродистое соединеніе само уступаетъ дѣйствію на него брома или іода, выдѣляетъ имъ все свое желѣзо и превращается въ чистый углеродъ, если только растворяющее вещество было взято въ достаточномъ количествѣ.

Сколько намъ извѣстно, эти наблюденія Бертье не были еще никѣмъ повѣрены, а одного подобнаго опыта весьма мало, чтобы результаты его считать вполне удовлетворительными. Фактъ, что нерастворимый остатокъ подходилъ по составу къ формулѣ  $\text{FeC}$  могъ быть и просто случайностью; и къ тому-же не было изслѣдовано даже въ этомъ одномъ случаѣ, имѣлъ-ли этотъ нерастворимый остатокъ по всей своей массѣ одинаковый составъ, а наконецъ если-бы это, и было доказано, то все-таки нельзя утверждать, что соединеніе это существуетъ въ массѣ стали постоянно и до ея растворенія. Каронъ тщетно старался получить соединеніе, описанное Бертье, растворяя сталь бромомъ или іодомъ. Въ каждомъ опытѣ получаемое соединеніе имѣло различный составъ, который зависѣлъ не только что отъ при-

роды растворяющаго вещества и свойствъ самой стали, но даже и отъ величины кусковъ послѣдней. По этому Каронъ и заключаетъ, что то, что Вертье принялъ за химическое соединеніе, на самомъ дѣлѣ есть простая смѣсь углерода съ металломъ, въ которой этотъ послѣдній былъ механически предохраняемъ отъ растворяющаго дѣйствія <sup>1)</sup>).

Берцелиусъ предполагаетъ еще два соединенія углерода съ желѣзомъ, составъ которыхъ соотвѣтствуетъ формуламъ  $\text{FeC}^2$  и  $\text{Fe}^2\text{C}^3$  <sup>2)</sup>). Какъ лучшей способъ для полученія перваго изъ этихъ соединеній въ совершенно чистомъ состояніи, онъ рекомендуетъ перегонку въ ретортѣ желѣзисто-синеродистаго аммонія. Въ началѣ операціи въ приемникъ переходятъ синеродистый аммоній и вода, а затѣмъ отдѣляется азотъ. Если, при концѣ операціи, остающееся въ ретортѣ углеродистое желѣзо нагрѣто до красна, оно загорается и горитъ весьма короткое впрочемъ время, подобно тому какъ въ атмосферѣ кислорода. Если-бы во время опыта часть синеродистаго желѣза и осталась-бы неразложенною, то она необходимо разложится при этомъ сильномъ повышеніи температуры и азотъ быстро выдѣлится изъ нея. Берцелиусъ утверждаетъ, что это явленіе свѣта вполне сходно съ подобнымъ-же явленіемъ при накалываніи водной желѣзной окиси, и зависитъ будто-бы оттого, что углеродистое желѣзо изъ одного изомернаго соединенія переходитъ въ другое. Полученное этимъ путемъ углеродистое желѣзо описано какъ порошокъ чернаго цвѣта, который при легкомъ нагрѣваніи загорается и продолжаетъ горѣть какъ трутъ, оставляя окись желѣза, вѣсъ которой совершенно равенъ его собственному вѣсу. Соединеніе  $\text{Fe}^2\text{C}^3$  приготавливаютъ, накаливая совершенно подобнымъ-же образомъ чистую берлинскую лазурь; вода, небольшое количество синеродистаго аммонія и весьма большое количество углекислаго амміака переходятъ въ приемникъ, а въ ретортѣ остается углеродистое желѣзо, которое производитъ совершенно то-же явленіе воспламенѣнія, какъ и выше нами описанное. Либихъ и Жераръ <sup>3)</sup> одинаково предполагаютъ, что получаемые въ обоихъ этихъ случаяхъ остатки суть углеродистыя соединенія желѣза, но другіе химики въ нихъ видятъ не болѣе какъ смѣсь углерода и слегка обуглероженнаго желѣза. Робике, раздѣляющій это послѣднее мнѣніе, въ доказательство ему приводитъ способность этихъ веществъ притягиваться магнитомъ и легко ржавѣть на воздухѣ, и то, что кислоты изъ нихъ легко извлекаютъ желѣзо <sup>4)</sup>; впрочемъ эти доказательства не достаточно убѣдительны. Явленіе свѣта достойно особеннаго вниманія, и легко можетъ быть, что азотъ въ немъ играетъ не послѣднюю роль, такъ какъ Велеръ

<sup>1)</sup> Comptes rendus, t. LVI, p. 44; janvier 1863.

<sup>2)</sup> Traité, t. II, p. 692. См. также изданіе 1831 г., t. III, p. 270.

<sup>3)</sup> Traité de Chim. organ., t. I, p. 157; 1840. Traité de Chim. organ., t. I, p. 326; 1853.

<sup>4)</sup> Berthier, Traité, t. II, p. 209.

доказалъ, что напр. титанъ горитъ въ атмосферѣ этого газа съ большимъ отдѣленіемъ свѣта. Во всякомъ случаѣ все только что нами описанныя, такъ называемыя углеродистыя соединенія желѣза требуютъ и вполнѣ заслуживаютъ дальнѣйшихъ изслѣдованій; особенно важно обратить въ нихъ вниманіе на отысканіе азота.

Изъ изысканій Карстена надъ дѣйствіемъ кислотъ на нѣкоторые образцы углеродистаго желѣза вывели заключеніе, что существуетъ въ нерастворимомъ остаткѣ совершенно опредѣленное соединеніе углерода съ желѣзомъ состава  $\text{FeC}^3$  и это соединеніе часто даже было описано въ учебникахъ химіи и металлургіи <sup>1)</sup>. Самъ Карстенъ однако находить все приводимыя по этому поводу доказательства не достаточно убѣдительными, чтобы вполнѣ согласиться съ ними. Бромейсъ также заявляетъ, что растворяющимъ дѣйствіемъ кислотъ, ему никогда не удавалось получить опредѣленныхъ соединеній желѣза съ углеродомъ.

Гурлтъ считаетъ вполнѣ доказаннымъ существованіе двухъ изслѣдованныхъ имъ будто-бы углеродистыхъ соединеній желѣза; одно изъ нихъ имѣетъ составъ  $\text{Fe}^4\text{C}$ , а другое —  $\text{Fe}^8\text{C}$  <sup>2)</sup>. Это послѣднее отличается отъ перваго не только химическимъ составомъ, но и кристаллическою формою и другими физическими свойствами. Оба эти соединенія встрѣчаются въ кристаллахъ правильной системы, состоящихъ изъ скученныхъ октаэдровъ, плоскости которыхъ не всегда вполнѣ хорошо опредѣлены, но углы которыхъ совершенно явственны. Онъ изслѣдовалъ составъ кристаллическаго чугуна изъ Глейвитца, въ Верхней Силезіи, взятаго отъ чугуноной пушки. Вотъ результаты его анализа:

Углерода соединеннаго . . . . .	2.46
Графита . . . . .	2.84
Кремнія . . . . .	0.26
Желѣза . . . . .	94.20
Свры и фосфора . . . . .	слѣды.
	<hr/>
	99.76

Онъ допускаетъ, что часть соединеннаго графита замѣщена кремніемъ, такъ что составъ этого соединенія должно обозначить слѣдующими формулами:

$\text{Fe}^8\text{C}$ . . . . .	94.008
$\text{Fe}^8\text{Si}$ . . . . .	2.920
Графита . . . . .	2.840
	<hr/>
	99.768

<sup>1)</sup> Gmelin, Manuel, t. V, p. 203.

<sup>2)</sup> Chemical Gazette, t. XIV, p. 230; 1836.

«Въ этихъ соединеніяхъ отношеніе углерода къ желѣзу есть 1:37.3, а «отношеніе кремнія къ желѣзу—1:10.0, что весьма близко подходитъ къ составу, выведенному чрезъ вычисленіе, а такъ какъ здѣсь  $\text{Fe}^{\text{e}}\text{C}$ , сильно преобладаетъ, то все это соединеніе и должно разсматривать какъ углеродистое желѣзо».

Гурлтъ описываетъ свойства его слѣдующимъ образомъ: уд. вѣсъ=7.15; цвѣтъ желѣзно-сѣрый; не такъ твердо, менѣе ломко и не такъ легкоплавко какъ  $\text{Fe}^{\text{e}}\text{C}$ ; при ударѣ молоткомъ оно принимаетъ впечатлѣніе. Его часто находятъ въ пустотахъ, попадающихся въ большихъ массахъ литаго чугуна, какъ напримѣръ, въ прокатныхъ валкахъ, въ пушкахъ и пр. Кристаллы его представляются обыкновенно въ видѣ пирамидъ, съ легкою радужною поблѣжалостью. Гурлтъ прибавляетъ, что «эти кристаллы не должно смѣшивать съ кристаллами желѣза, образующимися иногда при пудлингованіи «и рафинированіи, потому что эти послѣдніе не содержатъ углерода и представляются на столько свободными отъ всякихъ постороннихъ примѣсей, что ихъ можно считать почти химически чистымъ желѣзомъ».

Таковы, по мнѣнію Гурлта, доказательства существованія  $\text{Fe}^{\text{e}}\text{C}$ . Но мы знаемъ, что желѣзо кристаллизуется само по себѣ въ кристаллы правильной системы, съ другой стороны, намъ также извѣстно, что постороннія примѣси, даже въ значительномъ количествѣ въ какомъ-нибудь тѣлѣ, не всегда мѣшаютъ ему принимать характерную для него кристаллическую форму даже еще и болѣе совершенно выполненную. Какимъ-же образомъ доказать теперь, что эти кристаллы  $\text{Fe}^{\text{e}}\text{C}$  другіе, нежели кристаллы простаго желѣза пропущаго графитомъ? Никакого доказательства по этому поводу сдѣлано не было, а потому мы и не рѣшаемся за вѣрное принять существованіе этого соединенія, хотя, въ то-же время и не отвергаемъ возможности его. Въ раковинѣ одного колеса, отлитаго изъ половинчатаго чугуна, Карпаль нашелъ мелкозернистыя, октаэдрическіе кристаллы, составъ которыхъ былъ тотъ-же, какъ и окружающаго ихъ металла <sup>1)</sup>. Гаусманъ говоритъ, что въ бѣломъ чугунѣ, если его подвергнуть продолжительному дѣйствию высокой температуры, образуются совершенно такіе-же кристаллы какъ и въ сѣромъ чугунѣ, и что послѣ этой обработки чугуны во всей массѣ имѣли одинаковой красноватый и пластичатый изломъ, подобный тому, какой получается, при подобныхъ-же обстоятельствахъ, въ ковкомъ желѣзѣ <sup>2)</sup>.

Въ заключеніе Гурлтъ выводитъ, что сѣрый чугуны есть ничто иное какъ  $\text{Fe}^{\text{e}}\text{C}$ , перемѣшанное съ графитомъ; что зеркальный чугуны, т. е. чугуны съ наибольшимъ содержаніемъ химически соединеннаго углерода, есть

<sup>1)</sup> L. u. K. Jahresh., 1859, S. 202. 1859.

<sup>2)</sup> L. u. K. Jahresh., 1859, S. 189. 1858.

$\text{Fe}^4\text{C}$ , и наконецъ, что половинчатый чугуны представляетъ собою смѣсь обоихъ этихъ соединений. По его мнѣнію,  $\text{Fe}^4\text{C}$ , образующееся при температурѣ, относительно низкой, разлагается при высокихъ температурахъ на  $\text{Fe}^3\text{C}$  и графитъ, и поэтому онъ заключаетъ, что по всей вѣроятности это послѣднее соединеніе есть постоянно продуктъ разложенія перваго. Но при всемъ этомъ должно замѣтить, что до сихъ поръ мы не имѣемъ ни малѣйшихъ доказательствъ существованія отдѣльно  $\text{Fe}^3\text{C}$  въ чистомъ видѣ, а что касается до превращенія содержащаго марганецъ зеркальнаго чугуна въ сѣрый чугуны при накаливаніи его до температуры, гораздо высшей степени его плавленія, то и этотъ фактъ требуетъ еще подтвержденія. Легко можетъ быть, что намъ не удавалось довести и поддерживать достаточное время зеркальный чугуны при надлежащей температурѣ, такъ какъ Гурлтъ увѣряетъ, что разложеніе въ этомъ случаѣ можетъ быть и неполное, если высокую температуру поддерживать не достаточно долго; но намъ не кажется это вполне вѣроятнымъ. Если считать мнѣніе Гурлта вполне доказаннымъ, то должно принять, что даже въ расплавленномъ чугуны углеродъ находится въ двухъ видоизмѣненіяхъ, въ видѣ аморфномъ и графитовидномъ, иначе трудно рѣшить, какимъ образомъ выдѣлялся-бы графитъ изъ зеркальнаго чугуна во время его охлажденія, послѣ того, какъ онъ былъ доведенъ до температуры, высшей точки его плавленія, тогда какъ при температурѣ плавленія его, или немного ниже, выдѣленія этого не происходитъ. Теорія Гурлта, нѣтъ сомнѣнія, имѣетъ достоинства по своей простотѣ; дѣйствительно, въ ней разность температуръ объясняетъ все; но, чтобы имѣть положительную цѣну, въ ней эта простота должна опираться на правду. Вотъ этого-то мы и не можемъ сказать о только что приведенной теоріи, которая, кромѣ того, представляетъ и весьма мало оригинальнаго, потому что въ большинствѣ существенныхъ пунктовъ она сходится съ теоріей Карстена, за долго до нея сложившейся.

Гурлтъ сопровождаетъ свою статью о составѣ соединеній углерода съ желѣзомъ цѣлымъ рядомъ разложеній всевозможныхъ отличій чугуна, съ цѣлю вывести изъ нихъ рациональныя соединенія. Первый рядъ приведенныхъ имъ анализовъ есть разложеніе зеркальнаго чугуна, выплавленного изъ шпатоватыхъ рудъ, сдѣланное Карстеномъ. Вотъ результаты его 1):

Углерода . . . . . 5.112	} $\text{Fe}^4\text{C}$	{	$\text{Fe}$ . . . . . 94.188	} 99.300
Сѣры . . . . . 0.001			{	
Желѣза . . . . . 94.887	} $\text{Fe}^3\text{S}$	{	$\text{Fe}$ . . . . . 0.014	} 0.015
Мѣди . . . . . Слѣды.			{	
100.000		99.315		

1) Chemical Gazette, t. XIV, p. 235

Читатель можетъ самъ судить, сравнивъ эти цифры съ точной копией результатовъ Карстена, на сколько онѣ вѣрно заимствованы <sup>1)</sup>.

Мѣсто полу- ченія.	Углеродъ.			Сѣра.	Фос- форъ.	Кремній.	Марга- нецъ.	Мѣдь.
	графито- видный.	соеди- ненный.	сумма.					
9. Заводъ Сай- неръ. . . . .	+ +	5.1117	5.1117	0.001	+	+	+	+

Знакъ + обозначаетъ, что вещество не было розыскиваемо, а ++ выражаетъ, что его искали тщетно. Изъ этого видно, что 94.887 проц. желѣза есть простое предположеніе Г. Гурлта и что на марганецъ Карстенъ даже и не дѣлалъ пробы. Дальнѣйшія поясненія мы считаемъ излишними. Для подтвержденія своихъ взглядовъ, Гурлтъ приводитъ результаты анализовъ шотландскихъ чугуновъ. Для растворенія онъ употреблялъ хлористое серебро и получалъ нерастворимый остатокъ, состоявшій изъ серебра, графита, углерода и кремнезема <sup>2)</sup>. Опредѣливъ вѣсъ этого остатка, онъ кипятилъ часть его съ ѣдкимъ кали, который растворялъ кремнеземъ и *химически соединенный углеродъ*. Этотъ послѣдній былъ опредѣленъ по разности. Такимъ образомъ, въ его анализахъ мы встрѣчаемъ фактъ растворимости чистаго углерода, фактъ, который представляетъ собою курьозную новость для химіи. Но на самомъ дѣлѣ, какъ мы это своевременно докажемъ, то что Гурлтъ принималъ за чистый углеродъ, былъ вовсе не онъ; такимъ образомъ результаты анализовъ Гурлта положительно ошибочны.

Изъ всего, что до сихъ поръ было сказано, читателю не трудно понять сколь ограничены наши свѣдѣнія о состояніи углерода въ чугуны и объ условіяхъ опредѣляющихъ это состояніе. Выводы, сдѣланные по этому предмету Карстеномъ и другими химиками намъ кажутся недостаточными, тѣмъ болѣе, что данныя, на которыхъ они обыкновенно основываются вытекаютъ изъ наблюденій и опытовъ надъ продажнымъ углеродистымъ желѣзомъ, которое лишь въ самыхъ рѣдкихъ случаяхъ состоитъ исключительно изъ желѣза и углерода, но большею частью содержитъ еще кромѣ того и другіе элементы, какъ-то сѣру, фосфоръ и кремній. Что присутствіе этихъ веществъ, по-рознь или вмѣстѣ, не остается безъ вліянія, мы это докажемъ.

<sup>1)</sup> Eisenhüttenkunde, Bd. I, S. 592.

<sup>2)</sup> Chemical Gazette, t. XIV, p. 259.

Производя наблюденія лишь надъ чистымъ желѣзомъ и надъ чистымъ углеродомъ, можно еще надѣяться получить безошибочные результаты, и только тѣ, кто занимался изслѣдованіями въ этомъ отношеніи, могутъ понять все трудности, съ которыми они сопряжены. Къ счастью нѣтъ достаточнаго повода думать, чтобы достигнуть ихъ было уже совершенно невозможно. Мы обратимъ въ особенности вниманіе читателя, желающаго разрѣшить столь полезные металлургическіе вопросы на тѣ обстоятельства, которыя связаны съ соединеніями желѣза и углерода.

По мнѣнію Карстена, температура въ этомъ отношеніи есть все. Нѣтъ сомнѣнія, что она имѣетъ громадное вліяніе на состояніе углерода въ желѣзѣ, но прежде, чѣмъ приписать ей, подобно Карстену, исключительное въ этомъ отношеніи вліяніе, необходимо глубже рассмотреть этотъ вопросъ. Мы стараемся въ короткихъ словахъ передать здѣсь выводы по этому предмету Карстена, дополняя ихъ нашими собственными заключеніями и стараясь по возможности сохранить даже слова, которыми авторъ ихъ выражаетъ <sup>1)</sup>.

Если дать весьма медленно охладиться расплавленному бѣлому чугуну, то онъ не перейдетъ въ состояніе сѣраго чугуна, если температура, при которой онъ былъ расплавленъ, не превосходила *значительно* точку его плавленія. По этому, вмѣстѣ съ способомъ охлажденія, и самая температура плавленія имѣетъ вліяніе на образованіе бѣлаго, половницатаго и сѣраго чугуна. Одно отличіе бѣлаго чугуна, которому нѣмцы придаютъ названіе *luckige Floss*, равно какъ и очень богатая углеродомъ сталь, могутъ, подобно бѣлому чугуну, перейти въ сѣрый чугунъ, если ихъ расплавить при очень высокой температурѣ въ глиняномъ тиглѣ и за тѣмъ по возможности осторожно и медленно охладить. Если же температура плавленія была достаточно высока, то сѣраго чугуна не получается, а образуется нѣкоторое количество многоуглеродистаго желѣза, составъ котораго неизвѣстенъ и которое растворяется въ массѣ остальнаго желѣза, относительно чистаго, или, вѣрнѣе, содержащаго мало углерода. Въ этомъ случаѣ въ массѣ не образуется несоединеннаго или графитовиднаго углерода, но, напротивъ того, послѣдній соединяется, хотя и съ небольшою, относительно, частью желѣза для образованія только что поименованнаго многоуглеродистаго соединенія. Подобное-же многоуглеродистое желѣзо, хотя и въ меньшемъ количествѣ, образуется также при простомъ накаиваніи до красна и медленномъ охлажденіи; но въ этомъ случаѣ, во всей массѣ желѣза остается все-таки болѣе несоединеннаго углерода, нежели послѣ плавленія. Вотъ почему закаленная сталь становится тѣмъ мягче, чѣмъ сильнѣе и дольше подвергалась она накаиванію. Бѣлый чугунъ, обладающій изломомъ, характеристическимъ для зер-

<sup>1)</sup> Eisenhüttenkunde, Bd. I, S. 577; 1841.

кальнаго его отличія, накаленный до красна и совершенно охлажденный безъ доступа воздуха, не переходитъ въ мягкій сѣрый чугунокъ, содержащій многоуглеродистое желѣзо, потому что онъ представляетъ собою нейтральное соединеніе, въ которомъ желѣзо и углеродъ другъ друга взаимно насыщаютъ. По этому для обращенія его въ сѣрый чугунокъ потребна температура, несравненно высшая той, какая необходима для расплавленія бѣлаго чугуна.

Напротивъ того, если хотятъ увеличить твердость мягкой стали или полосоваго желѣза, содержащихъ значительное количество углерода, быстрымъ пониженіемъ температуры послѣ накалыванія, то для этого, чѣмъ меньше содержитъ желѣзо углерода, тѣмъ сильнѣе и быстрѣе должно быть накалываніе, чтобы чрезъ то, при быстромъ охлажденіи, достигнуть возможно большей разницы въ температурахъ. Въ желѣзѣ, съ большимъ содержаніемъ углерода, тѣ же результаты достигаются проще и скорѣе. При подобной обработкѣ сѣраго чугуна, несоединенный углеродъ положительно не играетъ никакой роли, и твердость чугуна, зависящая вполнѣ отъ химически соединеннаго углерода, слѣдовательно, будетъ тѣмъ больше, чѣмъ большее количество углерода, при быстромъ охлажденіи, успѣетъ вступить въ соединеніе съ желѣзомъ. Если накалывать продолжительное время богатый графитомъ сѣрый чугунокъ, при температурѣ, хотя и весьма высокой, но недостаточной для его плавленія, то онъ становится весьма мягкимъ, но если, послѣ подобнаго же накалыванія, его быстро охладить, то онъ дѣлается весьма твердымъ и становится гораздо бѣлѣе. При медленномъ охлажденіи, онъ остается мягкимъ, не смотря на то, что содержитъ много многоуглеродистаго желѣза и мало графита. Подобнаго результата нельзя достигнуть при быстромъ накалываніи до красна. Въ этомъ случаѣ графитъ или углеродистое желѣзо играютъ ту же роль какъ углеродъ при обращеніи желѣза въ сталь процессомъ цементованія. Если хотятъ сѣрый чугунокъ превратить чрезъ быстрое охлажденіе въ бѣлый, то не должно его доводить до температуры, значительно вышей точки его плавленія. Чѣмъ болѣе содержитъ чугунокъ графита, тѣмъ быстрѣе совершается его преобразование, чрезъ быстрое пониженіе температуры. Сѣрый чугунокъ, содержащій мало графита, преобразовывается подобнымъ процессомъ весьма трудно, по той причинѣ, что этотъ родъ чугуна для расплавленія своего требуетъ весьма высокой температуры, а слѣдовательно и быстрое и полнѣйшее охлажденіе его не такъ легко можетъ быть достигнуто.

Эта теорія Карстена весьма остроумна, но она основывается между прочимъ на существованіи многоуглеродистаго желѣза, которое не могло быть ни отдѣлено отъ чугуна ни получено какимъ нибудь другимъ путемъ искусственно, и составъ котораго весьма сомнителенъ. Никто, по нашему мнѣнію, не можетъ сомнѣваться въ томъ, что желѣзо и углеродъ способны между собой вступать въ химическое соединеніе; а если это такъ, и если



теорія пайныхъ отношеній справедлива, то необходимо допустить, что существуетъ совершенно опредѣленное соединеніе этихъ элементовъ, и даже, что этихъ соединеній можетъ быть нѣсколько, и что они способны растворять желѣзо или сами растворяться въ немъ. Правда, что точка плавленія совершенно чистаго желѣза лежитъ несравненно выше точки плавленія этого металла съ значительнымъ содержаніемъ углерода; но тѣмъ не менѣе нѣтъ основанія допустить, чтобы чрезъ то растворимость вышенаименованныхъ углеродистыхъ соединеній желѣза и самого металлическаго желѣза нарушалась.

Такъ напр., мы знаемъ, что ртуть, жидкая даже при обыкновенной температурѣ, весьма легко растворяетъ въ себѣ золото, серебро и мѣдь; не смотря на то, что точка плавленія ея и этихъ металловъ удалены другъ отъ друга несравненно даже болѣе чѣмъ точка плавленія чистаго и углеродистаго желѣза. Подобнымъ-же образомъ расплавленный свинецъ весьма легко растворяетъ въ себѣ серебро, и еще можно привести много подобныхъ примѣровъ. Во всѣхъ этихъ случаяхъ, кромѣ простаго растворенія, является также и химическое дѣйствіе. Тотчасъ-же образуются совершенно опредѣленные химическія соединенія или сплавы, которые и растворяются въ избыткѣ ртути, или расплавленнаго свинца. На это можно-бы возразить, что углеродистое желѣзо не есть металлъ или сплавъ, а металлическое соединеніе, но, вспомянувъ обыкновенныя явленія растворенія, мы должны придать весьма слабое значеніе этому возраженію.

Всѣ здѣсь нами собранные факты и мнѣнія, на счетъ образа нахождения углерода въ желѣзѣ, могутъ быть въ общихъ чертахъ выражены слѣдующимъ образомъ:

Углеродъ, въ чистомъ расплавленномъ чугунѣ, находится въ такомъ состояніи; что онъ, при отвердѣніи послѣдняго, выдѣляется весь, или почти весь въ видѣ графита. Доказательства тому, подтвержденныя химическимъ анализомъ, будутъ нами приведены ниже. При раствореніи въ кислотахъ чугуна, графитъ остается нераствореннымъ, часто въ видѣ довольно крупныхъ пластинокъ. Но, при предположеніи, что углеродъ, и въ этомъ аллотропическомъ состояніи, можетъ вступать въ соединеніе съ желѣзомъ, невольно рождается вопросъ, точно-ли выдѣленіе графита при раствореніи чугуна въ кислотахъ, есть неоспоримое доказательство того, что углеродъ даже и небольшою частью не находится въ твердой массѣ металла въ видѣ химическаго соединенія? Фактъ выдѣленія графита не подлежитъ сомнѣнію, хотя, какъ это между прочимъ подтверждаютъ и многократныя изслѣдованія Г. Перси, выдѣлившійся при раствореніи чугуна графитъ, постоянно содержитъ въ себѣ нѣкоторое количество желѣза, отдѣлить которое кислотами весьма трудно. Съ другой стороны, рассматривая изломъ богатаго графитомъ чугуна, почти по всей массѣ его можно замѣтить графитовый блескъ, хотя, между про-

чимъ, механически, напр. кончикомъ перочиннаго ножа, ни откуда нельзя достать пластины графита.

Въ расплавленномъ чугуиъ, богатомъ графитомъ, углеродъ находится или въ видѣ соединенія, или въ растворѣ.

Высокая температура, какъ кажется, есть необходимое условіе для образованія богатаго графитомъ желѣза.

Медленное охлажденіе послѣ плавленія благоприятствуетъ выдѣленію графита въ видѣ листочковъ или пластинокъ. Допуская, что углеродъ находится въ видѣ графита въ расплавленномъ сѣромъ чугуиъ, и предполагая, что этотъ чугуиъ, при быстромъ охлажденіи, можетъ перейти въ бѣлое видоизмѣненіе (что, между прочимъ, не было испытано надъ совершенно чистымъ чугуномъ, т. е. состоящимъ исключительно изъ желѣза и углерода), слѣдуетъ допустить, что этотъ бѣлый чугуиъ составляетъ собою особую разность.

Углеродъ находится въ расплавленномъ чугуиъ или стали въ такомъ состояніи, что быстрое охлажденіе этихъ металловъ обуславливаетъ собою въ нихъ тѣ свойства, которыми мы характеризуемъ бѣлый чугуиъ, и дѣлаетъ невозможнымъ обнаруженіе графита при раствореніи этихъ металловъ въ кислотахъ. Это отличіе чугуна образуется, какъ увѣряютъ, при температурахъ болѣе низкихъ, нежели сѣрый богатый графитомъ чугуиъ. Мы не смѣемъ слишкомъ сильно стоять за справедливость всего вышесказаннаго, такъ какъ всѣ эти выводы не были подтверждены опытами надъ металломъ, состоящимъ изъ чистаго желѣза и чистаго углерода. Если-же мы допустимъ, что все вышесказанное справедливо, что можетъ быть доказано впоследствии, то надобно допустить, что углеродъ въ твердомъ желѣзѣ находится или въ видѣ механической примѣси, или химическаго соединенія, или, по Карстену, въ видѣ химическаго соединенія только съ весьма небольшою частью желѣза, которое при этомъ имѣетъ совершенно опредѣленный, но неизвѣстный составъ (Polycarburet) и находится раствореннымъ въ остальной массѣ металла, вовсе не содержащаго углерода, или содержащаго его весьма немного.

Медленное застываніе при относительно низкой температурѣ, по словамъ того-же автора, есть наиболѣе благоприятное условіе для образованія и выдѣленія этого, такъ называемаго многоуглеродистаго желѣза, подобно тому, какъ медленное застываніе при относительно высокой температурѣ способствуетъ выдѣленію графитовиднаго углерода въ сѣромъ чугуиъ. Такимъ образомъ выходитъ, что желѣзо, въ свободномъ состояніи, можетъ соединяться съ этимъ многоуглеродистымъ желѣзомъ и образовать съ нимъ совершенно однородный сплавъ, при условіи однако, чтобы металлъ послѣ плавленія былъ быстро охлаждаемъ; наоборотъ, вторичное нагрѣваніе этого соединенія и медленное его охлажденіе разрушаетъ это соединеніе и дѣлаетъ многоуглеродистое желѣзо свободнымъ.

Углеродъ въ этомъ отличіи чугуна, какъ полагаютъ, находится въ аморфномъ состояніи, но при весьма возвышенной температурѣ онъ можетъ перейти въ состояніе графитовидное. Мы съ цѣлью употребили сейчасъ выраженіе какъ полагаютъ, такъ какъ при современномъ положеніи нашей науки трудно въ этомъ отношеніи сказать что нибудь совершенно определенное.

Если углеродъ въ расплавленномъ сѣромъ чугуиѣ находится въ состояніи графита, то мы не можемъ еще ничего сказать, можетъ-ли онъ, при какихъ нибудь условіяхъ, перейти въ состояніе аморфное.

Слѣдующія изслѣдованія Карстена, по поводу разбираемыхъ нами теперь вопросовъ, вполне заслуживаютъ вниманія практическихъ людей <sup>1)</sup>.

Если температуру расплавленного сѣраго чугуна довести до точки, значительно высшей точки его плавленія, и затѣмъ вылить его въ форму, приготовленную изъ матеріала, дурно-проводящаго теплоту, то изломъ полученнаго по охлажденіи куска представляется по виду совершенно однороднымъ. Тѣмъ не менѣе, Карстенъ, цѣлымъ рядомъ многочисленныхъ опытовъ убѣдился въ томъ, что ядро такого куска постоянно бываетъ болѣе богато графитомъ, нежели его поверхность. Онъ объясняетъ явленіе этой разности тѣмъ, что въ этомъ случаѣ многоуглеродистое желѣзо (Polycarburet) не по всей массѣ чугуна имѣетъ одинаковый составъ. Металлъ, находящійся на поверхности, кромѣ графита, содержитъ еще то многоуглеродистое желѣзо, которое свойственно бѣлому чугуну и закаленной стали, тогда какъ многоуглеродистое желѣзо, распространенное во внутреннихъ слояхъ металла, болѣе богато углеродомъ и по составу подходитъ къ тому видоизмѣненію, которое присуще отожженному бѣлому чугуну и мягкой стали. По мнѣнію Карстена, въ расплавленномъ состояніи чугуиѣ представляетъ собой совершенно однородное химическое соединеніе, а измѣненіе въ его составѣ при охлажденіи, объясняетъ онъ тѣмъ, что внутри образовавшагося при этомъ слитка, нагрѣтое состояніе поддерживалось относительно дольше, нежели въ наружныхъ слояхъ. Этимъ-же обстоятельствомъ объясняетъ онъ и ту разницу въ результатахъ, относительно количества углерода, которая оказывается даже при самыхъ тщательныхъ анализахъ различныхъ мѣстъ отъ одного и того-же куска, а это, въ свою очередь, приводитъ къ тому заключенію, что и прочность одного и того-же куска чугуна, въ разныхъ частяхъ его не одинакова. Даже въ бѣломъ чугуиѣ поверхностные слои содержатъ болѣе углерода, нежели внутренніе; если-же чугуиѣ послѣ расплавленія отвердѣваетъ очень медленно, то количество углерода въ наружныхъ слояхъ его часто на 1.75 проц. и болѣе превосходитъ содержаніе его во внутреннихъ слояхъ. Слѣдующій опытъ Карстена можетъ послужить примѣромъ <sup>2)</sup>:

<sup>1)</sup> Eisenhüttenkunde, B. I, S. 581.

<sup>2)</sup> Eisenhüttenkunde, B. I, S. 583.

Сѣрый чугуны, имѣвшій удѣльный вѣсъ 7.1839 и содержавшій углерода 4.0281 проц., изъ коихъ 3.2469 были въ состояніи графита, а 0.7812 соединены химически, былъ переплавленъ въ отражательной печи и вылитъ въ толстую чугунную форму. Наружный слой полученнаго по охлажденіи чугунаго слитка, почти на одинъ дюймъ въ глубину былъ такъ-же бѣлый и твердъ какъ сталь. Отъ этого слоя, равно какъ и отъ внутреннихъ частей слитка, гдѣ чугуны оказался сѣрымъ и мягкимъ, были взяты пробы. Наружный бѣлый чугуны имѣлъ удѣльный вѣсъ=7.5467 и содержалъ 5.0929 проц. углерода, который весь былъ соединенъ съ желѣзомъ. Удѣльный вѣсъ внутренняго слоя былъ 7.1753, а содержаніе въ немъ углерода равнялось 3.8047 проц., изъ коихъ 3.1941 проц. составляли несоединенный, а 0.6106 проц.—соединенный углеродъ.

*Дѣйствіе кремнія на желѣзо, содержащее углеродъ.*—Это дѣйствіе имѣетъ громадный интересъ для практики. По весьма большому химическому сходству, какое существуетъ между углеродомъ и кремніемъ, необходимо должно допустить, что тѣла эти, хотя въ нѣкоторыхъ случаяхъ, могутъ замѣщать другъ друга. Для раскисленія кремнезема желѣзомъ въ присутствіи углерода необходима весьма высокая температура, и именно та, которая представляетъ собой существенное условіе для образованія богатаго графитомъ чугуна. И въ этомъ-то отличіи чугуна дѣйствительно кремній находится въ особенно значительномъ количествѣ. Количество кремнія въ чугуны, какъ мы видѣли это выше, превосходитъ даже 6 проц.; но эти случаи представляютъ собой уже исключенія. Чугуны съ 4 или даже и 6 проц. кремнія, въ изломѣ похожи на сѣрый чугуны. Давно уже было замѣчено, и впервые кажется Зеффстромомъ, что въ богатомъ кремніемъ чугуны, содержащемъ его отъ 2 до 3 проц., весь, или почти весь, углеродъ находится въ видѣ графита. Многочисленные анализы, результаты которыхъ будутъ нами ниже приведены, не позволяютъ въ томъ ни мало сомнѣваться. Изъ этого однако не слѣдуетъ, что въ этихъ случаяхъ кремній замѣщаетъ собой углеродъ, потому что, какъ мы видѣли выше, при застываніи характеристическихъ сортовъ сѣраго чугуна, углеродъ и безъ того весь, или почти весь, выдѣляется въ видѣ графита.

Одинъ изъ первыхъ вопросовъ, какой мы могли-бы задать себѣ въ настоящее время, это—можетъ-ли кремній выдѣлиться подобно графиту во время застыванія сѣраго чугуна, въ которомъ онъ содержится? Опыты Генри, равно какъ и наши собственные наблюденія, заставляютъ дать на этотъ вопросъ утвердительный отвѣтъ.

Рихтеръ изъ Лесбена <sup>1)</sup>, обрабатывая кислотами кусочекъ чугуна съ завода Градаць въ Крайнѣ, замѣтилъ, что онъ оставляетъ серебряно-бѣлымъ,

<sup>1)</sup> Berg u. Hütt. Z. 1862. S. 320.

блестящія пластинки. То-же самое получалось и при прокалываніи этого чугуна въ кислородѣ. Пластинки эти, при плавленіи съ селитрой и содой, совершенно растворились; полученная при этомъ сплавленная масса, въ свою очередь, почти безъ остатка растворялась въ водѣ, и этотъ послѣдній растворъ, при выпариваніи обыкновеннымъ путемъ съ хлористоводородной кислотой до суха, оставлялъ нерастворимый остатокъ кремнезема, что дало поводъ Рихтеру думать, что полученныя имъ металлическія пластинки были окристаллованный кремній. По словамъ Д-ра Хашъ <sup>1)</sup>, кремнистое желѣзо  $\text{FeSi}^2$ , содержащее около 50 проц. кремнія, не растворяется вовсе въ кислотахъ, даже и въ плавиковой, но растворяется къ расплавленному углекислому газу. Легко можетъ быть, что то, что Рихтеръ принялъ за кристаллическій кремній, было также подобное-же соединеніе, хотя, можетъ быть, и съ меньшимъ содержаніемъ желѣза.

*Дѣйствіе сѣры на желѣзо, содержащее углеродъ.*—По изслѣдованіямъ Карстена оказывается, что при высокой температурѣ сѣра вытѣсняетъ углеродъ изъ желѣза. Если кусокъ богатаго углеродомъ желѣза, напр. зеркальнаго чугуна, плавить въ закрытомъ глиняномъ тиглѣ съ сѣрою, то весь углеродъ изъ него выдѣляется и собирается внизу королька образующагося при этомъ сѣрнистаго желѣза. Въ этомъ случаѣ, по виду, онъ бываетъ похожъ на сажу, не имѣетъ ни малѣйшаго блеска и трудно, но безъ остатка сгораетъ въ муфельѣ. Карстенъ разсматриваетъ этотъ углеродъ какъ отличіе графита, съ которымъ онъ во всѣхъ отношеніяхъ, кромѣ блеска, сходенъ. Если расплавленный чугунъ, не особенно богатый углеродомъ, выливать на сѣру, количество которой недостаточно для обращенія всего желѣза въ сѣрнистое состояніе, то подъ слоемъ образующагося при этомъ сѣрнистаго желѣза получается чугунъ, съ большимъ содержаніемъ углерода, нежели первоначально взятый. Такимъ образомъ, сѣрый чугунъ, содержащій 3.312 проц. несоединеннаго углерода и 0.625 проц. соединеннаго, послѣ сплавленія въ глиняномъ тиглѣ съ 0.029 проц. сѣры, далъ въ результатъ бѣлый чугунъ съ зеркальными плоскостями спайности, который содержалъ 5.488 проц. химически соединеннаго углерода и 0.446 сѣры; сверху весь продуктъ былъ покрытъ слоемъ сѣрнистаго желѣза <sup>2)</sup>. Прибавляя постепенно сѣру къ расплавленному чугуну, постоянно увеличивали содержаніе углерода въ той части желѣза, которая не переходила въ сѣрнистое соединеніе, и наконецъ получили чугунъ, количество углерода въ которомъ достигало своихъ наибольшихъ предѣловъ. Новое, за тѣмъ прибавленное, количество сѣры обуславливало уже выдѣленіе углерода изъ желѣза въ видѣ совершенно такого-же порош-

<sup>1)</sup> В. Kerl, Handbuch III, S. 38.

<sup>2)</sup> Handbuch der Eisenhüttenkunde, Bd. I, S. 427, 1841.

на, какъ тотъ, о которомъ мы говорили уже выше. Весьма замѣчательный фактъ, вытекающій изъ этихъ опытовъ Карстена, фактъ, на который должно обратить особое вниманіе, есть то громадное количество химически соединеннаго углерода, которое находится въ чугунахъ, послѣ обработки его сѣрой. Въ этомъ случаѣ подобное явленіе не можетъ быть объяснено однимъ быстрымъ охлажденіемъ расплавленнаго металла. Такимъ образомъ, изъ только что приведенныхъ опытовъ невольно вытекаетъ вопросъ, не имѣеть-ли сѣра, хотя до нѣкоторой степени, способность удерживать углеродъ въ химическомъ соединеніи съ желѣзомъ, во время застыванія чугуна?

Жанойе опубликовалъ свои замѣтки по поводу прямого дѣйствія, оказываемаго сѣрою на чугуны. <sup>1)</sup> Въ нихъ онъ говоритъ, между прочимъ, что раньше его ни въ одномъ металлургическомъ сочиненіи не было разобрано дѣйствіе сѣры на чугуны при тѣхъ условіяхъ, какія онъ самъ изслѣдовалъ. Это вступленіе свидѣтельствуетъ, какъ кажется, о полномъ незнаніи какъ авторомъ, такъ и редакціей *Annales des Mines*, о существованіи работъ Карстена. При плавленіи чугуна съ небольшимъ количествомъ сѣрнаго колчедана, Жанойе замѣтилъ потерю углерода, происходящую вслѣдствіи улетучиванія образующагося во время опыта сѣрнистаго углерода. Взятый имъ для опыта сѣрый чугунъ содержалъ 0.09 проц. сѣры. Въ одномъ опытѣ этотъ чугунъ плавился съ 2 проц. по вѣсу сѣрнаго колчедана, а въ другомъ съ 1 проц. Когда, послѣ расплавленія металла, тигель, въ которомъ онъ находился былъ открытъ, то среди весьма жидкой массы были замѣчены блестящіе шарики, которые были гораздо бѣлѣе, нежели остальная, окружающая ихъ масса расплавленнаго металла. Въ прикосновеніи съ воздухомъ, шарики эти исчезали, при чемъ температура массы значительно понижалась. Когда отдѣленіе этихъ шариковъ прекратилось, тигель былъ весьма осторожно охлажденъ, чтобы тѣмъ предотвратить возможность образованія бѣлаго чугуна, вслѣдствіи быстрого пониженія температуры. Не смотря на эту предосторожность, чугунъ, поверхность котораго до тѣхъ поръ оставалась совершенно спокойною; растрескался, при чемъ слышались даже звуки, и покрылся шероховатой корой, которая легко отставала отъ остального металла и по виду совершенно походила на зернистый, не вполне обуглероженный чугунъ, подобный тому, какой иногда получается при дурномъ ходѣ домновой плавки. Въ изломѣ продуктъ имѣлъ всѣ свойства бѣлаго чугуна и былъ тѣмъ бѣлѣе чѣмъ болѣе было употреблено для опыта сѣрнаго колчедана. Онъ былъ весьма твердъ, такъ что игла изъ литой стали не могла сдѣлать на немъ черты. Чугунъ, полученный при первомъ опытѣ содержалъ 0.87 проц. сѣры, что

<sup>1)</sup> Recherches sur l'influence du soufre sur la nature des fonte. Ann. des Mines, 4 série, T. XX, p. 339 - 366.

соотвѣтствуетъ потери въ 0.28 проц., а во второмъ продуктѣ содержаніе сѣры было 0.46, такъ что потери въ этомъ случаѣ 0.16 проц. Жаноюе ничего не упоминаетъ о выдѣленіи порошкообразнаго углерода. Нѣтъ сомнѣнія, что результаты его опытовъ не должны заслуживать особеннаго довѣрія, такъ какъ при плавкѣ онъ не закрывалъ даже тигля, чѣмъ предоставилъ полученные продукты продолжительному дѣйствию на нихъ воздуха.

Жаноюе повторялъ также опыты Бертье съ цѣлью доказать, что, при плавкѣ тонкой желѣзной пластинки съ сѣрнымъ колчеданомъ, не происходитъ ни малѣйшей потери сѣры. Чтобы препятствовать доступу воздуха въ тигель и тѣмъ предотвратить могущее послѣдовать окисленіе, Жаноюе покрылъ тигель кускомъ кокса. Когда температура достигла бѣлаго каленія, то тигель былъ открытъ, чтобы видѣть не появляются-ли и въ этомъ случаѣ, подобно предыдущему, бѣлые, блестяшіе пузырьки; но поверхность массы оказалась совершенно спокойною. По охлажденіи получилась масса, имѣющая видъ довольно плотнаго, хорошо сварившагося (*très bien soudé*) королька. Въ изломѣ его мѣстами замѣтно было сѣрнистое желѣзо, довольно темнаго бурожелтаго цвѣта, которое было ничто иное, какъ односѣрнистое желѣзо, разсѣянное въ остальной массѣ продукта. Первый опытъ указалъ Г-цу Жаноюе на образованіе двусѣрнистаго углерода, при плавкѣ сѣраго чугуна въ прикосновеніи съ сѣрнымъ колчеданомъ, такъ какъ только въ этомъ случаѣ онъ замѣтилъ отдѣленіе блестящихъ пузырьковъ. Образованіе при этихъ условіяхъ двусѣрнистаго углерода весьма возможно, но тѣмъ не менѣе оно вовсе не подтверждается тѣми явленіями, которыми Жаноюе вполнѣ удовольствовался при своихъ опытахъ.

Жаноюе производилъ еще опыты, чтобы доказать, что при плавкѣ желѣзныхъ рудъ, каковы напр. бурые желѣзняки, въ смѣси съ сѣрнымъ колчеданомъ, известью и углемъ, образуется бѣлый чугунъ, бѣлизна котораго обуславливается присутствіемъ въ немъ сѣры. Но, нѣтъ сомнѣнія, что каждому, кому случалось дѣлать желѣзные пробы сухимъ путемъ, фактъ этотъ и безъ того очень хорошо извѣстенъ. Жаноюе увѣряетъ, что, при плавкѣ богатыхъ колчеданами рудъ въ доменной печи, онъ не могъ получить хорошаго сѣраго чугуна, увеличивая количество известковаго флюса въ шихтѣ даже до наибольшихъ размѣровъ. Этотъ maximum известняка, какъ показали ему его опыты, былъ достигнутъ тогда, когда образующіеся при плавкѣ шлаки содержали 54 проц. извести на 10 проц. глинозема и 36 проц. кремнезема. Количество сѣры въ получаемомъ чугунѣ уменьшалось, при одинаковости другихъ обстоятельствъ, пропорціонально увеличивацію извести въ шихтѣ, но не представлялось ни малѣйшей возможности увеличить присадку извести до того, чтобы въ одно время получить и металлъ, не содержащій сѣры, и шлакъ довольно еще жидкій.

Причину образования бѣлаго чугуна въ случаѣ присутствія сѣры, Жанойе отчасти объясняетъ пониженіемъ температуры въ печи, происходящей отъ образования и улетучиванія двусѣрнистаго углерода, который, обращаясь въ паръ, переводитъ весьма значительное количество теплорода въ скрытое состояніе. Но намъ кажется, что для объясненія бѣлизны чугуна достаточно одного указанія на присутствіе въ немъ сѣры, и нѣтъ необходимости прибѣгать къ подтвержденію теоріи о скрытомъ теплородѣ. Жанойе находится нѣсколько въ затрудненіи объяснить причину, почему въ отдѣляющихся изъ доменной печи колошиниковыхъ газахъ онъ не находилъ двусѣрнистаго углерода. Но причина этого явленія становится весьма ясной, если мы припомнимъ, что двусѣрнистый углеродъ не можетъ не разлагаться, находясь при высокой температурѣ въ прикосновеніи съ окисью желѣза; напротивъ того, едва пары его приходятъ въ соприкосновеніе съ раскаленной желѣзной окисью, которая находится въ рудѣ, то они тотчасъ-же разлагаются, при чемъ образуется окись углерода, а сдѣлавшаяся свободной сѣра тотчасъ-же вступаетъ въ соединеніе съ возстановленнымъ желѣзомъ. Но тѣмъ не менѣе и эту теорію мы не смѣемъ навязывать читателямъ за истину. Теорій по металлургіи желѣза существуетъ много, но мы рѣшаемся придавать неоспоримое значеніе только тѣмъ изъ нихъ, которыя подтверждены очевидными фактами.

Для опредѣленія дѣйствія сѣры на сѣрый чугунъ, Смитъ предпринялъ слѣдующіе опыты:

1. — 197.56 граммовъ сѣраго чугуна были сплавлены въ глиняномъ тиглѣ съ 6.15 гр. сѣрнистаго желѣза, содержащаго 29.9 проц. сѣры. Сверху смѣсь эта была засыпана толченымъ стекломъ. Полученное желѣзо сверху было покрыто чернымъ, стекловатымъ шлакомъ, а въ промежуткѣ между этимъ шлакомъ и лежащимъ подъ нимъ металломъ находился небольшой прослойкъ, похожій по виду на сажу. Изломъ металла былъ неровный, весьма мелко зернистый и темнаго, сѣраго цвѣта. Допуская, что во время опыта сѣра не могла растеряться, должно предположить содержаніе ея въ металлѣ равнымъ 0.9 проц.

2. — Опытъ повторили съ 570 гр. того-же сѣраго чугуна и 56 гр. того-же сѣрнистаго желѣза. Тигель съ примазанной крышкой былъ поддерживаемъ втеченіи полутора часовъ въ бѣлокапильномъ жару. Между слоемъ стекла, покрывавшаго металлъ, и этимъ послѣднимъ, было найдено въ большомъ количествѣ черное, порошкообразное вещество, по цвѣту, виду и блеску весьма похожее на графитъ. Тигель былъ весьма хорошо закрытъ, и послѣ опыта, ни въ стѣнкахъ его, ни въ крышкѣ, не было замѣчено ни малѣйшихъ щелей, такъ что постороннее вещество никакимъ образомъ не могло въ него попасть. Металлъ по виду былъ похожъ на бѣлый чугунъ; онъ былъ ломокъ и до крайности твердъ. Въ срединѣ королекъ его имѣлъ



небольшую пустоту, вокруг которой замѣтны были весьма явственные кристаллы. Изломъ былъ неровный, отчасти пластинчатый; металлъ содержалъ 0.78 проц. сѣры; если-бы не произошло потери, то содержаніе ея должно было быть равно 2.68 проц.

3.—Бѣлый чугуиъ, полученный при второмъ опытѣ, въ видѣ довольно крупныхъ кусочковъ, былъ смѣшанъ съ большимъ избыткомъ обыкновеннаго древеснаго угля и подвергнутъ втеченіи полутора часовъ, въ графитовомъ тиглѣ, температурѣ, которая достаточна для расплавленія ковкаго желѣза. По охлажденіи тигля, избытокъ угля былъ отдѣленъ отмывкою отъ металлическихъ королекъ. Въ изломѣ, корольки эти представлялись какъ-бы состоящими изъ округленныхъ кусочковъ сѣраго чугуна, заключенныхъ снаружи въ оболочку чугуна бѣлаго, что придавало имъ видъ, подобный половинчатому чугуну. Изломъ ихъ походилъ равнымъ образомъ и на образчикъ чугуна, присланный намъ Г. Екманомъ изъ Финслонга; этотъ послѣдній чугуиъ содержитъ сѣру и кажется весьма пригоднымъ для отливки орудій. Большая часть королекъ была вторично переплавлена подъ древеснымъ углемъ; изломъ въ новомъ полученномъ королькѣ былъ совершенно такой-же, какъ и выше нами описанный, исключая верхней его части, въ которой замѣтны были многочисленныя, блестящія пластинки, по виду похожія на графитъ. Точно также и оболочка бѣлаго чугуна сдѣлалась какъ-бы менѣе замѣтною, т. е. какъ будто, послѣ вторичнаго расплавленія, количество бѣлаго чугуна въ королькахъ было не столь значительно. Продуктъ этой второй переплавки содержалъ среднимъ числомъ 0.34 проц. сѣры, такъ какъ два опредѣленія ея дали одно 0.33, а другое—0.35 проц.

4.—686 грам. другаго отлічія сѣраго чугуна плавилась втеченіи часа въ глиняномъ тиглѣ, подъ прикрытіемъ толченаго стекла, съ 327 грам. того-же сѣрнистаго желѣза, которое употреблялось и въ предыдущихъ опытахъ. Огромное количество графитообразнаго вещества было найдено между слоемъ чернаго стекла, покрывавшаго металлъ, и поверхностью этого послѣдняго.

Металлъ содержалъ 0.091 проц. сѣры. Изъ двухъ опредѣленій, сдѣланныхъ различными лицами, одно дало 0.094, а другое—0.088 проц. Если-бы не произошло потери сѣры, количество ея должно было быть 0.903 проц., а слѣд. 0.815 проц. сѣры при плавкѣ выдѣлились. Металлъ былъ настолько мягокъ, что для анализа его нельзя было истолочь, но пришлось расплющить и изрѣзать.

Графитоподобное вещество, о которомъ мы только что говорили, было настаиваемо въ водномъ растворѣ фтористоводородной кислоты. При этомъ въ большомъ количествѣ отдѣлялись изъ него сѣрнистый водородъ и кромѣ того водородъ, обладающій совершенно особымъ запахомъ, который былъ слышенъ долгое время спустя послѣ того, какъ сѣрнистый водородъ уже

весь выдѣлился. Помучившійся при этомъ нерастворимый остатокъ былъ, въ свою очередь, обработанъ смѣсью фтористоводородной и хлористоводородной кислотъ, хорошо промытъ и затѣмъ прокипяченъ съ растворомъ ѣдкаго натра. Къ полученному въ этомъ послѣднемъ случаѣ раствору прибавили избытокъ хлористоводородной кислоты, при чемъ жидкость помутилась и окрасилась желтовато-бѣлымъ цвѣтомъ, принявши при этомъ видъ жидкости, въ которой кислотами осаждаютъ сѣру. Оставшіяся нерастворенными частицы шлака были измельчены и снова обработаны вышепоименованной смѣсью кислотъ. Большое количество желѣза перешло при этомъ въ растворъ, а оставшееся въ остаткѣ графитовидное вещество было приобщено къ тому, которое уже раньше было собрано. Остатокъ этотъ былъ весьма объемистый и, по просушкѣ, вѣсилъ 0.90 грам.; но только въ этомъ случаѣ графитовидное вещество это не было совершенно чисто, потому что 0.226 грам. его, при прокаливаніи въ муфель на платиновой пластинкѣ, дали бурый остатокъ, вѣсившій 0.065 грам. Этотъ послѣдній былъ смоченъ хлористоводородной кислотой, выпаренъ до суха и затѣмъ снова обработанъ хлористоводородной а потомъ фтористоводородной кислотой, которая извлекла изъ него только самую небольшую часть, наконецъ онъ былъ сплавленъ съ углекислымъ натромъ. Сплавленную массу снова обработали хлористоводородной кислотой, при чемъ въ растворъ перешла окись желѣза съ небольшою примѣсью глинозема. Окись желѣза эта вѣсила 0.0531, слѣдов. изъ нея состоялъ почти весь остатокъ, полученный при прокаливаніи въ муфель графитовиднаго вещества.

5.—Въ глиняномъ тиглѣ, подъ пробкой изъ древеснаго угля, плавили 99.750 грам. сѣраго чугуна, по виду похожаго на № 2, съ 5.829 грам. того-же сѣрнистаго желѣза, которое употреблялось и въ предыдущихъ опытахъ. Графитовидное вещество собралось въ верхней части металлическаго королекъ, который былъ совершенно бѣлъ и хрупокъ. Въ немъ заключалось 1.13 проц. сѣры, въ случаѣ-же, если-бы не произошло потери послѣдней, то количество ея должно было-бы быть 1.65 проц.

6.—Сѣрый чугунъ плавилъ въ глиняномъ тиглѣ, подъ толченымъ стекломъ, при самой высокой температурѣ, какую могутъ дать самодувные горна. Условія опыта были все тѣ-же, какъ въ предыдущихъ случаяхъ. Полученный королекъ въ изломѣ былъ сѣраго цвѣта и въ немъ не было замѣтно даже и слѣдовъ бѣлаго чугуна.

При слѣдующихъ опытахъ, произведенныхъ Вестономъ, употребляемый чугунъ былъ парочно для этой цѣли приготовленъ, черезъ прокатку тонкихъ желѣзныхъ листочковъ въ химически чистомъ углѣ, при весьма высокой температурѣ. Полученный металлъ былъ весьма богатъ графитомъ и содержалъ 4.5 проц. углерода. Какъ сѣристый источникъ было взято то-же сѣристое желѣзо какъ и въ предыдущихъ опытахъ. Количество углерода было опре-

дѣлено, подобно тому, какъ это дѣлается въ органическихъ анализахъ, чрезъ сжиганіе съ хромовокислымъ свинцомъ.

7.—Количество прибавленной сѣры=4.378 проц. Сплавляли 24.35 грам. чугуна съ 4.18 грам. сѣрнистаго желѣза и получили бѣлый чугунъ, но безъ слѣдовъ выдѣлившагося графита. Содержаніе въ немъ сѣры=2.12 проц., слѣд. потеря ея=2.06 проц. Количество углерода доходило до 3.17 проц.

8.—Прибавленная сѣра составляла 2.235 проц. Впродолженіи полу-часа плавляли 23.25 грам. чугуна съ 1.88 грам. сѣрнистаго желѣза. Полученный продуктъ былъ бѣлый, весьма кристаллическій чугунъ, съ выдѣлившимся графитомъ. Потеря=0.20 грам. Металлъ содержалъ 1.68 проц. сѣры; количество углерода простиралось до 3.9 проц., изъ коихъ 1.44 проц. падали на долю графита, такъ что слѣдовательно количество собственно соединеннаго углерода было 2.46 проц.

9.—Прибавленная сѣра составляла 1.243 проц. По сплавкѣ смѣси изъ 26.88 грам. чугуна и 1.16 грам. сѣрнистаго желѣза, получили коромекъ бѣлаго чугуна съ выдѣлившимся графитомъ; потеря доходила до 0.0648 грам. Содержаніе сѣры въ металлѣ было 1.313, тогда какъ количество ея должно было быть 1.243 проц. Это приращеніе указываетъ на ошибку въ опредѣленіи. Количество углерода составляло 3.6 проц.

10.—Прибавленная сѣра=0.696 проц. Продукты плавки 19.56 грам. чугуна и 0.466 грам. сѣрнистаго желѣза; полученный чугунъ не бѣлый, а сѣрый, съ небольшою только бѣлою оболочкою. Нѣкоторое количество графита изъ него все-таки выдѣлилось. И въ этомъ коромекѣ оказался приростъ сѣры, количество которой равнялось 0.72 проц., тогда какъ должно было быть только 0.696 проц. Количество углерода не было опредѣлено.

Для большаго удобства читателей мы приводимъ результаты опытовъ Вестона въ видѣ таблицы:

Номера.	Углеродъ и сѣра въ процентахъ						Отношеніе между углеродомъ и сѣрой въ продуктахъ.			Свойства получаемаго чугуна.
	До опыта.		Послѣ опыта.		Потеря во время опытовъ		Углер.	Сѣра.	Форм.	
	Углер.	Сѣра.	Углер.	Сѣра.	Углер.	Сѣра.				
7	3.841	4.378	3.170	2.120	0.670	2.258	6	20.22	C <sup>4</sup> : S <sup>5</sup>	Бѣлый; граф. не выд.
8	4.164	2.235	3.900 <sup>1)</sup>	1.680	0.264	0.555	6	12.58	C <sup>4</sup> : S <sup>3</sup>	Бѣлый; граф. выдѣл.
9	4.313	1.243	3.600	1.313 <sup>2)</sup>	0.713	»	»	»	»	Бѣлый; граф. выдѣл.
10	4.395	0.696	неопр.	0.720 <sup>2)</sup>	неопр.	»	»	»	»	Половинчатый.

<sup>1)</sup> Изъ нихъ 1.44 проц. графита.

Въ № 8, между количествомъ химически соединеннаго углерода 2.46 и сѣрою 1.68 существуетъ отношеніе, какъ 6 : 4, т. е. какъ  $C^1 : S$ ; отношеніе-же графитовиднаго углерода 1.44 къ-тому-же количеству сѣры есть 6 : 7, т. е. приблизительно какъ  $C^5 : S^2$ . Изъ этого видно, что только что приведенные нами опыты ни мало не подтверждаютъ ни образованіе, ни улетучиваніе двуѣрнистаго углерода ( $CS^2$ ); но во всякомъ случаѣ мы далеки отъ того, чтобы на основаніи этихъ, крайне немногочисленныхъ опытовъ, дѣлать уже самое положительное заключеніе. Нѣтъ сомнѣнія, что потеря сѣры, отъ дѣйствія угля, происходитъ, если результаты приведенныхъ только что опытовъ вѣрны. Карстенъ однако отстаиваетъ противоположе: «По моимъ, много «разъ повтореннымъ опытамъ,» говоритъ онъ, — «оказывается, что сѣрнистое «жельзо, съ наименьшимъ содержаніемъ сѣры, остается совершенно безъ перемѣны въ то время, когда оно втеченіи часа остается съ древеснымъ «углемъ при самомъ сильномъ бѣло-калильномъ жарѣ; только нѣкоторое количество угля входитъ въ него и дѣлаетъ его чрезъ то хрупкимъ <sup>1)</sup>.» Съ другой стороны, Фурне увѣряетъ, что сѣрнистое жельзо разлагается въ присутствіи углерода, если смѣсь этихъ веществъ подвергать достаточно долго возвышенной температурѣ, при чемъ жельзо соединяется съ углеродомъ и образуетъ чугуны <sup>2)</sup>. Такимъ образомъ мы не можемъ дать по этому поводу никакихъ положительныхъ указаній и принуждены ждать новыхъ опытовъ, которые окончательно укажутъ, гдѣ искать правды. Весьма интересное заключеніе, къ которому приводитъ опыты Вестона, состоитъ въ томъ, что существованіе графита въ чугунахъ невозможно и что самый чугуны получается совершенно бѣлымъ, когда содержаніе въ немъ сѣры доходитъ приблизительно до 2.25 проц. Намъ слѣдуетъ еще убѣдиться, не оказываетъ-ли и еще меньшее количество сѣры то-же дѣйствіе.

По послѣднимъ изслѣдованіямъ Карона оказывается, что металлургическій марганецъ, при простомъ сплавленіи съ чугуномъ, выдѣляетъ изъ него большую часть содержащейся въ немъ сѣры <sup>3)</sup>. Употребленный имъ для опытовъ чугуны былъ нарочно приготовленъ чрезъ цементованіе весьма хорошихъ качествъ жельза древеснымъ углемъ. Этотъ-то чугуны и сплавляли съ такимъ количествомъ сѣрнистаго жельза, чтобы получить въ продуктѣ содержаніе сѣры, равное 1.15 проц. Двѣ, совершенно равныя части этого чугуна были помѣщены въ два отдѣльныхъ тигля, и кромѣ того, въ одинъ изъ этихъ тиглей прибавили 6 проц. по вѣсу металлическаго марганца, который, какъ показалъ анализъ, содержалъ 5.5 проц. углерода, 0.5 проц. кремнія

<sup>1)</sup> Eisenhüttenkunde T. I., S 429.

<sup>2)</sup> Ann des Mines 3-o série, p. 244; 1833.

<sup>3)</sup> Comptes rendus, t. LVI, p. 828; avril 1863.

и 1.0 проц. желѣза. Какъ тотъ, такъ и другой тигли прокаливались втеченіи часа при одной и той-же температурѣ, и затѣмъ металлъ изъ нихъ вылить. Во время этой операціи, нѣкоторое количество углерода изъ чугуна должно было выгорѣть, вслѣдствіи доступа атмосфернаго воздуха въ тигель. Результаты своихъ опытовъ Каронъ изображаетъ въ слѣдующемъ видѣ:

	Въ 100 ч. чугуна	
	Сѣры.	Марганца.
Сѣрнистый чугунъ (А) . . . . .	1.15	
№ 1 — переплавл. отдѣльно . . . . .	1.14	
№ 2 — переп. съ 6 проц. марганца	0.15	3.92
№ 1 Вторая переплавка отдѣльно . . . . .	1.05	
№ 2 — — — . . . . .	1.10	2.81
№ 1 Третья переплавка отдѣльно . . . . .	0.96	
№ 2 — — — . . . . .	0.08	1.73
(А) Переплавленный съ 10 проц. окиси желѣза	1.08	
(А) Переплавленный съ 10 проц. окиси желѣза и 6 проц. марганца . . . . .	0.07	1.22

Изъ этихъ опытовъ видно, что при простомъ сплавленіи въ тиглѣ, куда воздухъ имѣетъ свободный доступъ, марганецъ отнимаетъ отъ чугуна болѣе 0.7 проц. сѣры. А при послѣдовательной переплавкѣ одного и того-же количества чугуна съ новымъ количествомъ марганца, наконецъ можно достигнуть того, что сѣры въ немъ останутся только слѣды. Въ этомъ случаѣ марганецъ, какъ кажется, способствуетъ окисленію сѣры и обуславливаетъ выдѣленіе ея въ видѣ сѣрнистой кислоты. Тѣмъ не менѣе, Г. Каронъ дѣлаетъ такой выводъ, что сѣра выдѣляется изъ чугуна въ присутствіи марганца даже и безъ посредства окисляющаго дѣйствія воздуха; но только это заключеніе мало подтверждается тѣми фактами, на которыхъ оно основывается. Намъ кажется крайне труднымъ допустить возможность, чтобы при тѣхъ условіяхъ, которыя описываетъ Каронъ, можно было поддерживать втеченіи часа сплавъ желѣза и марганца въ жидкомъ состояніи безъ того, чтобы онъ не подвергался окисляющему дѣйствію воздуха. Въ подтвержденіе своего вывода, Каронъ приводитъ тотъ фактъ, что нѣкоторыя желѣзныя руды, хотя и содержатъ въ значительномъ количествѣ сѣрнистыя соединенія мѣди, тѣмъ не менѣе, будучи, въ то-же время, богаты содержаніемъ марганца, даютъ чугунъ, несодержащій сѣры. Но эти руды, передъ тѣмъ, чтобы быть пущенными въ плавку, обыкновенно самымъ тщательнымъ образомъ пожигаются, что уже съ самаго начала заставляеть ихъ лишиться весьма большаго количества сѣры. Во всякомъ случаѣ, если дѣйствительно причину исчезновенія сѣры изъ чугуна, во время опытовъ Карона, можно приписать исключительно только дѣйствію марганца, то необходимо допустить, что вліяніе его въ этомъ случаѣ совершенно другое, нежели то, которое онъ оказываетъ на желѣзо въ большомъ

видѣ и которое нами было уже разъяснено при посредствѣ выше приведенныхъ нами наблюдений Парри (стр. 140), которыя указываютъ не на отдѣленіе сѣры въ видѣ сѣрнистой кислоты, а на скопленіе ея вмѣстѣ съ марганцемъ въ шлакахъ.

*Дѣйствіе фосфора на желѣзо, содержащее сѣру и углеродъ.* — Слѣдующіе опыты Жанойе предпринялъ съ тою цѣлью, чтобы доказать, что фосфоръ отчасти вытѣсняетъ сѣру изъ желѣза, содержащаго углеродъ<sup>1)</sup>.

1.—Въ глиняномъ тиглѣ, безъ набойки, сплавили 3.5 гр. сѣраго, весьма богатаго графитомъ чугуна съ 0.14 гр. сѣраго колчедана. При этомъ получили хорошо сплавленный королекъ совершенно бѣлаго чугуна, который довольно хорошо плющился подъ молотомъ, хотя Жанойе его и описываетъ какъ скопленіе волокнистыхъ кристалловъ односѣрнистаго желѣза (*«ce n'était qu'un amas de cristallisations filamenteuses de protosulfure de fer»*). Онъ былъ тусклый и его трудно было истолочь въ ступкѣ; онъ былъ настолько ковокъ, что плющился въ тонкіе листочки. Въ особенности нѣкоторыя части его отличались своей ковкостью, и ихъ авторъ разсматриваетъ какъ желѣзо, случайно оставшееся свободнымъ и находящееся механически запутаннымъ въ односѣристомъ желѣзѣ. Содержаніе въ немъ сѣры=1.714 проц.

2.—Тотъ-же самый чугунъ и опять въ количествѣ 3.5 гр. былъ тѣмъ-же способомъ сплавленъ съ 0.14 гр. сѣраго колчедана, 0.14 гр. костяного пепла и 0.09 гр. огнепостоянной бѣлой глины. Полученный королекъ бѣлаго чугуна былъ весьма хрупокъ, онъ легко толочся и дробился подъ молоткомъ и несколько не плющился. Въ лупу въ немъ можно было замѣтить кристаллическое сложеніе, и нѣкоторые кристаллы отличались весьма блестящими плоскостями. Количество въ немъ сѣры было 1.486, проц. т. е. на 0.228 проц. менше нежели въ королькѣ, полученномъ при первомъ опытѣ. Жанойе приписываетъ это уменьшеніе дѣйствию углерода и предполагаетъ, что сѣра выдѣлилась въ этомъ случаѣ въ видѣ двусѣрнистаго углерода. На основаніи этого вывода онъ хочетъ показать, какимъ образомъ, введеніе богатыхъ фосфоромъ рудъ въ доменную плавку, при обработкѣ рудъ, содержащихъ сѣру, содѣйствуетъ уменьшенію краснотомкости получаемаго при этомъ желѣза, чрезъ вытѣсненіе изъ него сѣры; или, другими словами, какимъ образомъ въ этихъ случаяхъ дѣйствіе сѣры нейтрализуется фосфоромъ. Онъ напоминаетъ при этомъ тѣ явленія, которыя онъ наблюдалъ въ большемъ видѣ и говоритъ, что ему удалось совершенно уничтожить краснотомкость желѣза чрезъ прибавленіе въ шихту оолитовой руды, содержащей 0.2 проц. фосфорной кислоты. До этой прибавки желѣзо получалось сильно краснотомкое, не смотря на то, что чугунъ, служащій матеріаломъ для него, былъ выплавляемъ изъ краснаго желѣза

<sup>1)</sup> Ann. des Mines, 5-e série, t. VI, стр. 158; 1854.

ника, не содержащаго ни фосфора, ни сѣры. Когда-же онъ прибавилъ этой оолитовой руды въ шихту въ такомъ количествѣ, чтобы на 14½ пудовъ выходящаго чугуна приходилось  $\frac{1}{4}$  фунта фосфора, и полученный при этомъ чугунокъ обратилъ въ полосовое желѣзо, то это послѣднее совершенно перестало быть краснеломкимъ. Жанойе вполне убѣжденъ, что это измѣненіе свойствъ получаемаго желѣза ни въ какомъ случаѣ нельзя приписать простому влиянію какихъ либо механическихъ причинъ, такъ какъ получаемый чугунокъ, какъ изъ шихты содержащей фосфористыя руды, такъ и изъ несодержащей ихъ, былъ превращаемъ въ полосовое желѣзо совершенно однимъ и тѣмъ-же способомъ и на одномъ и томъ-же горючемъ матеріалѣ. Даже самая доменная плавка велась какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ совершенно одинаково, вся разница была слѣдовательно лишь въ томъ, что въ одномъ изъ случаевъ прибѣгали къ посредству содержащихъ фосфоръ рудъ, но однако въ количествѣ, недостаточномъ для того, что-бы сдѣлать получаемое желѣзо хладнеломкимъ.

Другіе опыты Жанойе предпринялъ съ тою цѣлью, чтобы доказать, что сѣра, въ присутствіи углерода, не вытѣсняетъ фосфоръ изъ желѣза.

1.—5 грам. сѣраго чугуна были сплавлены съ 0.10 гр. сѣраго колчедана, 0.20 гр. костянаго пепла и 0.20 гр. глины.

2.—5 грам. того-же чугуна были сплавлены съ 0.20 гр. костянаго пепла и 0.10 гр. глины.

Какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ полученный королекъ содержалъ одно и то-же количество фосфора.

Совѣтуя употреблять фосфористыя руды при выплавкѣ чугуна, съ цѣлью предотвратить краснеломкость желѣза. Жанойе, въ то-же время, совершенно основательно предупреждаетъ, не злоупотреблять этой примѣсью. Слѣдующія строки изъ его статьи заслуживаютъ, чтобы мы ихъ нѣсколько разобрали: «Многіе замѣтили, не отдавая себѣ ни малѣйшаго отчета о причинахъ этого явленія, что кристаллическое (*fer à facette*), хладнеломкое желѣзо весьма удобно куется». Думаемъ, что мы не сдѣлаемъ грубой ошибки, когда заявимъ, что какъ явленіе это, такъ и причины его, были очень хорошо извѣстны металлургамъ за долго до появленія статьи Г. Жанойе. Имъ также очень хорошо было извѣстно, что «даже слѣдовъ сѣры достаточно, чтобы повредить хорошимъ качествамъ желѣза и сдѣлать его хладнеломкимъ». Рациональнымъ образомъ не находились они въ невѣденіи и на счетъ того, что «вступленіе сѣры въ желѣзо совершается болѣе всего во время плавки рудъ, когда послѣднія, въ доменной печи, находятся въ непосредственномъ соприкосновеніи съ минеральнымъ топливомъ; и что именно въ этой операціи и нужно опасаться влиянія сѣры».

Каронъ убѣдился, что марганецъ также не имѣеть способности вытѣ-  
снять фосфоръ изъ чугуна. Надъ фосфористымъ чугуномъ онъ произвелъ цѣ-  
лый рядъ опытовъ, подобныхъ тѣмъ, которые были нами уже описаны при  
сѣрнистомъ чугуна<sup>1)</sup>.

Результаты получились слѣдующіе:

	Въ 100 ч. чугуна.	
	Фосфора.	Марганца
Фосфористый чугунъ (А) . . . . .	0.83	
№ 1 — — — — — переплавл. отдѣльно . . . . .	0.82	
№ 2 — — — — — переплавл. съ 6 проц. марганца.	0.80	4.58
№ 1 Вторая переплавка отдѣльно . . . . .	0.79	
№ 2 — — — — — . . . . .	0.78	3.74
№ 1 Третья переплавка отдѣльно . . . . .	0.78	
№ 2 — — — — — . . . . .	0.76	1.62
(А) Переплавленный съ 10 проц. окиси желѣза. . . . .	0.76	
(А) Переплавленный съ 10 проц. окиси желѣза и 6 проц. марганца. . . . .	0.74	1.57

*Зеркальный чугунъ и кремнеземъ при накаливаніи.* — Слѣдующій  
опытъ произведенъ Гохштеттеромъ: 97.15 гр. характеристическаго нѣмецкаго  
зеркальнаго чугуна, содержащаго 5.39 проц. марганца и 0.37 проц. кремнія, были  
истолчены въ порошокъ и перемѣшаны съ 19.143 гр. тонкаго бѣлаго песка.  
Смѣсь эту втеченіи часа поддерживали при температурѣ бѣлаго каленія въ закры-  
томъ глиняномъ тиглѣ, помѣщенномъ еще въ другой тигель. Хорошо сплавленный  
продуктъ вѣсилъ 94.56 гр.; онъ былъ покрытъ небольшимъ слоемъ также  
хорошо сплавленнаго шлака. Онъ былъ нѣсколько ковокъ; изломъ его былъ  
весьма странный, и трудно его вполне точно описать: онъ былъ *волокну-*  
*сто-столбчатый*. Королекъ имѣлъ сѣрый цвѣтъ, и, за исключеніемъ нѣ-  
которыхъ, блестящихъ, раскиданныхъ по его поверхности точекъ, былъ  
тусклый и не имѣлъ металлическаго блеска. При переплавкѣ части его въ  
закрытомъ глиняномъ тиглѣ, подъ слоемъ древеснаго угля, наружный видъ  
его ни мало не измѣнился, но только изломъ пересталъ быть столбчатымъ.  
При паставаніи въ кружкой хлористоводородной кислотѣ, онъ далъ объе-  
мистый, черный нерастворимый остатокъ, состоящій изъ кремнистыхъ и  
углеродистыхъ веществъ. Прокіятивъ этотъ остатокъ съ растворомъ ѣдкаго  
калі, получили безцвѣтный растворъ, при чемъ углеродистыя части оста-  
лись нерастворенными; этотъ послѣдній нерастворимый остатокъ, черный и  
блестящій, былъ промытъ и высушенъ при 100° Ц. По вѣсу его оказалось,  
что количество его въ отношеніи къ первоначальному металлическому ко-  
рольку, было 7.6 проц. Составъ королька послѣ переплавки былъ:

<sup>1)</sup> Comptes rendus, t. LVI avril 1863.



Графита . . . . .	1.61
Кремня . . . . .	2.91
Марганца . . . . .	0.99
Желѣза, по разности. . . . .	94.49
	100.00

Легко можетъ быть, что небольшое количество соединеннаго углерода выдѣлилось изъ королька вмѣстѣ съ водородомъ, при раствореніи его въ хлористоводородной кислотѣ; но если-бы количество этого видоизмѣненія углерода было значительно, то, при обработкѣ нерастворимаго остатка ѣдкимъ кали, растворъ послѣдняго неспрѣменно окрасился-бы бурнымъ цвѣтомъ. Такимъ образомъ, на основаніи только что приведеннаго опыта, мы можемъ сдѣлать заключеніе, что во время дѣйствія, при возвышенной температурѣ, кремнезема на зеркальный чугуны, большая часть заключающагося въ послѣднемъ марганца превращается въ закись, которая соединяется съ кремнеземомъ въ шлакъ. Большая-же часть соединеннаго углерода замѣщается кремніемъ, а сама переходитъ въ графитовидное отличіе.

*Дѣйствіе мѣди на желѣзо и марганецъ, содержащіе соединенный углеродъ.*—Для этихъ опытовъ Рихардсонъ взялъ мѣдь, осажденную гальваническимъ токомъ, и зеркальный чугуны, прекрасныхъ качествъ, и содержащій 8 проц. марганца.

1. Всѣ употребленныхъ веществъ { Зеркальнаго чугуна . 45.61 гр.  
Мѣди . . . . . 22.19 "

Вещества эти были помѣщены въ глиняный тигель, который, въ свою очередь, былъ поставленъ въ другой тигель, — графитовый; оба эти тигля сверху закрыли одной общей, хорошо примазанной крышкой, и помѣстили въ горны гдѣ ихъ поддерживали втеченіи полутора часовъ при весьма высокой температурѣ. Хорошо сплавленный продуктъ отличался слѣдующими качествами: королькъ, по наружности совершенно похожій на первоначально взятый зеркальный чугуны; наружный слой его, толщиною около 1 линіи, походилъ на сѣрый чугуны. Близъ нижней стороны оставшагося безъ измѣненія зеркальнаго чугуна, замѣтны были пятнышки этого-же вещества и прослойкъ мѣди, окрашенный весьма блѣднымъ цвѣтомъ и идущій до поверхности.

Въ пустотѣ, образовавшейся на одной изъ сторонъ королька, видѣнъ былъ выдѣлившійся графитъ. Отдѣливъ его тщательно, металлъ взвѣсили, при чемъ оказалась въ немъ потеря=0.375 гр. Мѣдистая часть королька содержала 2.82 проц. марганца и 4.87 проц. желѣза. Въ изломѣ самого королька зеркальнаго чугуна не было замѣтно даже и слѣдовъ мѣди, хотя содержаніе послѣдней въ немъ оказалось=2.50 проц.

2. Всѣ употребленныхъ веществъ. { Зеркальнаго чугуна . . 32.38 гр.  
Мѣди . . . . . 32.38 "

Накалпваніе производилось также, какъ и въ первомъ случаѣ. Полученный продуктъ отличался тѣми-же качествами, какъ и въ № 1, исключая того, что поверхность его была покрыта графитомъ. Отдѣливъ этотъ графитъ, королекъ взвѣсили: потеря была 0.220 гр. Мѣдистая часть содержала 1.16 проц. марганца и 3.67 проц. желѣза.

3. Въсь употребленныхъ веществъ.	{	Зеркальнаго чугуна . . .	21.63 гр.
		Мѣди . . . . .	43.17 »

Королекъ обладалъ почти тѣми-же качествами, какъ и выше нами описанные; небольшое количество графита выдѣлилось на его поверхности. По отдѣленіи его, потеря была найдена въ 0.151 гр.

Въ опытахъ № 2 и 3 количество мѣди въ остаткѣ зеркальнаго чугуна не могло быть опредѣлено, по причинѣ трудности отдѣлить всю массу королика отъ механически запутанной въ немъ мѣди.

Заключеніе, къ которому приводятъ эти опыты, можетъ быть выражено слѣдующими словами: зеркальный чугунъ, содержащій 8 проц. марганца, при плавкѣ съ половиннымъ по вѣсу количествомъ мѣди, потерялъ 1.16 проц. марганца, а при плавкѣ съ равнымъ количествомъ мѣди потеря эта равнялась 1.34 проц. Выдѣленіе при этихъ сплавахъ графита—фактъ, достойный вниманія.

*Уменьшеніе количества кремнія въ чугунъ, при плавкѣ его съ одною окисью желѣза, или съ прибавкою марганца.*—Въ этихъ опытахъ Каропъ употреблялъ чугунъ, содержащій 0.99 проц. кремнія <sup>1)</sup>).

#### ПРОЦЕНТНОЕ ОТНОШЕНІЕ.

	Окисъ желѣза.	Метал. марганца.	Кремній въ продуктѣ.	Марганца.
1. плавка.	а. 10 . . .	не оказалось.	0.61	—
	б. 10 . . .	6	0.37	2.52
2. плавка.	а. 10 . . .	не оказалось.	0.52	—
	б. 10 . . .	—	0.18	1.07

Изъ этихъ опытовъ казалось-бы, что окисъ желѣза можетъ выдѣлять кремній изъ чугуна, и что при этомъ образуется кремнекислая закись марганца.

*Плавка съристого чугуна съ фосфористымъ чугуномъ, безъ прибавки и съ прибавкой марганца.*—Этими опытами мы также обязаны Каропу <sup>2)</sup>). Онъ выбралъ два образчика чугуна, изъ которыхъ одинъ заключалъ въ своемъ составѣ 1.04 проц. сѣры, а другой—0.85 проц. фосфора. Оба эти образца были сплавлены вмѣстѣ въ одинаковыхъ вѣсовыхъ количе-

<sup>1)</sup> Comptes rendus, t. LVI; 1863.

<sup>2)</sup> Тамъ-же, стр. 1017.

ствахъ, и продуктъ былъ отлитъ въ изложницу. Онъ содержалъ 0.51 проц. сѣры и 0.42 проц. фосфора. Послѣ переплавки этого продукта съ окисью желѣза, содержаніе въ немъ сѣры сдѣлалось=0.49 проц., а фосфора 0.42 проц. Еще разъ переплавленное съ 6 проц. металлическаго марганца, вещество это содержало 0.15 проц. сѣры и 0.39 проц. фосфора. Отсюда Каронъ заключаетъ, что при простой сплавкѣ содержащихъ сѣру и фосфоръ чугуновъ, количество этихъ веществъ, въ нихъ не уменьшается.

Углекислая закиси желѣза.  $\text{FeO}, \text{CO}^2$ .—Эта соль желѣза встрѣчается въ весьма большомъ количествѣ въ природѣ, въ формаціяхъ почти всѣхъ геологическихъ эпохъ. Это соединеніе принадлежитъ также къ числу лучшихъ желѣзныхъ рудъ, а потому и должно быть особенно изслѣдовано металлургомъ. Оно кристаллизуется, подобно известковому шпату, въ ромбоэдры. Это отличіе извѣстно подъ именемъ шпатоватаго желѣзняка и почти постоянно сопровождается углекислою закисью марганца, углекислою известью и магнезіею. Кристаллы его болѣе или менѣе прозрачны, съ стекляннмъ блескомъ, напоминающимъ собою нѣсколько перламутръ, цвѣта желтовато-бѣлаго; но впрочемъ, въ большей части, цвѣтъ его бываетъ бурый, что происходитъ отъ частичнаго его окисленія подъ влияніемъ атмосферы; при этомъ въ немъ образуется водная окись желѣза, а соответствующее количество углекислоты изъ него выдѣляется. Удѣльный вѣсъ самородной кристаллической углекислой закиси желѣза измѣняется отъ 3.70 до 3.92. Самородная соль эта, какъ кристаллическая, такъ и аморфная—безводна. Искусственно Сенармонъ получилъ ее въ видѣ сѣровато-бѣлаго песка, едва растворимаго въ слабыхъ кислотахъ, остающагося въ сухомъ воздухѣ почти безъ измѣненія и принимающаго весьма медленно блѣдный буроватый оттѣнокъ при лежаніи во влажномъ воздухѣ. Подобное соединеніе получалось чрезъ прокалываніе въ стеклянной, герметически закрытой трубкѣ смѣси сѣрнокислой закиси желѣза и углекислаго натра, или однохлористаго желѣза и углекислой извести. Первую изъ этихъ смѣсей накаливали до температуры  $150^\circ \text{Ц.}$ , или нѣсколько выше; температура же, до которой доводили вторую смѣсь, измѣнялась отъ  $130\text{—}200^\circ \text{Ц.}$  Прокалываніе продолжалось отъ 12 до 36 часовъ <sup>1)</sup>. Получаемое соединеніе было тѣмъ темнѣе и тѣмъ долѣе могло сохраняться на воздухѣ, чѣмъ температура, до которой доводили смѣсь, была выше и накалываніе продолжительнѣе. Форма кристаллическихъ зеренъ была явственно ромбоэдрическая. Въ слабой хлористоводородной кислотѣ кристаллическая соль растворяется весьма медленно. Прибавляя углекислое кали или углекислый натръ къ раствору какой нибудь соли закиси желѣза, какъ напр., къ однохлористому или сѣрнокислому желѣзу, получаютъ бѣлый, объемистый осадокъ водной основной углекислой закиси

<sup>1)</sup> Ann. de Chim. et de Phys., 3-e série, t. XXXIX, p. 135; 1850.

жельза, которая жадно поглощаетъ кислородъ изъ воздуха и становится сначала зеленой, а потомъ бурой. При этомъ она весьма быстро и совершенно превращается въ водную окись жельза. По этому, при искусственномъ приготовленіи углекислой закиси жельза необходимо брать самыя строгія предосторожности, чтобы удалить весь воздухъ изъ сосудовъ, въ которыхъ совершается реакція. Растворъ углекислой щелочи, предварительно передъ употребленіемъ, долженъ быть тщательно прокипяченъ, а самая жельзная соль должна быть совершенно свободна даже отъ слѣдовъ жельзистой окиси. Промывка и высушиваніе осадка должны непременно совершаться въ атмосферѣ углекислоты. Приготовленная такимъ образомъ углекислая закись жельза имѣетъ видъ зеленовато-бѣлаго или темно-зеленаго порошка, содержитъ воду и отъ 24 до 30 проц. углекислоты <sup>1)</sup>. Она нѣсколько растворима въ водѣ и растворимость эта увеличивается отъ присутствія углекислоты. Углекислая закись жельза встрѣчается иногда растворенною въ нѣкоторыхъ жельзистыхъ источникахъ, откуда она на воздухѣ выдѣляется въ видѣ бурого осадка водной окиси. Въ отсутствіи воздуха, жельзо растворяется въ водѣ, насыщенной углекислотой, превращаясь при этомъ въ углекислую закись, которая и остается болѣе или менѣе въ растворѣ. При этомъ вода разлагается съ выдѣленіемъ водорода, такъ что происходящая реакція вполне сходна съ тою, которая происходитъ при дѣйствіи на жельзо слабой сѣрной кислоты.

*Дѣйствіе возвышенной температуры* на безводную углекислую закись жельза заслуживаетъ быть нѣсколько подробно разсмотрѣннымъ. При накаиваніи ея до красна въ закрытомъ тиглѣ, изъ нея выдѣляются окись углерода и углекислота; остатокъ магнитный. Отдѣляющіеся при этомъ газы находятся между собой по объему въ отношеніи 1:5; составъ остатка соответствуетъ формулѣ  $4\text{FeO}, \text{Fe}^2\text{O}^3$ . При накаиваніи углекислой закиси съ ѣдкимъ кали, послѣднее извлекаетъ изъ нея углекислоту, при чемъ образуются углекислые кали, магнитная окись жельза и выдѣляется окись углерода <sup>2)</sup>.

Углекислая окись жельза.  $\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{CO}^2 + \text{aq.}$ —Это соединеніе, въ существованіи котораго прежде сомнѣвались, было въ послѣднее время тщательно изслѣдовано многими химиками. Самые компетентные опыты надъ этимъ соединеніемъ, принадлежатъ безспорно доктору Парману, <sup>3)</sup> который получалъ его, приливая, при обыкновенной температурѣ, въ нѣкоторомъ избыткѣ углекислый натръ въ растворъ жельзисто-калистыхъ квасцовъ. Получаемый при этомъ осадокъ не былъ ни промываемъ, ни просушиваемъ, а просто только былъ подвергнутъ, втеченіи приблизительно 12 часовъ, силь-

<sup>1)</sup> Smelin, Handb., Bd. V, S. 221.

<sup>2)</sup> Glasson, L. u. K. Jahresb., S. 443; 1847—1848.

<sup>3)</sup> American Journal of Science and Arts, t. XXXIV, p. 321; 1862.

ному сжатію между пропускной бумагой, а за-тѣмъ, еще влажный, переложень въ трубку съ шариками, сдѣланную изъ крѣпкаго стека. Все это взвѣсили и за тѣмъ нагрѣвали въ струѣ совершенно сухаго воздуха. Отдѣляющуюся воду улавливали въ предварительно взвѣшенной трубкѣ, наполненной хлористымъ кальціемъ, количество-же углекислоты было выведено по разности. Такимъ образомъ Паркманъ опредѣлилъ въ этомъ соединеніи отношеніе между кислотой и основаніемъ. Четыре подобныхъ разложенія трехъ различныхъ образцовъ этого соединенія дали почти совершенно одинаковые результаты. Составъ этого соединенія, вычисленный по его формулѣ будетъ:

Окиси желѣза. . . . .	78.43 проц.
Углекислоты . . . . .	21.57 »

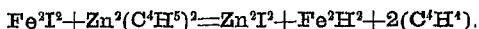
Средній-же полученный составъ, выведенный изъ четырехъ анализовъ, оказался:

Окиси желѣза. . . . .	79.74 проц.
Углекислоты . . . . .	20.26 »

Углекислая окись желѣза весьма непостоянна, она разлагается и при промывкѣ водой, и при просушиваніи надъ сѣрной кислотой въ безвоздушномъ пространствѣ, и наконецъ даже при простомъ спокойномъ стояніи.

## ЖЕЛѢЗО И ВОДОРОДЪ.

Ванглинъ и Каріусъ описали соединеніе желѣза въ водородомъ <sup>1)</sup>. Его получаютъ, дѣйствуя іодистымъ желѣзомъ на цинкъ — этиль, при чемъ образуются также іодистый цинкъ и газъ этиленъ. Слѣдующее уравненіе поясняетъ реакцію:



Это черный порошокъ, весьма похожій по виду на металлическое желѣзо и отдѣляющій чистый водородъ при легкомъ нагрѣваніи. Въ сухомъ мѣстѣ, соединеніе это можетъ сохраняться безъ измѣненія, въ присутствіи-же влажности, изъ него выдѣляется водородъ, и желѣзо превращается въ закись. Хлористоводородная кислота изъ него также вытѣсняетъ водородъ, превращая желѣзо въ однохлористое соединеніе. Составъ водородистаго желѣза, приведенный нами выше, нельзя считать совершенно вѣрно опредѣленнымъ.

<sup>1)</sup> Ann. de Chim et de Phys., 3-e Série, t. LXIV, p. 483; 1862.

## ДѢЙСТВІЕ НА ЧУГУНЪ СЛАБОЙ СѢРНОЙ И ХЛОРИСОВОДОРОДНОЙ КИСЛОТЪ.

*Бѣлый чугунъ.*— Когда бѣлый чугунъ подвергается растворяющему дѣйствию кислотъ, слабой сѣрной или хлористоводородной, то при этомъ отдѣляется воючій водородъ и образуется небольшое количество нерастворимаго остатка, темнубураго цвѣта въ сыромъ состояніи, и свѣтло-бураго при высуханіи. До сихъ поръ продукты этой реакціи не изслѣдованы, не смотря на то, что онѣ представляютъ широкое поприще для интересныхъ наблюденій, въ особенности-же для занимающихся органической химіей.

Характеристическій запахъ отдѣляющагося при этомъ водорода приписывается обыкновенно единственно присутствію углеводорода. Мы дѣлали нѣкоторыя изслѣдованія въ этомъ отношеніи, которыя здѣсь и изложимъ, надѣясь заохотить ими химиковъ, потому что этотъ предметъ заслуживаетъ вниманія. По замѣчанію Шретера (Schrötter), если этотъ водородъ пропускать сквозь сѣрную кислоту, то въ ней остается маслообразное вещество; онъ собралъ, если не ошибаемся, нѣсколько капель этого вещества. Мы приготовили по его способу отъ 30 до 60 гр. послѣдняго, растворя зеркальный чугунъ (Spiegeleisen) въ слабой сѣрной кислотѣ, съ легкимъ подогреваніемъ, гдѣ это было нужно. Раствореніе продолжалось нѣсколько дней и намъ удалось обработать всего до 4 килогр. (9¼ ф.) чугуна. Сѣрная кислота приняла бурый цвѣтъ, на видъ подобный водному раствору кислаго сѣрнокислаго хирина или корѣ каштановаго дерева; запахъ ея былъ крѣпкій, отличительный, сходный съ запахомъ нефти. Спусти нѣсколько дней, когда газъ отдѣлился, на поверхности кислоты собралась маслянистая жидкость свѣтллубраго цвѣта. Когда кислота казалась вполне насытившеюся, ее переливали въ другой сосудъ а на мѣсто ея наливали свѣжую. Значительное количество этого масла, приготовленнаго такимъ способомъ, было собрано отдѣльно. Кислота бураго цвѣта наливалась по временамъ и небольшими количествами въ большую массу холодной воды, находившейся въ сосудѣ, окруженномъ холодною-же водою. Черезъ 12 часовъ покойнаго стоянія, грязная, свѣтллубрая жидкость освѣтлялась, и на поверхности ея образовался слой масла темнубураго цвѣта; осталная часть жидкости была темнаго краснубураго цвѣта. Кислая жидкость была спущена сифономъ и плававшее на ней масло отдѣлилось.

Въ тонкомъ слойѣ масло имѣетъ темный бурозеленый цвѣтъ. Запахъ его подобенъ запаху нефти; оно издаетъ также запахъ сѣрнистой кислоты, который исчезаетъ отъ прибавленія углекислаго натра; оно горитъ блестящимъ пламенемъ, дающимъ копоть и легко растворимо въ холодномъ эфирѣ, образуя растворъ темнубураго цвѣта; но въ спиртѣ, на холодѣ, оно весьма трудно растворяется. Въ маслѣ замѣтно присутствие небольшого количества клочко-

ватаго вещества, свѣтло-бурого цвѣта, которое можетъ быть представляеть продуктъ окисленія, такъ какъ при собираніи масла. воздухъ имѣлъ свободный къ нему доступъ. Нѣсколько капель масла, спущенныя на стекло, сдѣлались на воздухѣ клейкими и приняли видъ смолистаго вещества.

Кромѣ этого свѣтло-бурого масла, образуется еще большое количество густаго чернаго масла, изъ котораго, отъ прибавленія сѣрной кислоты, отдѣляется на поверхность масло почти безцвѣтное. Темное масло горитъ отдѣляя копоть.

Свѣтлосе масло, въ смѣшеніи съ углекислымъ натромъ, при перегонкѣ частями, въ струѣ углекислоты, даетъ нѣсколько прозрачныхъ и безцвѣтныхъ продуктовъ, точки кипѣнія которыхъ находятся отъ 200 до 270° Ц. и выше. Они имѣютъ характеристическіе запахи. Последнее изъ перегоняющихся маселъ было изслѣдовано г. Тукесемъ (Тоокеу); онъ нашелъ его измернымъ съ маслороднымъ газомъ. Весьма вѣроятно, что углеводородъ или углеводороды, порождаемые зеркальнымъ чугуномъ, разлагаются отъ дѣйствія сѣрной кислоты. Часть, которая осталась не перегнаною, была блѣднаго желтаго цвѣта, маслянистаго свойства, какъ оливковое масло.

Пропуская газъ чрезъ абсолютный алкоголь, послѣдній приобретаетъ вызывающій тошноту запахъ газа, но масло въ немъ не удерживается. При пропусканіи этого-же газа сквозь стеклянную трубку, окруженную толченымъ стекломъ, смоченнымъ слабою сѣрною кислотою, сгущенія масла не было замѣчено.

Сухой нерастворимый остатокъ, полученный при раствореніи зеркальнаго чугуна, объемистъ, весьма легокъ, цвѣтъ его буросѣрый, онъ издаетъ особый запахъ. При осторожномъ нагрѣваніи въ трубкѣ, онъ отдѣляетъ бѣлые пары, которые, при сгущеніи, образуютъ маслянистыя капли. Вещество остатка загорается при низкой температурѣ и горитъ какъ трутъ. При кипяченіи съ растворомъ ѣдкаго кали, получается жидкость бурого цвѣта, съ особымъ запахомъ, изъ которой осаждается бурое клочковатое вещество, когда прибавляютъ къ ней избытокъ кислоты. Промытое и высушенное, это вещество принимаетъ темпобурый цвѣтъ и блескъ.

Г. Ганъ (Hahn) обнародовалъ недавно записку <sup>1)</sup> о результатахъ его изслѣдованій надъ продуктами растворенія чугуна въ кислотахъ. Мы считаемъ своею обязанностью дать здѣсь очеркъ этого труда, въ дополненіе къ вышеприведеннымъ результатамъ.

*Газообразные углеводороды.*—Газы, полученные при раствореніи чугуна въ хлористоводородной кислотѣ, были промыты въ растворахъ ѣдкаго кали и мѣдной соли, для освобожденія ихъ отъ сѣрнистаго и фосфористаго водородовъ. Очи-

<sup>1)</sup> Ann. der Chem. u. Pharm. Bd. CXXIX, S. 57.

ценный продуктъ, обработанный по способу Бунзена въ эвдиометръ шарикомъ изъ кокса, намоченнаго сѣрною кислотой, обнаружилъ присутствіе углеводорода  $C^mH^{2n}$ . При сжиганіи этого газа въ кислородѣ и послѣ собиранія образовавшейся углекислоты, могло быть доказано присутствіе и другихъ углеводородовъ.

Чтобы опредѣлить, что газъ, поглощаемый сѣрною кислотой, есть этиленъ, какъ предполагалъ Шафгейтъ, или смѣсь этилена съ пропиленомъ и бутиленомъ, его сгущали въ бромѣ и изслѣдовали различныя количества бромистыхъ жидкостей, отдѣленныхъ перегонкою и соответствующихъ опредѣленнымъ бромистымъ соединеніямъ, которыхъ точки кипѣнія заключались между точкою кипѣнія бромистаго этилена ( $132^\circ$  Ц.) и бромистаго каприлена (около  $190^\circ$ ).

Газъ сгущенный въ бромѣ, содержалъ такимъ образомъ смѣсь углеводородовъ—гомологовъ этилена.

Въ слѣдующей таблицѣ приведены количества углеводородовъ, полученныхъ въ продуктахъ растворенія различныхъ бѣлыхъ и сѣрыхъ чугуновъ, весьма богатыхъ углеродомъ и кремніемъ.

ПРОИСХОЖДЕНІЕ ЧУГУНА.	О Б Ъ Е М Ъ		Угледор. $C^mH^{2n}$ по 100 част. газа по объему.
	Первоначальный при $0^\circ$ .	Послѣ погло- щенія $SO^2HO$ .	
1. Пластинчатый чугунъ изъ Тейхгютте (на холодномъ дутьѣ) . . . . .	364.47	352.08	3.40
2. Бѣлый чугунъ, ковкій изъ Тейхгютте, очищенный марганцемъ . . . . .	923.49	911.74	1.26
3. Сѣрый, неизвестно откуда . . . . .	944.15	940.79	0.36
4. Сѣрый изъ Лербака (на горячемъ дутьѣ) съ 4% кремнія . . . . .	808.66	806.40	0.28
5. Зеркальный изъ Пейна (Peine), богатый фосфоромъ . . . . .	»	»	1.60

*Маслообразные углеводороды.*— Для полученія этихъ углеводородовъ, Ганъ пропускалъ сквозь рядъ банокъ съ водою газы, отдѣляющіеся при раствореніи чугуна, очищенные предварительно растворами кали и соли мѣди.

Маслообразный продуктъ, собранный такимъ образомъ при раствореніи большого количества сѣраго чугуна, имѣлъ такой составъ.



	С.	Н.
№ 1 . . . . .	85.3	14.7
2 . . . . .	85.7	15.0
3 . . . . .	85.9	14.0

Формула  $C^2H^{2n}$  требуетъ  $C=85.71$ ;  $H=14.29$

Это масло безцвѣтно, легче воды; на воздухѣ оно желтѣетъ и отличается неприятнымъ и рѣзкимъ запахомъ; оно растворимо въ сѣрной кислотѣ, которая превращаетъ его постепенно въ вещество бурога цвѣта, съ отдѣленіемъ сѣрнистой кислоты. Оно начинаетъ кипѣть около  $100^\circ$  Ц., но термометръ при этомъ быстро повышается до  $275^\circ$  Ц. и тогда отдѣляются бѣлые пары. Въ таблицѣ приведены данныя, полученные при изслѣдованіи этого масла.

	Сырое.	Послѣ достиженія отъ $110^\circ$ до $275^\circ$ Ц.	
		Перегнанное.	
Плотность пара . . . . .	8.20	6.30	6.99    5.92
Вѣсъ частицы (молекуля) . .	236.9	183.00	202.06    171.03
Эмпирическая формула . . . .	$C^{16.9}H^{13.8}$	$C^{13}H^{26}$	$C^{14}H^{28.9}$ $C^{12.2}H^{24.4}$

Эти результаты доказываютъ, что масло состоитъ изъ смѣси углеводовъ—гомологовъ этилена; ихъ точки кипѣнія суть:

Энантиленъ зеленый . . . . .	$95^\circ$ .
Каприленъ — . . . . .	$125^\circ$ .
Нониленъ — . . . . .	$144^\circ$ .
Парамиленъ — . . . . .	$163^\circ$ .
Цетенъ — . . . . .	$275^\circ$ .

Сгущенное масло сначала бываетъ безцвѣтно, но скоро начинаетъ желтѣть и переходить въ бурюю жидкость, которая обезцвѣчивается сѣрною кислотою. При перегонкѣ безцвѣтнаго масла, часть его, переходящая около  $300^\circ$  Ц., имѣетъ бурый цвѣтъ. Въ присутствіи водныхъ растворовъ хлора или брома, сгущенная жидкость образуетъ смолистую массу, растворимую въ эфирѣ и отличающуюся запахомъ камфоры. Растворъ іода окрашиваетъ его въ красный цвѣтъ, съ образованіемъ бурога клочковатаго осадка. Эти свойства отличаютъ это вещество отъ углеводовъ  $C^n H^{2n}$ , но приближаютъ его къ эфирнымъ масламъ  $C^{10}H^{16}$ .

*Нерастворимый остатокъ.*—Нерастворимый остатокъ отъ растворенія чугуна въ кислотѣ, растворяется въ эфирѣ и абсолютномъ спиртѣ. Получаемый въ послѣднемъ случаѣ растворъ имѣетъ кислую реакцію и съ спиртовыми растворами уксуснокислаго свинца даетъ желтый осадокъ. Вода въ немъ также производитъ осадокъ. Шафгейтъ считалъ это вещество органи-

чекимъ амміачнымъ соединеніемъ, пропеходящимъ вѣроятно отъ окисленія эфирныхъ маслъ.

*Сѣрый чугуиъ.*—Нерастворимый остатокъ, который получается при дѣйствіи слабой сѣрной или хлористоводородной кислотъ на сѣрый чугуиъ, состоитъ по преимуществу изъ графита; можно впрочемъ полагать, что въ немъ часто находится и окристаллованный кремній, потому что это вещество, подобно углероду, отдѣляется при охлажденіи чугуна, точно также какъ онъ отдѣляется при охлажденіи цинка, въ способѣ приготовленія кремнія Девиля. Рихтеръ въ Леобенѣ, въ одиномъ образчикѣ чугуна, показалъ присутствіе чешускъ кремнія, окристаллованнаго въ формѣ октаэдровъ; онъ нашель ихъ въ нерастворимомъ остаткѣ отъ дѣйствія соляной кислоты <sup>1)</sup>. Мы уже говорили что Т. Г. Генри нашель кристаллы кремнія въ чешуйкахъ графита въ остаткѣ, полученномъ при дѣйствіи соляной кислоты на чугуиъ. Мы получили великолѣнные образчики графита, въ большихъ листкахъ, съ заводовъ Довлэй (Dowlais), за которые мы обязаны г. Чайлду (Child), химику этихъ заводовъ. Часть ихъ была подвержена продолжительному дѣйствію соляной кислоты; кромѣ графита, остались нерастворенными кусочки шлакообразнаго вещества. Остатокъ, промытый водою и высушенный, былъ обработанъ сплавленнымъ ѣдкимъ кали въ золотомъ тиглѣ; въ массѣ произошло сильное вскипаніе отъ отдѣлявшагося газа, который воспламенялся на поверхности ея, подобно водороду. Количество кали прибавляли постепенно и массу поддерживали въ расплавленномъ состояніи до прекращенія отдѣленія газа. При подобной-же обработкѣ самороднаго графита не было ни малѣйшаго кипѣнія. Явленіе кажется намъ пропеходило отъ весьма вѣроятнаго присутствія свободнаго кремнія.

Въ 1817 году профессоръ Даніель обнародовалъ записку *о механическомъ сложеніи желѣза, обнаруженномъ риствореніемъ, и о соединеніяхъ кремнія въ чугуиъ* <sup>2)</sup>. Кубъ изъ сѣраго чугуна былъ погруженъ въ слабую хлористоводородную кислоту; по насыщеніи кислоты его вынули и осмотрѣли; онъ казался сохранившимъ первоначальный объемъ и состоящимъ изъ мягкаго, губчатаго вещества.

Также точно обработанъ былъ кубъ изъ бѣлаго чугуна, съ лучистымъ изломомъ; при этомъ необходимо было втрое болѣе времени для насыщенія кислоты, чѣмъ при сѣромъ чугуиѣ. Губчатая масса этого металла легко рѣзалась ножомъ; цвѣтъ ея темносѣрый, подобный графиту; часть ея была высушена на пропусной бумагѣ и черезъ минуту она вдругъ нагрѣлась и стала дымиться. Въ другой разъ бумага сгорѣла отъ этого-же вещества скопившагося на ней и воспламенившагося. Его свойства не измѣняются отъ

<sup>1)</sup> Berg. u. Hüttenmännisches Jahrb., Bd. XI, S. 228; 1862.

<sup>2)</sup> The Journal of Science and the Arts, t. II. p. 278.

пробыванія втеченіи многихъ недѣль въ растворѣ желѣза или въ водѣ. Часть этого вещества, бывшая втеченіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ въ сосудѣ, подъ прикрытіемъ раствора желѣзнаго купороса, произвела повышеніе температура на 20°, когда ее собрали на цѣдилку. Оно поглощало кислородъ и нагрѣвалось неизмѣнія своего наружнаго вида. Въ струѣ хлора оно нагрѣвалось еще сильнѣе и образовало жидкость желтаго цвѣта. Другая часть этого вещества, промытаго послѣ того, какъ оно находилось долгое время подъ хлористоводородною кислотою и т. д., была нагрѣта до темнокраснаго казенія съ 13 граммами чистой соды въ серебряномъ тиглѣ. Едва показалась первая выпышка газа, тигель выпули изъ огня и обработали массу водою. Нерастворимый остатокъ, обработанной хлористоводородной кислотою, промытый и высушенный, былъ похожъ на желѣзную слюдку. Водный растворъ, насыщенный также хлористоводородной кислотою и выпаренный, сдѣлался студенистымъ и далъ характеристическій осадокъ кремнезема.

Кальверъ изслѣдовалъ остатокъ отъ продолжительнаго дѣйствія, втеченіи двухъ лѣтъ, слабой хлористоводородной и уксусной кислотъ на кубы изъ сѣраго чугуна. Первоначальное количество металла уменьшилось на 75 проц. На воздухѣ осадокъ быстро нагрѣлся, что зависѣло, по мнѣнію Кальвера, отъ окисленія содержащагося въ немъ желѣза. Вотъ его разложенія чугуна и остатка 1).

	Чугунъ.	Остатокъ.
Углерода . . . . .	2.900	11.020.
Азота . . . . .	0.790	2.590.
Кремнія . . . . .	0.478	6.070.
Желѣза . . . . .	95.413	79.960.
Сѣры . . . . .	0.179	0.096.
Фосфора . . . . .	0.132	0.059.
Потери . . . . .	0.108	0.205.
	<hr/> 100.000	<hr/> 100.000.

Этотъ остатокъ еще не былъ изслѣдованъ удовлетворительно.

### дѣйствіе морской воды на чугунъ.

При продолжительномъ дѣйствіи морской воды на чугунъ, послѣдній пріобрѣтаетъ видъ легкой, губчатой массы сѣраго цвѣта. Мы имѣемъ образчикъ чугуна отъ ядра, поднятаго изъ моря въ Фальмутѣ, которое, полтаютъ, находилось тамъ нѣсколько лѣтъ. Въ старыхъ шлакахъ сыродутныхъ горновъ

1) Jahresh. Wagner, S. 24; 1861.

встрѣчаются зерна металла, замѣщенные веществомъ подобнаго-же вида: это измѣненіе весьма хорошо извѣстно.

Одно военное судно утонуло передъ Карлсбропомъ; пушки его были вынуты изъ воды черезъ пятьдесятъ лѣтъ, и третья часть металла въ нихъ, оказалась превратившеюся въ графитную массу, скважистую, сѣраго цвѣта; черезъ четверть часа послѣ лежанія на воздухѣ, онѣ до того разогрѣлись, что вода, бывшая на нихъ, превратилась въ пары и невозможно было дотронуться до нихъ. Берцелиусъ, приводя этотъ фактъ, полагаетъ, что желѣзо, отъ совмѣстнаго дѣйствія кислорода и углекислоты на воду, превратилось мало по малу въ углекислую соль и растворилось въ водѣ <sup>1)</sup>, Вилькинсонъ приводитъ слѣдующіе факты <sup>2)</sup>. Нѣсколько судовъ испанской Армады потонули около Мулла (Mull), у береговъ Шотландіи; въ 1740 году пушки одного изъ нихъ «Флориды» были подняты изъ воды; онѣ были мѣдныя и чугуныя; при скобленіи чугунныхъ орудій, которыя были сильно повреждены водой, они такъ нагрѣлись, что до нихъ невозможно было дотронуться; но, по прошествіи двухъ или трехъ часовъ лежанія на воздухѣ, они потеряли эту способность; нельзя было замѣтить никакой разницы въ состояніи ихъ до и послѣ накаливанія. «Жители Мулла и всѣ свидѣтели этого явленія «были чрезвычайно удивлены имъ (легко себѣ это представить); не будучи «въ состояніи найти ключъ къ загадкѣ, они обратились къ корабельному «хирургу, какъ самому ученому изъ числа присутствовавшихъ; пораженный «не менѣе прочихъ, хирургъ отвѣчалъ, что хотя эти пушки находились въ «водѣ втеченіи двухсотъ лѣтъ, но надо полагать, что въ минуту потопленія «ими дѣйствовали и онѣ были разгорячены, и съ тѣхъ поръ не имѣли вре- «мени охладиться».

Въ 1545 году въ морской битвѣ съ французами въ виду Портсмута, англійскій корабль Мери-Розъ (Mary-Rose) былъ такъ обремененъ артиллеріей, что пошелъ ко дну со всѣмъ своимъ экипажемъ, около 600 человѣкъ. 16 іюня 1836 г. одно бронзовое орудіе, длиною около 11 футовъ принадлежавшее этому кораблю, было поднято изъ воды съ помощью водолазнаго прибора. Въ немъ находилось чугунное ядро, которое на воздухѣ разогрѣлось до красна и раздѣлилось на части. «Въ то-же самое время подняли изъ воды, говоритъ г. Вилькинсонъ, еще четыре бронзовыя и три желѣзныя орудія съ Мери-Розъ». Желѣзныя пушки принадлежали къ старой системѣ изъ пластинъ, соединенныхъ желѣзными обручами; онѣ были заряжены; но какъ онѣ были сдѣланы изъ мягкаго желѣза, то не представили на себѣ того страннаго явленія, которое имѣло мѣсто въ чугунныхъ ядрахъ. Ядра,

<sup>1)</sup> Traité. t. II, p. 696.

<sup>2)</sup> On the extraordinary effect etc.—О странномъ дѣйствіи морской воды на чугунъ. Военныя орудія, соч. Г. Вилькинсона стр 238; 1841.

которыя по своему размѣру должны были вѣсить 33 фунта, вѣсили только 23 фунта; ядра восьмидюймовыя или въ 1 п. 32 ф. вѣсомъ, вѣсили только 1 п. 8 фунтовъ, хотя имѣли видъ обыкновенныхъ ядеръ, пока не разгорячились до красна и не разсыпались, послѣ лежанія на воздухѣ.

*Сохраненіе чугуна и желѣза въ морской водѣ.* — Т. Бекъ <sup>1)</sup> и Унгесъ (Unges) <sup>2)</sup> занимались изученіемъ дѣйствія морской воды на желѣзо, олово и цинкъ; они нашли, что послѣдній металлъ по преимуществу имѣетъ способность предохранять желѣзо отъ окисленія въ морской водѣ. По этому-же предмету, о защитѣ цинкомъ желѣза отъ окисленія, была написана Мункелемъ статья <sup>3)</sup>. Г. Альтгаузъ (Althaus), директоръ солотоваренныхъ заводовъ въ Дюргеймѣ, предотвращаетъ воишь выпарительныя чрены отъ окисленія, придѣлывая къ нимъ снаружи цинковыя полосы; а г. Пфечь (Pfetsch), директоръ солотоваренъ въ Варанжевилѣ, взявъ привилегію (1856) на предохраненіе выпарительныхъ печей посредствомъ цинковыхъ пластинъ, расположенныхъ по угламъ въ особыхъ пустотахъ, наполненныхъ соленою водою, въ которыхъ цинкъ соприкасается съ металломъ печей.

Въ 1863 г. Каронъ представилъ морскому министру во Франціи литографированную записку, содержащую въ себѣ результаты его опытовъ, предпринятыхъ не съ цѣлью открытія новаго средства для предохраненія желѣза, но для опредѣленія условій, могущихъ уменьшить порчу и издержки, преимущественно въ отношеніи съ корабельной бронѣ. Благодаря любезности самого автора, доставившаго намъ эту записку, мы можемъ представить здѣсь читателямъ нѣкоторыя извлеченія изъ нея. Оставивъ въ сторонѣ многія подробности, мы скажемъ только, что вообще изъ опытовъ Карона можно вывести, что цинкъ защищаетъ желѣзо отъ окисленія, когда онъ соприкасается съ нимъ и когда оба металла погружены въ одну и ту-же жидкость или въ двѣ жидкости, которыя сообщаются.

Для опредѣленія поверхности цинка, цужной и достаточной для предохраненія данной поверхности желѣза, Каронъ дѣлалъ опыты надъ цинковыми проволоками, придѣланнымъ къ желѣзнымъ листамъ и погруженными въ одну и ту-же жидкость, взятую въ количествѣ, соответствующемъ цѣли, и нашелъ, что погруженная поверхность цинка была около 0.01 поверхности желѣза. Онъ долженъ былъ принять при этомъ, что величина защищающей поверхности зависитъ отъ природы защищаемого металла; мягкое желѣзо требуетъ болѣе поверхности, сравнительно съ желѣзомъ сталеватымъ, отоженная сталь, болѣе противу закаленной, и сѣрый чугунъ, болѣе противу бѣлаго. Предѣломъ, который не слѣдовало бы переходить надо, считать, что единица

<sup>1)</sup> Ann. de Chim., t. LXIV, p. 225.

<sup>2)</sup> Journ. für prakt. Chem., S. 285; 1836.

<sup>3)</sup> Ann. des Mines, t. XVII, 3-e série, p. 423; 1840

поверхности цинка защищаетъ 100 единицъ желѣза; низшій предѣлъ будетъ 1 цинка противъ 500 желѣза.

## СПЛАВЫ ЖЕЛѢЗА.

Наши свѣдѣнія о сплавахъ желѣза слишкомъ несовершенны. Есть весьма много наблюдений, относительно присутствія различныхъ металловъ въ стали и чугунахъ, но ихъ слишкомъ мало относительно сплавовъ чистаго желѣза. Мы представляемъ здѣсь всѣ свѣдѣнія, какія мы могли собрать объ этомъ важномъ предметѣ.

### ЖЕЛѢЗО И МѢДЬ.

Ринманъ накаливалъ въ сильномъ жарѣ самодувной печи, въ тиглѣ, смѣсь изъ 5 частей желѣза, съ 1 частью мѣди въ видѣ дроби.

Королекъ сплавился хорошо, съ выпуклою поверхностью и вѣсилъ немного менѣе, чѣмъ сумма употребленныхъ металловъ; онъ былъ твердъ, вязокъ и разбивался съ трудомъ; изломъ его, бѣлый съ черными точками, не давалъ замѣтить ни малѣйшаго слѣда мѣди, но на поверхности, тамъ и сямъ, видна была мѣдистая пленка <sup>1)</sup>. Что касается до вліянія мѣди на желѣзо, то, по мнѣнію Карстена, доводы Ринмана противурѣчивы; такъ, въ одномъ мѣстѣ своей записки онъ говоритъ: «по невѣжеству, думали, что желѣзо дѣлается красноломкимъ отъ мѣди, которую оно въ себѣ заключаетъ, и нѣкоторые иностранцы бывають такъ просты, что думаютъ, что шведское желѣзо вообще содержитъ мѣдь, и потому красноломко»; между тѣмъ въ другомъ мѣстѣ онъ говоритъ: «нельзя сомнѣваться, что присутствіе мѣди въ полосовомъ желѣзѣ не даетъ возможности устранить красноломкость металла <sup>2)</sup>».

Мушетъ производилъ опыты въ отношеніи «практическихъ способовъ для соединенія желѣза съ мѣдью»; вотъ его заключеніе: «чистое, мягкое желѣзо можетъ соединяться съ мѣдью во всякой пропорціи, можетъ уравниваться и даже превосходить вѣсь мѣди; густота мѣдистаго цвѣта увеличивается до тѣхъ поръ, пока количества обонхъ металловъ не сдѣлаются одинаковы; изломъ блѣднѣетъ, по мѣрѣ преобладанія желѣза.

При 50 проц. желѣза сплавъ отличается большою прочностью; твердость его увеличивается съ количествомъ желѣза, но прочность уменьшается, такъ

<sup>1)</sup> Geschichte des Eisens. Bd. I, S. 464.

<sup>2)</sup> Geschichte des Eisens. Bd. I, S. 462 и 388.

что при разрѣзываніи онъ разламывается подѣ ножницами» <sup>1)</sup>). Увеличеніе густоты цвѣта не согласуется съ нашими опытами; мы докажемъ это впоследствии.

По Карстену, желѣзо можетъ удерживать только извѣстное количество мѣди, конечно весьма небольшое, потому что мѣдь можетъ соединиться лишь съ малымъ количествомъ желѣза <sup>2)</sup>). Онъ замѣчаетъ также, что по видимому, мѣдь весьма слабо дѣйствуетъ на магнитную способность желѣза, потому что магнитомъ можно открыть въ мѣди даже весьма малое его количество. Сдѣлавъ намекъ на разнорѣчіе во взглядахъ, относительно вліянія мѣди на желѣзо, Карстенъ приводитъ общее мнѣніе практиковъ, опытныхъ въ выдѣлкѣ желѣза, по которому—мѣдь дѣлаетъ желѣзо красноломкимъ. Онъ дѣлалъ опыты въ широкихъ размѣрахъ, чтобы убѣдиться въ этомъ. Передѣлывая чугуны въ ковкое желѣзо въ горнѣ, дѣйствующемъ древеснымъ углемъ, онъ прибавилъ къ металлу  $\frac{1}{2}$  проц. мѣди. Во время работы въ огнѣ рѣзко замѣтно было присутствіе зеленого пламени. Полосовое желѣзо отъ этого перваго опыта не было нисколько красноломко. Опытъ былъ повторенъ съ 1 проц. мѣди въ заправкѣ; но желѣзо въ крицѣ плохо сваривалось; послѣ трехъ или четырехъ нагрѣвовъ свойства его не улучшились. При погруженіи въ воду сильно нагрѣтой полосы, показалось зеленое пламя, и Карстенъ приписываетъ, что этимъ способомъ можно немедленно обнаружить присутствіе мѣди въ желѣзѣ. Изъ восьми полосъ, выкованныхъ изъ этой крицы, шесть выдержали обыкновенное испытаніе, но двѣ разломались. Хотя тягучесть не пострадала отъ прибавленія 1 проц. мѣди, но свариваемость уменьшилась. Разложеніе показало, что это желѣзо заключало въ себѣ 0.286 проц. мѣди. Карстенъ говоритъ, что такое мѣдистое желѣзо растворяется въ сѣрной кислотѣ и царской водкѣ въ шесть разъ медленнѣе, чѣмъ чистое полосовое желѣзо.

По мнѣнію профессора Эггерта въ Фалунѣ, мягкое желѣзо, содержащее  $\frac{1}{2}$  проц. мѣди бываетъ едва красноломко <sup>3)</sup>).

Г. Лонгмейдъ (Longmaid) взялъ привилегію на прибавленіе къ желѣзу отъ  $1\frac{1}{2}$  до 2 фунт. мѣди на тонну желѣза, что приблизительно составляетъ отъ 23 до 33 золотниковъ на пудъ <sup>4)</sup>). Мѣдь кладется въ расплавленный чугунъ во время кричнаго процесса или пудлингованія. Изобрѣтатель утверждаетъ, чему однако повѣрять немногіе, что такое желѣзо отличается необыкновенной твердостью, сохраняя всю свою ковкость. Намъ неизвѣстны доказательства, въ подтвержденіе такого довода.

Слѣдующіе опыты были сдѣланы г. Рихардсономъ, по вопросу о сплавахъ желѣза съ мѣдью. Онъ бралъ толстую желѣзную проволоку и мѣдь, осажден-

<sup>1)</sup> Phil. Mag. t. VI, p. 81. 1835.

<sup>2)</sup> Eisenhüttenkunde. Bd. I, S. 408.

<sup>3)</sup> Jahres-Bericht, Wagner, S. 9. 1862.

<sup>4)</sup> A. D. 1861. n° 1863.

ную гальваническимъ путемъ. Оба металла, въ обрѣзкахъ, сплавлялись подъ толченымъ стекломъ, въ глиняныхъ тигляхъ, съ замазанными крышками.

1.—12.95 гр. желѣза и 64.77 гр. мѣди. Колобокъ сплавился хорошо, въ силѣ на 0.52 гр. менѣе чѣмъ употребленные металлы; онъ долженъ содержать 16.6 проц. желѣза. Наружно онъ имѣлъ цвѣтъ мѣди; сплюснутый съ верхней поверхности, онъ сохранилъ округленные края; наростовъ не было, но въ одномъ мѣстѣ, близъ окружности, была легкая впадина, въ которой въ луппу можно было видѣть, что строеніе металла заключалось въ губчатомъ скученіи частичекъ, слабокристаллическихъ. Онъ былъ гораздо тверже и вязче мѣди; при разрѣзываніи ножницами въ холодномъ состояніи, нужно было рѣзать его почти до конца, чтобы быть въ состояніи разнять обѣ получающіяся при этомъ половинки одну отъ другой. Онъ чертился плавиковымъ шпатомъ, но не чертился известковымъ. Изломъ былъ мѣдно-розоваго цвѣта, но нѣсколько блѣднѣе цвѣта розетной мѣди; его сложеніе представляло зернистую поверхность, блестящую и шелковистую, смотря по направленію падающаго свѣта; слабое увеличительное стекло не обнаруживало въ немъ неоднородности. Только одинъ кусокъ этого металла не могъ быть вытянутымъ въ полоску, по недостатку въ немъ однородности. Мы были удивлены вязкостью этого сплава. Онъ сплющивался подъ молоткомъ при темнокрасномъ нагрѣвѣ, но давалъ рванины. Почти не стоитъ прибавлять, что наблюденія надъ качествами этого металла при его обработкѣ, должны быть сдѣланы надъ кускомъ болѣе значительнаго объема, чѣмъ полученный при этомъ опытѣ.

2.—Желѣза 19.43 гр. и мѣди 64.77 гр. За исключеніемъ 3.56 гр. желѣза, которое не сплавилось, колобокъ сплавился хорошо. Потеря достигла 1.42 гр. Изломъ былъ краснаго мѣдистаго цвѣта, но блѣднѣе чѣмъ въ № 1; онъ былъ зернистый, кристаллическій, казался однороднымъ и мы не могли въ луппу открыть въ немъ ни малѣйшей частички желѣза. Вязкость металла была менѣе, чѣмъ въ № 1; онъ заключалъ въ себѣ около 20 проц. желѣза, разсчитывая, что только пещавившееся желѣзо не вошло въ составъ его.

3.—Желѣза 45.34 гр. и мѣди 45.34 гр. Потеря была 5.18 гр. Колобокъ сплавился хорошо, цвѣтъ его мѣдистый, красный, съ фіолетовымъ отливомъ; онъ былъ очень хрупокъ, въ изломѣ тонкозернистъ. Въ немъ было около 50 проц. желѣза.

4.—Желѣза 45.34 гр. и мѣди 32.39 гр. потеря 0.39 гр. Колобокъ сплавился хорошо. Середина верхней поверхности была слегка вогнута; на поверхности цвѣтъ былъ желѣзный и она казалась какъ-бы покрытою тонкой пленкой этого металла; въ луппу вездѣ замѣтны были слѣды кристаллизаціи, подобной тому, какая замѣчается при улетучиваніи нашатыря на стеклѣ. Желѣзная пленка распространялась къ низу, около вѣшнихъ краевъ и неправильно на нижней поверхности колобка. Металлъ былъ очень хрупокъ. Въ изломѣ представля-



лось сходство съ № 3; онъ былъ неровенъ и яспо-кристаллическій; въ дупку, весь металлъ казался составленнымъ изъ спученныхъ кристалловъ, похожихъ на кристаллы нашатыря; большія линіи спайности рѣзко обрисовывались, были неровны и состояли изъ мелкихъ параллельныхъ плоскостей, производящихъ блескъ съ отливомъ, смотря по измѣняемости угла падающаго на нихъ свѣта. Сплавъ содержалъ въ себѣ около 58.25 проц. желѣза.

5.—Желѣза 51.82 гр., мѣди 12.95 гр. Потеря достигла только 0.13 гр. Колобокъ сплавился хорошо; металлъ очень хрупокъ. Цвѣтъ излома блѣдный, сѣрый, отливающий въ мѣдный и измѣняющійся въ густотѣ, смотря по направленію свѣтовыхъ лучей; изломъ кристаллическій, зернистый, блестящій сильнѣе № 4. Частички красной мѣди обнаруживались въ разныхъ точкахъ, преимущественно въ нижней части колобка. Въ обыкновенный микроскопъ изломъ казался состоящимъ изъ подобныхъ слюдѣ листочковъ желѣзно-сѣраго цвѣта, перемѣшанныхъ съ зернами, похожими на красную мѣдь. Металлъ содержалъ 80 проц. желѣза. Въ каждомъ изъ приведенныхъ здѣсь опытовъ, колобокъ сильно дѣйствовалъ на магнитную стрѣлку.

Мушеть, сплавила мѣдь со сталью и чугуномъ, пришелъ къ слѣдующимъ результатамъ <sup>1)</sup>. Литая сталь съ 5 проц. мѣди пріобрѣтаетъ такую твердость, что негодится дляковки и не можетъ точиться; между тѣмъ слитокъ имѣетъ кристаллическое сложеніе, подобно литой стали, и ни снаружи, ни на поверхностяхъ излома, не обнаруживаетъ слѣдовъ мѣди. Стальная полоса, сплавленная съ 10 проц. мѣди, даетъ слитокъ по наружному виду тождественный съ предыдущимъ, но съ менѣе явственными, прямолинейнымъ и лучистымъ кристаллическимъ сложеніемъ; онъ былъ твердъ и ломокъ, и въ изломѣ видны были маленькія точки мѣди. (Такъ сказано въ текетѣ, но конечно желѣзо и мѣдь были смѣшаны попеременно). Слитокъ, полученный при сплавленіи стали съ 20 проц. мѣди, послѣ опиловки, оказался краснаго мѣдистаго цвѣта на верхней поверхности и блестящимъ какъ сталь на нижней; въ изломѣ зерно ровное. Сталь, сплавленная съ третью своего вѣса мѣди, даетъ слитокъ, въ которомъ мѣдь остается внизу; онъ былъ со свищами и жевалами на изломѣ. Бѣлый чугунъ, сплавленный съ тѣми-же количествами мѣди, представляетъ почти тѣ-же явленія, но тутъ замѣчается болѣе склоности къ ликвиціи, когда количество мѣди превосходитъ 5 проц. При плавленіи сѣраго чугуна № 1 съ 5 проц. мѣди, на нижней поверхности слитка видны красныя мѣдныя пятна, тоже и въ изломѣ; при 10 проц., мѣдь сама собою отдѣляется листками на поверхности чугуна; при 20 проц. на днѣ тигля находятъ корольгъ мѣди подь чугуномъ. Изъ этого Мушеть заключилъ, что: «мѣдь соединяется съ желѣзомъ въ пропорціи содержащагося въ немъ углерода».

<sup>1)</sup> Phil. Mag. t. VI.

Фарадэ и Штодартъ плавилъ сталь съ 2 проц. мѣди, но это не дало никакого примѣтнаго улучшенія качества металла <sup>1)</sup>).

Мы будемъ часто возвращаться къ опытамъ Фарадэ и Штодарта надъ сплавами стали, и потому необходимо объяснить здѣсь способъ ихъ производства: «для приготовления сплавовъ въ большомъ масштабѣ», писали они, мы должны были переѣхать изъ Лондона въ одну изъ стальныхъ фабрикъ Шеффилда, и, какъ мы не могли лично слѣдить за опытами, то мы ихъ вѣрили вѣрному и опытному лицу. Ему переданы были сталь и металлы для сплавовъ, въ необходимомъ количествѣ и въ самомъ соответственномъ видѣ, а также сообщены наставленія, чтобы онъ каждый разъ увѣрялся, что весь металлъ помѣщенъ въ тигель и въ печь безъ малѣйшихъ примѣсей. Онъ долженъ былъ смотрѣть за тиглемъ и долго держать металлъ въ расплавленномъ состоянii передъ выливкой. Послѣ отливки, слитокъ проковывался съ необходимыми предосторожностями; его проковывали въ полосы, приличныхъ размѣровъ и при достаточно возвышенной температурѣ, чтобы металлъ былъ мягокъ».

«Тогда металлъ препровождался къ намъ и мы изслѣдовали его механически и химически, для сравненія съ тѣми образцами, которые были приготовлены въ нашей лабораторiи. По наружному виду и излому, произведенному ударомъ молота, мы могли сдѣлать довольно правильное сужденіе объ общихъ качествахъ сплава; далѣе онъ былъ передѣланъ въ инструменты и орудія, отожженные или закаленные надлежащимъ образомъ и подвергнутъ строгимъ испытаніямъ, для опредѣленія твердости, вязкости и другихъ свойствъ его».

Г. Штенгель обнародовалъ записку о вліяніи сѣры, кремнія и мѣди на качества желѣза и стали <sup>2)</sup>), но какъ имъ были опредѣлены только одни отношенія между этими тѣлами, то и возможные изъ нихъ выводы должны быть сдѣланы съ осторожностью: впрочемъ результаты такъ важны, что ихъ здѣсь слѣдуетъ представить въ извлеченіи; заводчики обратили недавно вниманіе на разные сорта продажнаго желѣза, чтобы опредѣлить причины различія въ качествахъ его.

<sup>1)</sup> The Quarterly Journal of science, literature and the arts, t. IX, p. 329. 1820. Philosoph. Trans. p. 266, 1822.

<sup>2)</sup> Ueber den Einfluss des Schwefels Siliciums, und Kupfers auf die Güte des Eisens und Stahls. Karsten's Archiv, Bd. X, S. 744. 1837.

ТАБЛИЦА ВЫВОДОВЪ ШТЕНГЕЛЯ.

Знакъ — обозначаетъ, что тѣло было опредѣляемо, но не опредѣлено; знакъ...., что тѣло не было опредѣляемо.

Ж е л ѳ з о .				
Нумеръ.	Сѣра во 100.	Кремній во 100.	Мѣдь во 100.	Мѣстность.
1	0.002	0.056	—	Округъ Саарбрюкъ.
2	0.004	0.048	0.07	Эйфель.
3	0.013	0.050	—	Англійское пудлинговое желѣзо.
4	0.016	0.076	—	Заводъ Гальбергъ, Саарбрюкъ.
5	0.116	0.192	—	Доставленъ изъ Бонна; происхожденіе неизвѣстно.
6	0.018	0.038	0.21	Пудлинговое желѣзо изъ Альфа бл. Кохемъ.
7	0.015	0.096	0.44	Зигенъ.
8	0.032	0.278	0.38	Гарцъ.
С т а л ь .				
9	0.002	0.115	—	Сырая сталь изъ окрест. Эйзенерца, Штирія.
10	0.028	.....	0.02	Сталь Брескианъ <sup>1)</sup> .
11	0.002	0.062	0.39	Обергундентъ близъ Лозъ.
12	0.008	0.163	0.27	Изъ Лозъ въ Зигенъ, приготовл. изъ однихъ шпатовыхъ рудъ Штальберга.
13	0.011	0.144	0.40	Обыкновенная сталь изъ Лозъ.
14	0.006	0.077	0.36	Сталь, приготовленная изъ бурой руды, сильно Марганцевой изъ Зальхендорфа.
<p><sup>1)</sup> Acier Brescian, Brescianstahl—такъ называется лучший сортъ нѣмецкой стали, выдѣлываемой изъ отбѣленного чугуна.</p>				

*Примѣчаніе.*—Желѣзо №№ 1, 2 и 3 не было вовсе красноломко; № 4 имѣлъ едва замѣтное стремленіе къ красноломкости; № 5 былъ красноломко въ высшей степени; № 6 слегка, тогда какъ № 3 былъ совершенно чуждъ этого недостатка и между тѣмъ составъ ихъ едва различался, кромѣ въ отношеніи одной мѣди. Въ № 7 были только признаки красноломкости. Штенгель считаетъ 0.44 проц. мѣди предѣломъ, за которымъ начинается это свойство. Силавъ обнаруживаетъ свои менѣе безукоризненные свойства въ сравненіи съ желѣзомъ, не содержащимъ мѣди, при вытягиваніи въ тонкую проволоку. № 8 былъ красноломокъ, но его можно было сгибать не ломая; въ этомъ случаѣ не мѣдь придавала желѣзу хрупкость. Тягучесть желѣза не страдаетъ даже въ присутствіи болѣе чѣмъ  $\frac{1}{3}$  проц. мѣди, и если при этомъ вдобавокъ оно имѣетъ пузырь на краяхъ.

Въ отношеніи стали, Штенгель замѣчаетъ, что № 10, или брескіановая сталь, превосходитъ всѣ прочіе сорта въ таблицѣ, кромѣ № 9, и это тѣмъ болѣе замѣчательно, что эта добротность зависитъ отъ полного отсутствія мѣди. Такимъ образомъ, причину дурныхъ качествъ испытываемыхъ имъ образцовъ онъ приписываетъ содержанію въ нихъ мѣди; отнести ее къ содержанію сѣры онъ считаетъ неправильнымъ, такъ какъ количество послѣдней въ брескіановой стали значительно превосходитъ количество ея во всѣхъ остальныхъ изслѣдуемыхъ образцахъ. Присутствіе мѣди въ желѣзѣ или стали въ значительномъ количествѣ, обнаруживается нагрѣваніемъ металла до красна и погруженіемъ его въ воду, при чемъ поверхность его получаетъ черный цвѣтъ и зернистое сложеніе. № 9 хорошъ для выдѣлки кося.

Главнѣйшіе выводы Штенгеля суть:

1. Всякая разность желѣза и стали, несодержащая мѣди, при окисленіи въ красномъ каленіи и погруженіи въ воду, представляетъ поверхность серебрино-бѣлаго цвѣта на краяхъ, тогда какъ отъ примѣси отъ 0.27 до 0.4 проц. мѣди, поверхность ея становится черною и морщинюватою; № 5, бывшій очень красноромкимъ, вслѣдствіе присутствія кремнія и сѣры, и несодержащій мѣди, послѣ окисленія при желто-красномъ каленіи, имѣетъ поверхность серебрино-бѣлаго цвѣта, съ трещинами на краяхъ.

2. Присутствіе 0.116 проц. сѣры и 0.192 проц. кремнія, безъ присутствія мѣди, дѣлаетъ желѣзо и сталь красноромкими и негодными къ употребленію.

3. Присутствіе 0.015 проц. сѣры и 44 проц. мѣди опредѣляетъ красноромкость металла.

4. Довольно количества сѣры гораздо меньшаго чѣмъ мѣди, чтобы сдѣлать желѣзо сильно красноромкимъ. Прибавленіе 0.1 проц. сѣры вредитъ болѣе сопротивляемости желѣза, чѣмъ прибавленіе  $\frac{3}{4}$  проц. мѣди и болѣе.

По Эггерцу, сталь, приготовленная изъ желѣза, содержащаго 0.5 проц. мѣди, нигуда не годится. <sup>1)</sup>

Мѣдистые бѣлые чугуны нашихъ пермскихъ мѣдишавильскихъ заводовъ содержатъ 12.64 проц. мѣди и 3.03 проц. углерода. Частицы металлической мѣди разсыпаны на поверхности излома, но не опредѣлено, какая часть мѣди соединена или тѣсно смѣшана съ металломъ. Сплавила мѣдистый чугунъ въ тигль, подъ прикрытіемъ отъ окисленія, обнаруживается, что мѣдь, содержащая около 20 проц. желѣза, собирается въ нижней части и можетъ быть вылита независимо отъ плавающего надъ нею чугуна, который все

<sup>1)</sup> Jahres-Bericht. Wagner. p. 9. 1862.

еще содержитъ отъ  $\frac{1}{4}$  до 2 проц. мѣди; по свидѣтельству г. Крыловскаго, этотъ чугуны весьма хорошъ для отливокъ. Онъ проникаетъ въ малѣйшія углубленія формы и почти несжимается при охлажденіи; онъ принимаетъ высокую политуру и закаливается какъ сталь; изломъ его, послѣ быстрого охлажденія блестящій, пластинчатый, послѣ медленнаго—тусклый и очень зернистый; чугуны можно легко точить и онъ даже тягучъ. При вынутіи отлитыхъ вещей изъ опокъ, поверхность ихъ бываетъ покрыта весьма тонкимъ слоемъ металлической мѣди, такъ что пробывъ нѣсколько времени на воздухѣ, вещи принимаютъ оттѣнокъ бронзы <sup>1)</sup>. Прежде дѣлали въ Льежѣ опыты для соединенія чугуна съ мѣдью, но настоящаго сплава получить не могли <sup>2)</sup>.

### ЖЕЛѢЗО И ЦИНКЪ.

Старинные химики сдѣлали извѣстными свои многочисленныя весьма разнообразныя опыты о соединеніи этихъ двухъ металловъ и большинство ихъ пришло къ убѣжденію, что тѣла эти не соединяются между собой. Впрочемъ Боскъ д' Антигъ (Bosc d' Antic) нашелъ, что цинкъ, въ закрытомъ тиглѣ сплавленный въ присутствіи желѣза, принималъ сѣрый цвѣтъ стали, не былъ мягкимъ, не ржавѣлъ, но сохранилъ свой блескъ и плавился на углѣ передъ паяльной трубкой; онъ сильно притягивался магнитомъ, сообщалъ соляной кислотѣ тотъ-же оттѣнокъ, какой происходитъ отъ желѣза, растворъ его образовывалъ чернила, при смѣшеніи съ настоємъ чернильныхъ орѣшковъ, а съ желѣзистосинеродистымъ калѣемъ давалъ осадокъ берлинской лазури <sup>3)</sup>. Поэтому нельзя сомнѣваться, что этотъ химикъ получилъ сплавъ желѣза съ цинкомъ. Расплавленный цинкъ быстро соединяется съ небольшимъ количествомъ желѣза, въ видѣ чугуна или полосоваго желѣза, но только продолжительное соприкосновеніе обоихъ металловъ можетъ способствовать образованію настоящаго сплава. Это случается при гальванизованіи желѣза, когда большая масса цинка поддерживается въ расплавленномъ состояніи въ желѣзныхъ сосудахъ. Желѣзо разрушается медленно и образуетъ сплавъ, у котораго точка кипѣнія и относительный вѣсъ выше, чѣмъ у цинка; онъ собирается въ нижней части сосуда. Его извлекаютъ по временамъ, и на одномъ заводѣ мы видѣли, какъ извлекали болѣе 60 тоннъ его въ большихъ кускахъ.

Голландеръ кажется первый изучилъ обстоятельства, при которыхъ обра-

<sup>1)</sup> Notice sur la fonte alliée de cuivre. Ann. des Mines, 3 série t. XVI, p. 197; 1839. Упомянуто со словъ русскаго *Горнаго журнала* № 1 1836.

<sup>2)</sup> Ann. des Mines, 3-e série t. III. p. 233. 1833.

<sup>3)</sup> Geschichte des Zinks, Fuchs, p. 296; 1788.

зутся сплавъ желѣза съ цинкомъ, и узналъ настоящій процессъ происхожденія накинн въ желѣзныхъ сосудахъ, въ которыхъ плавится цинкъ. Послѣ многочисленныхъ, но безполезныхъ опытовъ, для быстраго сплавленія обоихъ металловъ, онъ долженъ былъ прибѣгнуть къ посредству олова и мышьяка. Онъ обнаруговалъ двѣ записки, въ которыхъ, вспоминая о своихъ опытахъ, онъ представляетъ полный сводъ прежнихъ изслѣдованій. Эти записки заключаютъ въ себѣ слишкомъ много мелочей, для того чтобы ихъ стоило разбирать въ настоящее время <sup>1)</sup>.

Бертъ утверждаетъ, что желѣзо и цинкъ соединяются во *всевожможныхъ* пропорціяхъ, если ихъ нагрѣвать медленно и безъ доступа воздуха <sup>2)</sup>. Но это показаніе должно быть неточно. При возвышенной температурѣ цинкъ улетучивается безъ остатка, и самъ Бертъ говоритъ, что изъ желѣзныхъ рудъ, содержащихъ цинкъ, чугуны получаются безъ содержанія послѣдняго. Мы напрасно искали цинка въ чугунахъ изъ Стенгона (Stanhop) на сѣверѣ Англій, хотя цинковые пары горятъ тамъ на верху печей блестящимъ пламенемъ и осаждаютъ около колошника цѣлыя груды цинковой окиси <sup>3)</sup>. Карстенъ нашелъ цинкъ въ чугунѣ изъ галмейныхъ желѣзныхъ рудъ, прибавленныхъ въ шихту съ нафтѣреніемъ, но количество его было слишкомъ мало, чтобы принимать его въ расчетъ <sup>4)</sup>.

Бертъ сдѣлалъ слѣдующее разложеніе соединеній, взятыхъ со дна чугуновыхъ котловъ, въ которыхъ плавятъ цинкъ для литья. Онъ описываетъ ихъ покрытыми сосочками и состоящими изъ крупныхъ кристалловъ:

	1.	2.
Желѣза въ процентахъ . . . . .	4.7	4.0
Графита . . . . .	0.3	0.2

№ 1 взятъ изъ Льежа, № 2—изъ Жизора.

Г. Гирепетъ (Heparath) досталъ металлическую накипь изъ внутренности желѣзной трубы, выходящей изъ горшковъ одной изъ англійскихъ цинковыхъ печей; она состояла изъ 92.6 проц. цинка и 7.4 желѣза, относительный вѣсъ ея былъ 7.172; она была тверда и хрупка; въ изломѣ видны были

<sup>1)</sup> Journal für Chemie und Physik. Schweigger u. Meinecke, t. XXIII, p. 41—61 и 166—195. Nürnberg, 1821.

<sup>2)</sup> Traité, t. II, p. 575.

<sup>3)</sup> Въ этомъ-же состояніи находятся печи въ Угрѣ и Шлессинѣ въ долині Мааса; цинковые пары отдѣляются тамъ въ изобиліи, но чугуны заключаютъ самые слабые слѣды цинка; стужившійся цинкъ часто попадаетъ въ промежуткахъ печной кладки. По временамъ необходимо очищать налеты, обременяющіе колошникъ; ихъ обрабатываютъ въ восстановительныхъ печахъ въ округѣ Льежа, и металлъ, который изъ нихъ извлекается, бываетъ вообще жесткій и хрупкій.

<sup>4)</sup> Eisenhüttenkunde, Bd. I, S. 819.

широкія плоскости, подобныя тому какъ въ цинкѣ, но цвѣтъ накипи былъ болѣе темный, сѣрый, и поверхности плоскостей ея болѣе грубы и болѣе зернисты, чѣмъ въ цинкѣ <sup>1)</sup>

Намъ прислали, нѣсколько лѣтъ тому назадъ, съ заводовъ *Госпелъ-Оукъ* (*Gospel—Oak*), близъ Бирмингэма, гдѣ приготовляли гальванизированное желѣзо, образчикъ сплава, состоящаго по наружному виду изъ короткихъ, кристаллическихъ призмъ, перепутанныхъ между собою. Изломъ представлялъ большія плоскости, усыпанныя сѣрыми пятнами, которыя сообщали ему, сравнительно съ обыкновеннымъ цинкомъ, тусклый блескъ. Металлъ былъ твердъ и хрупокъ и, по замѣчанію Голландера, быстро растворялся въ соляной и слабой сѣрной кислотахъ, такъ что удобно могъ быть употребляемъ для приготовления водорода. Въ немъ было 3 проц. желѣза и немного свинца. Мы получили отъ Т. Г. Генри кусокъ сплава, составленнаго изъ дурнообразованныхъ кристалловъ, казавшихся болѣе или менѣе призматическими; въ немъ было 9.4 проц. желѣза. Составъ этого сплава могъ быть приблизительно изображенъ формулою  $Zn^{13}Fe$ . Весьма вѣроятно, что желѣзо и цинкъ соединяются въ различныхъ пропорціяхъ и образуютъ сплавы одного и того-же кристаллическаго типа, подобно тому, какъ тоже самое доказано Кукомъ (*Cooke*), профессоромъ школы въ Гарвардѣ (Соед. штаты) для сплавовъ цинка съ сурьмою, и проф. Штореромъ, — для сплавовъ цинка съ мѣдью <sup>2)</sup> Эрдманъ разлагалъ игольчатые кристаллы, взятые отъ одного куска перегнаннаго цинка, погруженнаго въ воду, гдѣ онъ прикасался къ хлористому серебру и восстанавливалъ его; они заключали 93.193 проц. цинка, 6.524 проц. желѣза и 0.283 проц. свинца. Ихъ составъ соответствуетъ слѣдовательно формулѣ  $Zn^{12}Fe$ ; они очевидно похожи на вышеописанныя кристаллы, которые по способу своего происхожденія могли содержать въ себѣ механическую примѣсь цинка <sup>3)</sup> Г. Абель изъ Арсенала въ Вульвичѣ, сообщилъ намъ свои наблюденія надъ случайно найденными имъ окристаллованными сплавами цинка съ желѣзомъ. Составъ одного образца скученныхъ мелкихъ призмъ, оказался слѣдующій:

Цинка . . . . .	91.80.
Желѣза. . . . .	7.45
Свинца. . . . .	0.75
	<hr/>
	100.00

Сѣры не было. Этотъ составъ приближается къ формулѣ  $Zn^{10}Fe$ , которая требуетъ 7.90 проц. желѣза. Другіе образцы содержали 8.2 и 7 проц.

<sup>1)</sup> Phil. Mag. t. LXI p. 167; 1823.

<sup>2)</sup> Memoirs of the American Academy. New Series, t. VIII. 1860.

<sup>3)</sup> Берцелиусъ, Traité, t. II. p. 620

желѣза. Одинъ кусокъ съ сильно-кристаллическимъ изломомъ, подобнымъ излому бѣлаго чугуна, содержалъ 19.8 проц. желѣза. Лоранъ и Гольмсъ описали кристаллы цинка, взятые изъ горла глиняной реторты, служившей конденсаторомъ; это были призмы ромбической системы, содержащія отъ 3 до 4 проц. желѣза <sup>1)</sup>.

Процессъ гальванизированія желѣза производится въ большомъ видѣ для защиты желѣза отъ ржавчины. Когда поверхность желѣза совершенно очищена чрезъ погруженіе въ кислоту листовъ, предназначенныхъ для гальванизированія, то ихъ погружаютъ въ цинкъ, расплавленный подъ защитою нашатыря, гдѣ они принимаютъ на поверхности пленку цинка, пристающую къ нимъ чрезвычайно крѣпко. Исторія этого изобрѣтенія очень интересна. Говорятъ что Малуэнъ убѣдился въ 1742 году, что цинкъ даетъ возможность готовить родъ жести <sup>2)</sup>. Слѣдующій тезисъ встрѣчается въ *химическихъ опытахъ* Ватсона 1786, которые были очень популярны <sup>3)</sup>: «Уже нѣсколько лѣтъ введенъ въ Руанѣ способъ покрыванія цинкомъ костью, выбитыхъ *молоткомъ*. Сначала эти сосуды отчищаются такъ, чтобы они блестѣли, и чтобы на нихъ не было замѣтно ни малѣйшаго пятна; потомъ ихъ смачиваютъ растворомъ нашатыря и погружаютъ въ желѣзный котелъ съ расплавленнымъ цинкомъ; при вынутіи оттуда, поверхность желѣза оказывается покрытою крѣпкимъ слоемъ цинка, и если надо утолстить этотъ слой, то сосудъ погружаютъ во второй разъ. Эта наводка такъ крѣпка, что по ней можно чистить пескомъ и она нисколько не пострадаетъ».

Впрочемъ на этотъ способъ была взята привилегія въ 1837 году <sup>4)</sup> и другая въ 1841 <sup>5)</sup>; разница заключается только въ томъ, что въ послѣднемъ способѣ поверхность сперва наводится оловомъ или однимъ изъ его сплавовъ.

Какъ и слѣдовало ожидать, возникъ процессъ, отъ котораго всего болѣе воспользовались законники. Въ 1834 г. Дюма сказалъ свое мнѣніе, что и «мало вѣроятія, чтобы этотъ родъ жести нашелъ себѣ полезныя примѣненія». «Но, прибавляетъ онъ, легко можетъ быть, что и получатся хорошіе результаты, употребляя для этой цѣли сплавъ цинка съ чистымъ оловомъ» <sup>6)</sup>. Это предсказаніе было особенно неудачно.

<sup>1)</sup> Ann. de Chimie et de Phys. t. LX, p. 333. 1835.

<sup>2)</sup> Дюма. *Traité de chimie appliquée aux arts*, t. III, p. 218. 1831.

<sup>3)</sup> Т. IV, p. 177 извлечение изъ *Journal de Phys.* декабрь 1778.

<sup>4)</sup> Генрихъ Вильямъ Крафурдъ (Craufurd) A. D. 29 апрѣля 1837. № 7355.

<sup>5)</sup> Эдмундъ Морвудъ (Morwood). A. D. 27 авг. 1841. № 9055.

<sup>6)</sup> *Traité de chimie appliquée aux arts*.



ЖЕЛѢЗО, МѢДЬ И ЦИНКЪ <sup>1)</sup>.

Въ 1779 году была выдана привиллегія Вильяму Керу (Keir), которая вызываетъ въ настоящее время особенное вниманіе; она именовалась такъ: «металлъ составной, способный къ ковкѣ въ горячемъ и холодномъ состояніи, «самый удобный для выдѣлки болтовъ, гвоздей и для обшивки кораблей, съ «которымъ не можетъ сравниться ни одинъ изъ чинѣ употребляемыхъ метал-  
«ловъ, металлъ равно способный быть примѣненнымъ и въ другихъ случаяхъ,  
«гдѣ употребляются металлы» <sup>2)</sup>. Этотъ сплавъ приготовлялся черезъ сплавленіе 100 частей по вѣсу мѣди, 75 частей цинка и 10 частей желѣза, Изобрѣ- татель совѣтуетъ сплавить сначала желѣзо съ мѣдью, въ присутствіи дре- веснаго угля, толченаго стекла или другаго флюса, и прибавлять цинкъ по немногу, частями. Полагая, что потери не будетъ, сплавъ долженъ состоять изъ 54.05 проц. мѣди, 40.54 проц. цинка и 5.40 проц. желѣза; т. е. его можно считать металломъ Мунтца, въ которомъ около 5 проц. мѣди замѣ- щены желѣзомъ.

Почти на такой-же точно сплавъ выдана привиллегія въ 1860 г., Іоганну Айхъ (Aich), офицеру императорскаго флота въ Венеціи <sup>3)</sup>. Онъ извѣстенъ въ Германіи подъ общимъ именемъ *Aich-Metall*. Когда онъ приготовленъ хорошо, его можно обрабатывать въ горячемъ и холодномъ состояніи. Утверж- даютъ, что онъ также мягокъ, какъ самое лучшее желѣзо; его можно ковать, плющить, тянуть, штамповать, дѣлать изъ него и отливать всевозможныя вещи. Опытъ показалъ, что лучшая пропорція соотвѣтствуетъ во 100 ча- стяхъ сплава: 3 пуд. 26 ф. мѣди, 2 пуд. 33 ф. цинка и 4 ф. 32 зол. желѣза.

Количество мѣди остается постояннымъ, цинкъ-же можетъ быть доведенъ до 44 проц., а желѣзо можетъ измѣняться отъ  $\frac{1}{2}$  до 3 проц. Этотъ сплавъ считается дешевымъ и даетъ возможность замѣнить мѣдь и латунь въ ко- раблестроительномъ дѣлѣ и въ обивкѣ судовъ; онъ крѣпче мѣди и утверж- даютъ, что онъ не подвергается дѣйствию морской воды. Легко замѣтить что металлъ Айха содержитъ при наибольшей пропорціи, на 2 проц. менѣ же- лѣза, чѣмъ металлъ Кера, но количества, данныя Керомъ, соотвѣтствуютъ тѣмъ, какія нужны для приготовленія сплава, между тѣмъ какъ у Айха

<sup>1)</sup> Можно считать, что описаніе этихъ сплавовъ не подходитъ къ настоящему изданію; и это пожалуй справедливо. Но если важность металлическаго элемента въ сплавѣ, при- знается по его вліянію, а не по его количеству, то сплавъ, о которомъ будетъ говорено, надо разсматривать въ отношеніи его свойствъ, зависящихъ отъ присутствія въ немъ небольшого количества желѣза.

<sup>2)</sup> А. Д. 10 декабря 1779. № 1240.

<sup>3)</sup> А. Д. 1860, 3 февраля № 278. «Improvements in Amalgamating metals or producing alloys».

они соотвѣтствуютъ готовому сплаву. Айхъ настаиваетъ на «избыткѣ того или другаго металла (въ особенности цинка), потому что нѣкоторое количество ихъ неизбежно теряется отъ окисленія и испаренія». Мы были бы очень поражены, не смотря на нынѣшній законъ о привиллегіяхъ, еслибъ Айхъ началъ преслѣдовать старинную привиллегію Кера.

Подобные-же сплавы были предложены барономъ Росторномъ изъ Вѣны, подъ именемъ *sterro-metall*, отъ греческаго слова, означающаго *твердый*; имъ приписываютъ превосходныя свойства, а по составу они сильно приближаются къ прежнимъ сплавамъ Кера. Разница заключается въ томъ, что въ нихъ менѣе желѣза и входитъ незначительное количество олова. Баронъ Росторнъ сообщилъ намъ о нихъ обстоятельныя свѣдѣнія: онъ предназначаетъ ихъ для артиллеріи и для машиностроенія въ частяхъ, которыя должны выдерживать сильное треніе. Они состоятъ изъ 60 частей мѣди, отъ 34 до 44 частей цинка, отъ 2 до 4 ч. желѣза и 1 или 2 ч. олова. Для приготовленія этихъ сплавовъ онъ предлагаетъ слѣдующія наставленія: мягкое желѣзо кладется въ тигель и покрывается мѣдью; все это нагрѣваютъ до *весьма высокой* температуры; желѣзо цѣлкомъ поглощается мѣдью и когда все расплавилось, прибавляютъ олово и потомъ цинкъ. Расплавленный металлъ долженъ быть размѣшанъ, оставленъ въ покоѣ, снова размѣшанъ и тогда уже вылить. Дѣлаютъ два сорта сплава — мягкій и твердый; первый мягче въ холодномъ состояніи и удобнѣе для плющенія и вытягиванія; второй хорошъ для пушекъ.

Баронъ Росторнъ сообщилъ намъ собраніе образцовъ этихъ сплавовъ, изъ самыхъ твердыхъ, которыхъ сопротивленіе вытягиванію было определено. Они желтаго, латуннаго цвѣта, тонкозернисты въ изломѣ, въ нихъ незамѣтно ни малѣйшихъ слѣдовъ свѣжности и они принимаютъ высокую политуру. Въ Вѣнѣ ихъ теперь употребляютъ для стволовъ нососовъ въ гидравлическихъ прессахъ. Сопротивленіе растягиванію этихъ сплавовъ определено весьма точно въ вѣнскомъ политехническомъ институтѣ, при разныхъ условіяхъ и эти официальные результаты соединены здѣсь въ общую таблицу; тутъ-же помѣщены и сравнительные опыты съ пушечнымъ металломъ и бронзой.

ТАБЛИЦА ОПЫТОВЪ

по сопротивленію растягиванію стерро-металла, какъ матеріала для пушекъ, произведеннаго въ Вьенскомъ политехническомъ институтѣ, въ присутствіи командора барона Вюллерсторфа, полковника артиллеріи де-Париди, г. Брауна, директора машиной фабрики Динлера, Хр. Штарки инспектора и Густава Штарка состоящаго при мастеровскихъ. 12 октября 1861.

Порядокъ опытовъ.	СВОЙСТВО МЕТАЛЛА.	Состояніе.	Поверхность сѣченія въ австрійскихъ квадратныхъ дюймахъ %.	Вѣсъ нужный для разрыва брусковъ.	Абсолютная сила на ав- стрійской кв. дюймъ.	Абсолютная средняя сила на австрійск. кв. дюймъ.	ПРИМѢЧАНІЯ.	
								Въ русскихъ пудахъ.
1.	СТЕРРО-МЕТАЛЛЪ.	Твердая равность.	Сплавленный.	0.096	159	1648.0	По несовершенству пригото- вленія быть неоднороденъ.	
2.				0.096	193	2020.5		1865
3.				0.100	171	1709.5		
4.		Кованный.	1.112	246	2198.0	2288		
5.			0.117	274	2342.0			
6.			0.100	232	2325.0			
7.		Ветнутый въ холоду одна разъ.	0.097	246	2537.0	2530	Не былъ испытанъ, какъ ока- завшійся съ порокомъ.	
8.			0.077	194	2523.0			
9.			0.097	„	„			
10.	Мягкая равность.	Сплавленный.	0.096	135.5	1401.5	1532.5		
11.			0.102	154.0	1607.0			
12.			0.115	183.0	1590.0			
13.		Кованный.	0.123	227.0	1846.0	1910		
14.			0.105	236.0	1938.5			
15.			0.124	229.0	1846.0			
16.		Ветнутый въ холоду. Одинъ разъ.	0.098	208.5	2126.5	2201		
17.			0.103	236.0	2291.0			
18.			0.100	219.5	2185.0			
19.	Ветнутый въ холоду. Два раза.	0.074	183.0	2489.0	2492			
20.		0.074	184.0	2502.5				
21.		0.067	167.5	2485.5				
22.	Три раза.	0.064	167.5	2622.0	2565			
23.		0.070	177.5	2540.0				
24.		0.045	114.0	2533.0				
25.	Пудовый металлъ содержащій 82.9 проц. мѣди 10.1 проц. олова.	Сплавленный.	0.129	150.5	1166.0	1223.5		
26.			0.124	170.0	1316.0			
27.			0.123	145.5	1179.5			
28.			0.106	153.0	1443.0			
29.			0.118	145.0	1234.0			
30.			0.121	121.0	1002.0			

\*) 1 австрійск. футъ=12 австрійск. дюйм.=12.446 русск. дюйм.

Примѣчанія. Бруски подвергавшіеся опыту были не квадратнаго, а цилиндрическаго вида; они были выточены и размеры ихъ опредѣлены микрометрическимъ приборомъ. Чтобы получить точные сравнительные результаты для стерро-металла и бронзы, употреблены были для приготовленія того и другаго одинъ и тѣ-же матеріалы, именно: мѣдь изъ Балтимора и хорошее англійское олово.

Разложенія сплава сдѣланы были параллельно въ лабораторіяхъ политехническаго института и монетнаго двора.

	1.	2.
Мѣди . . . . .	55.04	57.63
Цинка . . . . .	42.36	40.22
Желѣза . . . . .	1.77	1.86
Олова . . . . .	0.83	0.15
	<hr/> 100.00	<hr/> 99.86.

Опытъ показаль, что безъ вреда для свойства сплава, количество цинка можетъ измѣняться отъ 38 до 42 проц.. Относительный вѣсъ прокованнаго металла 8.37, а того-же самаго, вытянутаго въ холодномъ состояніи 8.40. Твердость сплавленнаго металла превосходитъ твердость пушечнаго и увеличивается отъ проковки. Сила сопротивленія разрыву стерро-металла замѣчательна; но онъ обладаетъ еще другою способностью, которая, въ отношеніи примѣненія его на пушечное производство, считается гораздо важнѣе, чѣмъ тягучесть. При вытягиваніи онъ обладаетъ весьма значительною упругостью: если вытягивать брусокъ его, и вытягиваніе это не доводить далѣе  $\frac{1}{100}$  его первоначальной длины, то тотчасъ-же по прекращеніи на него силы, онъ принимаетъ первоначальный размѣръ. Пушки въ 4 и 12 фунтовъ были приготовлены изъ цѣльнаго куска подъ гидравлическимъ прессомъ, для избѣжанія убыточной проковки; достовѣрные опыты показали, что послѣ этого металлъ имѣлъ тѣже свойства и сопротивленіе разрыву, какъ и въ брускахъ, прокованныхъ подъ паровымъ молотомъ <sup>1)</sup>. Выдѣланная изъ этого сплава трубка выдержала давленіе 763 атмосферъ, тогда какъ желѣзная трубка, такихъ-же размѣровъ, уступала давленію 267 атмосферъ <sup>2)</sup>.

Стерро-металлъ былъ открытъ случайно, когда старались примѣнить къ приготовленію латуни желѣзистый цинкъ, образующійся при покрываніи желѣза цинкомъ, помощью гальванопластики. Точные опыты были предприняты по этому предмету въ вальвичскомъ арсеналѣ, и выводы ихъ подтверждаютъ вышеизложенныя данныя.

Сплавъ изъ 80 проц. цинка, 10 проц. мѣди и 10 проц. желѣза былъ предложенъ г. Сорлемъ подъ именемъ *неокисляемаго чугуна* (*unoxidizable cast-iron*) или *бѣлой латуни* (*white brass*) <sup>3)</sup>. Наружность и изломъ его были какъ у цинка, а твердостью онъ равнялся съ мѣдью и желѣзомъ; онъ болѣе вязокъ, чѣмъ мягкій чугунъ и можетъ точиться, пилиться и отливаться, какъ металлы изъ которыхъ онъ состоитъ; наконецъ, въ сыромъ

<sup>1)</sup> Отчетъ объ этихъ опытахъ появился въ Times отъ 14 декабря 1862 и 3 февраля 1863.

<sup>2)</sup> Dingler's Polyt. Journ. CLXX, S. 40.

<sup>3)</sup> Ann. des mines, 3-e série, t. XVII, p. 647; 1840.

воздухъ онъ не ржавѣеть и не теряетъ своего блеска ни въ малѣйшей степени. Его можно бронзировать осаждая на него металлъ или вызывая мѣдь его на поверхность; по этому свойству его рекомендуютъ для отливки статуй и разныхъ предметовъ украшенія, которые подвержены дѣйствию воздуха. Его приготовляютъ сплавы цинкъ, мѣдь и чугунъ съ необходимыми предосторожностями. По своему составу онъ долженъ содержать желѣзо, а не чугунъ, и эта сторона вопроса не совершенно ясна.

### ЖЕЛѢЗО И МАРГАНЕЦЪ.

Мы уже занимались сплавами углеродистаго желѣза съ марганцемъ; не надо и говорить, что присутствіе углерода замѣтно измѣняетъ свойства сплава. Что касается до сплавовъ чистаго желѣза съ марганцемъ, то намъ неизвѣстно, были-ли гдѣ нибудь сдѣланы опредѣленные испытанія по этому предмету; въ литературѣ мы ничего не нашли въ этомъ отношеніи.

Наибольшее содержаніе марганца въ стали было опредѣлено Карстеномъ въ 1.85 проц. При этомъ испытываемый металлъ былъ весьма хорошихъ качествъ. <sup>1)</sup> Не подлежитъ ни малѣйшему сомнѣнію, что если возстановить марганецъ изъ его окисл углеродомъ, въ присутствіи желѣза, то оба металла между собой соединятся въ различной пропорціи. Такимъ образомъ, возстановляя марганецъ изъ его рудъ въ тигляхъ, при бѣлокалильномъ жарѣ, постоянно получаютъ этотъ металлъ съ нѣкоторымъ содержаніемъ желѣза, если употребленный для операціи матеріалъ содержалъ въ себѣ окисл послѣдняго; точно также, если желѣзная руда содержала въ себѣ окисл марганца, то получаемое изъ нея, при тѣхъ-же условіяхъ, желѣзо всегда является съ содержаніемъ нѣкоторой части марганца. Но такъ какъ, при всѣхъ подобныхъ опытахъ, и часть углерода вступаетъ также въ соединеніе съ металлами, то соединеніе ихъ и требуетъ непремѣнно еще болѣе точныхъ изслѣдованій.

### ЖЕЛѢЗО И ОЛОВО.

Сродство желѣза къ олову слишкомъ хорошо извѣстно. Жестъ есть ничто иное, какъ листовое желѣзо, покрытое оловомъ посредствомъ простаго погруженія его въ расплавленное олово. Въ обыкновенныхъ условіяхъ, олово

<sup>1)</sup> Karsten, Eisenhüttenkunde, Bd. I, S. 538.

очень крѣпко пристаётъ къ поверхности желѣза. Сплавъ желѣза съ оловомъ, или желѣза съ оловомъ и мышьякомъ, образуется при обыкновенной выплавкѣ олова изъ рудъ. Бертье подробно описалъ два слѣдующіе сплава <sup>1)</sup>: одинъ содержитъ 35.1 проц. олова и соотвѣтствуетъ формулѣ  $\text{Fe}^4\text{Sn}$ ; онъ свѣтло-сѣраго, желѣзнаго цвѣта, кристаллическъ и такъ ломокъ, что можетъ толочься въ тонкій порошокъ. Другой, состоящій изъ 50 проц. олова, плавится при 50° Ведеведова пиromетра, сѣровато-бѣлаго цвѣта, очень хрупокъ, въ изломѣ зернистъ. Первый изъ нихъ былъ изслѣдованъ въ лабораторіи г. Перси; его приготовили, сплавляя вмѣстѣ, при бѣломъ каменіи, 1120 гр. тонкаго листового желѣза и 590 гр. олова. Сплавъ былъ твердъ и хрупокъ, въ изломѣ свѣтло-сѣрый, кристаллическій, и пластинки этихъ кристалловъ пересѣкались между собой подъ различными углами; каждая пластинка была мелкозернистаго сложенія, съ тусклымъ блескомъ, какъ у цинка съ большимъ содержаніемъ желѣза; онъ имѣлъ магнитныя свойства. Хлористоводородная кислота дѣйствовала на него слабо, безъ нагрѣванія, азотная-же сначала оказывала сильное дѣйствіе, но вскорѣ оно прекращалось. Девиль и Каронъ описали сплавъ по формулѣ  $\text{FeSn}$ ; онъ окристаллованъ въ широкія пластинки и хлористоводородная кислота дѣйствуетъ на него весьма слабо <sup>2)</sup> Нелльнеръ описалъ сплавъ по формулѣ  $\text{FeSn}^2$ , окристаллованный въ мелкихъ четырехугольныхъ призмахъ <sup>3)</sup>. Растворяя индѣйское олово въ соляной кислотѣ, въ нерастворимомъ остаткѣ находятъ эти кристаллы. Сплавъ имѣетъ относительный вѣсъ 7.446, почти нерастворимъ въ соляной и азотной кислотахъ, но легко растворяется въ царской водкѣ; въ пламени свѣчи онъ горитъ, разбрасывая искры и отдѣляя бѣлые пары; онъ плавится при бѣломъ каменіи, по охлажденіи кристаллизуется и имѣетъ магнитныя свойства, хотя первоначальные кристаллы этимъ не отличаются <sup>4)</sup>.

Олово и желѣзо сплавляются во всякой пропорціи и даютъ сплавы однородные по виду; но если сплавъ содержитъ болѣе одной трети своего вѣса олова, то, слегка нагрѣтый, до точки плавленія олова или выше, даетъ ликвицію олова до тѣхъ поръ, пока не останется сплавъ, болѣе или менѣе соотвѣтствующій формулѣ  $\text{Fe}^4\text{Sn}$ . Выдѣлившееся олово увлекаетъ желѣзо.

Карстенъ наблюдалъ дѣйствіе, производимое оловомъ, прибавленнымъ въ

<sup>1)</sup> Traité, t. II p. 539.

<sup>2)</sup> Jahres-Bericht, S. 190; 1858.

<sup>3)</sup> Между продуктами оловянной плавки въ Шлакенвальдѣ, Раммельсбергъ описалъ окристаллованный сплавъ олова и желѣза, въ пропорціяхъ, соотвѣствующихъ формуламъ  $\text{FeSn}^2$  или  $\text{FeSn}^3$ . Этотъ сплавъ образуетъ тонкія иглы, свѣтло-сѣраго цвѣта, принадлежащія по всемъ признакамъ къ квадратной призмѣ; относительный вѣсъ ихъ 7.534. Хлористоводородная кислота растворяетъ этотъ сплавъ медленно. (Poggendorff's Annalen d. Phys. und. Chemie, Bd. CXX, S. 54. 1863).

<sup>4)</sup> Jahres-Bericht, L. u K. S. 188; 1860.

количество 1 проц. по вѣсу къ чугуну, насаженному въ кричный горнъ. Полученное такимъ образомъ желѣзо не было красноломко, напротивъ того, оно ковалось очень хорошо, но при нагрѣваніи до бѣла, постоянно выдѣляло бѣлые пары, которые осаждались на молотъ и на наковальнѣ. При очень сильномъ нагрѣвѣ, однако, желѣзо это быстро разламывалось подъ молотомъ на куски, такъ что, чтобы улучшить его, надо было дать ему нѣсколько нагрѣвовъ; при этомъ оно потеряло способность свариваться и сдѣлалось въ высшей степени красноломкимъ. Ни одна полоса не выдержала обыкновеннаго испытанія и всѣ распались на части на наковальнѣ послѣ ударовъ. Это негодное желѣзо содержало, по разложенію, только 0.19 проц. олова <sup>1)</sup>).

Г. Левикъ съ заводовъ Блэна (Blaina) сообщилъ намъ свои наблюденія надъ привилегированнымъ способомъ Штирлинга для сообщенія твердости головкамъ рельсовъ, посредствомъ олова.

На каждую нагрузку пудлинговой печи, въ 12 пудовъ чугуна, прибавлено было отъ 2½ до 3 фунтовъ олова въ слиткахъ. Олово положено было тогда, когда чугунъ находился въ расплавленномъ состояніи; казалось, оно не вредило процессу пудлингованія; но между тѣмъ, тотчасъ-же послѣ его нагрузки въ печь, появились бѣлые пары надъ трубою и отдѣлялись въ видѣ густаго облака до самаго окончанія процесса. Для превращенія чугуна при этомъ въ крицы потребовалась другая температура, нежели въ то время, когда пудлингованіе происходило безъ прибавленія олова; полученное желѣзо, при обжимѣ въ обжимной машинѣ (сквечерѣ), сильно вязло, ломалось и весьма трудно вытягивалось. При прокаткѣ въ валкахъ, рабочія клещи покрывались бѣлымъ налетомъ отъ паровъ, отдѣляющихся во время работы; этотъ налетъ легко снимался при погруженіи клещей въ воду для охлажденія и даже просто стирался. При составленіи пакетовъ и нагрѣваніи пудлинговыхъ кусковъ для составленія головокъ рельсовъ, надобно было для этого желѣза опять задавать не такой сильный жаръ, какъ при чистомъ желѣзѣ; потому что при обыкновенномъ жарѣ оно вязло и рвалось подъ валками. Когда въ верхъ пакета, назначеннаго для рельсовъ, положили желѣзо, приготовленное съ оловомъ, то необходимы были большія предосторожности при сваркѣ, потому что головка не выдерживаетъ той температуры, какая нужна для остальной части пакета. Пудлинговая полоса была вслѣдствіи того очень хрупка и зерниста, но верхъ отличался этимъ въ меньшей степени; когда рельсъ былъ готовъ, значительная часть олова отдѣлилась испареніемъ и головка едва могла сохранить свою ровнo-зернистость.

Г. Лонгмедъ (Longmaid) взялъ привилегію на прибавленіе небольшого количества олова къ чугуну при кричномъ способѣ или при пудлингованіи.

<sup>1)</sup> Eisenhüttenkunde, Bd. I. S. 508.

Олово въ количествѣ отъ 2 до 3 золотниковъ на пудъ желѣза, т. е. отъ 0.044 до 0.089 проц, вполне соответствуетъ цѣли; но ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ брать болѣе 6 золотниковъ (0.178 проц.), потому что тогда желѣзо выходитъ твердое и ломкое. Изобрѣтатель объявляетъ впрочемъ, что, употребляя вышеозначенное небольшое количество олова, увеличиваютъ твердость и крѣпость желѣза, не вреди его тягучести (*Sic*).

Фарадѣ и Штодартъ, въ запискѣ своей о сплавахъ стали, ограничиваются замѣчаніемъ, что «сталь соединяется тоже и съ оловомъ» и выражаютъ сомнѣнія на счетъ годности этого сплава <sup>1)</sup>.

Ринманъ дѣлалъ многочисленныя опыты надъ сплавами желѣза съ оловомъ. Съ  $\frac{1}{11}$  олова расплавленный металлъ лился какъ вода; онъ былъ очень хрупокъ и твердъ, изломъ свѣтло-сѣраго цвѣта и также плотенъ, какъ у стали самаго высокаго сорта; магнитъ притягивалъ его какъ чистое желѣзо. Ринманъ обращаетъ вниманіе на этотъ сплавъ, какъ на непринимавшій ржавчины, хотя онъ держалъ его въ сыромъ мѣстѣ болѣе года. По этому свойству онъ считаетъ его годнымъ для приготовленія украшеній и зеркалъ. Тѣмъ болѣе, что онъ плавится легче чугуна, отливается тонкимъ слоемъ и принимаетъ точную форму при отливкѣ; онъ бѣлѣе чугуна, очень плотнаго сложенія; полируется отлично и не мараетъ при треніи рукъ или бѣлья. Звукъ отъ него также чистъ, какъ и въ колокольномъ металлѣ. Ринманъ отлилъ въ песокъ чугунный колоколъ, съ примѣсью небольшого количества олова; опытъ не вполне удался, но онъ дошелъ по крайней мѣрѣ до улучшенія звука желѣза. На международной выставкѣ 1851 года видѣли большой чугунный колоколъ, металлъ котораго, по увѣреніямъ, заключалъ въ себѣ небольшое количество олова.

Г. Денисонъ сообщалъ слѣдующія подробности объ этомъ колоколѣ: «колоколъ изъ металла *Union-Stirling* (сплавъ Стирлинга) имѣлъ почти шаровидную форму, около  $4\frac{1}{2}$  фут. въ діаметрѣ; онъ былъ тоньше обыкновенныхъ колоколовъ того-же діаметра, и даже меньшихъ колоколовъ, одинаковаго съ нимъ вѣса. Звукъ его былъ хуже звука колокольнаго металла при той-же или при обыкновенной формѣ, и ударъ для производства звука при немъ нуженъ былъ гораздо сильнѣе. Кончили тѣмъ, что его разбили ударомъ молотка».

Онъ былъ выставленъ Морисомъ Стирлингомъ, который сдѣлалъ изъ этого сплава предметъ привилегіи. Въ металлургическомъ отдѣлѣ Музея практической геологіи въ Лондонѣ есть маленькій колокольчикъ изъ этого сплава. Передъ отливкой колоколъ изъ бѣлаго чугуна, съ примѣсью 5 проц. олова; звукъ вышелъ довольно хорошій, но болѣе рѣзкій и гораздо худшій, чѣмъ въ

<sup>1)</sup> Quarterly journal, t. IX. p. 329.



колоколѣ тѣхъ же размѣровъ изъ сплава мѣди съ 24 проц. олова. Съ 20 проц. олова сплавъ походить на послѣдній, но бѣлѣе и тверже его. О качествѣ чугуна не сказано ничего, но по всеѣмъ вѣроятіямъ это былъ бѣлый чугунъ, потому что въ противномъ случаѣ это было бы предметомъ особаго примѣчанія. Сѣрый чугунъ и олово, при совмѣстной плавкѣ и въ равныхъ количествахъ, не соединяются; первый остается въ формѣ колобка сверхъ послѣдняго и отдѣляется отъ него, при ударѣ молоткомъ. Къ этому-же результату приходятъ, сплаваля чугунъ съ двойнымъ количествомъ олова. Смѣсь изъ 3 частей по вѣсу чугуна и 10 частей олова, даетъ колобокъ весьма однородный по наружному виду; онъ полу-мягокъ и въ изломѣ похожъ пожалуй на крупнозернистую сталь; въ массѣ его разбросаны зерна желѣза. Чугунъ, сплавленный съ двойнымъ количествомъ олова даетъ сплавъ, по виду однородный, разбивающійся въ тонкій листъ, но онъ содержитъ въ себѣ еще много желѣзныхъ зеренъ. При опытахъ, сдѣланныхъ въ Льежѣ, найдено, что прибавленіе отъ 2 до 5 проц. олова къ чугуну, даетъ металлъ однородный, очень твердый, хрупкій и мало способный къ вытягиванію <sup>1)</sup>.

Г. Эффертъ (Eufferth) изслѣдовалъ вліяніе олова на чугунъ <sup>2)</sup>. Слѣдуя ему, прибавленіе 25 проц. олова къ сѣрому чугуну и перемѣшиваніе металла вызываетъ весь *растворенный*, т. е. несоединенный и графитовидный углеродъ на поверхность, въ видѣ порошка весьма легкаго и объемистаго. Такииъ образомъ получается очень жидкій сплавъ, тягучій, хотя хрупкій и по излому сходный со сплавами свинца, сурьмы и мышьяка. Послѣ отливки его, въ тигль остается графитная масса, а на днѣ другой сплавъ, болѣе богатый оловомъ; его поверхность почти закрыта крѣпкимъ слоемъ тонкой графитной пыли; онъ мягче предыдущаго сплава, но также хрупокъ; изломъ его болѣе блестящъ. Когда олово положено въ тигель, вымѣшано нѣсколько разъ и остается горячимъ втеченіи извѣстнаго времени, то металлы соединяются, выдѣляя кремній, и образуютъ весьма жидкій сплавъ, который отдѣляетъ часто ключья кремнія и изломъ котораго похожъ на изломъ самой плотной литой стали. Кажется, что олово замѣщаетъ одинъ свободный или графитовидный углеродъ, а весь соединенный остается въ сплавѣ. Отъ прибавленія около 10%, олова, углеродъ привлекается частью, и сплавъ, весьма жидкій, едва отличается въ своемъ изломѣ отъ бѣлаго чугуна; его можно опилить и закалить какъ обыкновенную сталь. Впрочемъ, при очень медленномъ охлажденіи, онъ переходитъ въ бѣлый чугунъ, содержащій скопленія графитныхъ чешуекъ. Когда олово прибавляется въ расплавленный сѣрый чугунъ, то не выдѣляется ни слѣда углерода; г. Эффертъ дѣлалъ въ этомъ отношеніи лишь нѣсколько опытовъ.

<sup>1)</sup> Ann. des Mines, 3-e série t. III, p. 233; 1833.

<sup>2)</sup> Jahres-Bericht, Wagner, 1864 S. 22.

## ЖЕЛѢЗО И ТИТАНЪ.

О металлическомъ титанѣ мы имѣемъ точныя свѣдѣнія всего лишь нѣсколько лѣтъ, благодаря трудамъ неутомимаго Велера <sup>1)</sup>. Титанъ, приготовленный черезъ восстановление фторо-титанистаго калия калиемъ, представляеть сѣрый, некристаллическій порошокъ, похожій на желѣзо, восстановленное водородомъ, при низкой температурѣ. Въ микроскопъ, увеличивающій въ 200 разъ, онъ представляеть собою спекшуюся массу, цвѣта желѣза, съ металлическимъ блескомъ; при нагрѣваніи на воздухѣ онъ горитъ, разбрасывая искры; самая малая частица металла, поднесенная къ огню, производитъ искру въ родѣ звѣзды. При нагрѣваніи въ кислородѣ, титанъ производитъ мгновенное пламя, въ родѣ молніи, и обращается въ титановую кислоту ( $\text{TiO}^2$ ). По Велеру, никакое другое тѣло не горитъ такъ сильно въ кислородѣ. При  $100^\circ$  Ц. онъ слабо разлагаетъ воду. Велеръ не даетъ вѣры описаніямъ титана, сдѣланнымъ Бертье, Ложье и другими химиками, которые утверждаютъ, что при прокаливаніи титановой кислоты въ кузнечномъ горнѣ, въ тиглѣ съ угольной набойкой, металлъ получается желто-бронзоваго или мѣднаго цвѣта. Если-же допустить это, то необходимо предположить, что титанъ существуетъ въ природѣ въ двухъ аллотропическихъ состояніяхъ. При возвышенной температурѣ титанъ соединяется не только съ кислородомъ, но и съ азотомъ, и что всего страннѣе, въ послѣднемъ газѣ соединеніе сопровождается отдѣленіемъ теплоты и свѣта <sup>2)</sup>. Велеръ описалъ три соединенія съ азотомъ по формуламъ  $\text{TiN}$ ,  $\text{Ti}^5\text{N}^3$ ,  $\text{Ti}^3\text{N}^2$ . Еще существуетъ четвертое  $\text{Ti}^3\text{N}$ , которое не было получено въ свободномъ состояніи, но предполагается образующимся въ продуктахъ доменнаго процесса; далѣе о немъ будетъ идти рѣчь. Соединенія  $\text{Ti}^5\text{N}^3$  и  $\text{Ti}^3\text{N}^2$  могутъ, по Велеру, быть изображенными формулами:  $2\text{TiN} + \text{Ti}^3\text{N}$  и  $3\text{TiN} + \text{Ti}^3\text{N}$ .

Титанъ, какъ мы далѣе увидимъ, часто встрѣчается въ небольшихъ количествахъ въ желѣзныхъ рудахъ. Замѣчательное соединеніе титана встрѣчается въ кубическихъ кристаллахъ мѣднаго цвѣта, въ настыляхъ, образующихся въ нижнихъ частяхъ горна доменныхъ печей. Велеръ <sup>3)</sup> первый нашель, что это синеродисто-азотное соединеніе титана, по формулѣ  $\text{TiCu} + 3\text{Ti}^3\text{N}^2$ ). Гораздо раньше его изучалъ Волластонъ и считалъ чистымъ титаномъ. Вещество это часто находится въ видѣ кристалловъ, которые въ большей части случаевъ обнаруживаютъ собой кубическія плоскости, но бываютъ и

<sup>1)</sup> Ann. de Chim. et de Phys. 3-e série, t. XXIX. p. 181. 1850.

<sup>2)</sup> Recherches sur le titane et son affinité spéciale pour l'azote, par M.M. Wöhler et Sainte Claire Deville, Ann. de Chimie et de Phys. 3-e série, t. LII p. 92. 1858.

<sup>3)</sup> Ann. de Chim. et de Phys. 3-e série, t. XXIX p. 166. 1850.

октаэдрическіе <sup>1)</sup>). Эти кристаллы весьма часто попадаются не только что въ настыхъ, но и въ трещинахъ горнового камня и даже въ шлакахъ. При прокаливани ихъ въ струѣ водорода, они отдѣляютъ амміакъ и синеродистоводородную кислоту. Такъ какъ вещество это искусственно можетъ быть получено чрезъ прокаливаніе титановой кислоты съ желѣзистосинеродистымъ калиемъ, то Велеръ полагаетъ, что и образованіе его въ доменной печи тѣсно связано съ нахожденіемъ тамъ синеродистаго калия. По Карстену, слѣды титана находятся во многихъ разностяхъ чугуна, но необходимо знать, дѣйствительно-ли въ этомъ случаѣ титанъ соединенъ съ желѣзомъ, или растворенъ въ немъ, и не есть-ли это механическая примѣсь синеродистоазотнаго соединенія, разсѣяннаго по массѣ чугуна и попавшаго туда изъ настыхей горна. Здѣсь онъ находится въ видѣ весьма тонкаго раздѣленія, какъ то обнаруживается дѣйствіемъ кислотъ на титанистыя настыхи, въ которыхъ желѣзо растворяется, а титанистое соединеніе остается свободнымъ <sup>2)</sup>).

Фарадѣ и Штодартъ не могли ввести титанъ въ сталь. Смѣсь стальныхъ опилокъ и титановой кислоты ( $\text{TiO}^2$ ) съ углемъ нагрѣвали въ сильнѣйшемъ жарѣ; сталь сплавилась въ королекъ, покрытый сверху тонкимъ слоемъ шлака, соединившагося со стѣнками тигля; она не содержала титана. Температура была такъ высока, что размягчила и почти сплавивла тигли, послѣ плавки втеченіи пятнадцати минутъ <sup>3)</sup>. Въ одномъ изъ опытовъ пользовались *менаканитамъ* (*menachanite*, титанисто-желѣзистый песокъ), однако королекъ не содержалъ въ себѣ «ни одного атома титана», хотя и имѣлъ дамаскированную поверхность <sup>4)</sup>.

Карстенъ утверждалъ, что слѣды титана находятся во многихъ разностяхъ чугуна <sup>5)</sup>. Г. Риле (Riley) занимался отысканіемъ этого тѣла и нашелъ присутствіе его въ значительномъ количествѣ въ огнестойкой глинѣ и еще недавно опредѣлилъ его въ нѣкоторыхъ сортахъ чугуна, въ достаточномъ количествѣ <sup>6)</sup>.

Слѣдующія два разложенія г. Риле норвежскихъ рудъ, предназначенныхъ для доменнаго производства, доказываютъ, что иногда содержаніе титана бываетъ въ нихъ очень значительно.

<sup>1)</sup> Rammelsberg, Metall., S. 140; 1863.

<sup>2)</sup> Фторотитанистое желѣзо, изученное Веберомъ, получается при раствореніи титанистаго желѣза въ фтористоводородной кислотѣ; оно образуетъ призматическіе кристаллы желтаго, зеленоватаго цвѣта, неразрушающіеся на воздухъ; составъ его выражается формулою  $\text{FeFl} + \text{TiFl}^2 + 6\text{HO}$ .

<sup>3)</sup> Quarterly Journ., p. 322.

<sup>4)</sup> Phil. Trans., p. 267.

<sup>5)</sup> Eisenhüttenkunde T. I. S. 534.

<sup>6)</sup> (Proceedings of the Chem. Soc. I. I. p. 387. 1863).

	1	2
Магнитная окись желѣза. . . . .	46.14	54.72
Титановая кислота. . . . .	36.88	40.80
Кремнеземъ . . . . .	13.32	1.58
Известь. . . . .	0.78	2.03
Колчеданъ . . . . .	1.05	—
	<hr/> 98.17	<hr/> 99.23

Риле убѣдился также, что титановая кислота всегда составляетъ часть песчано-глинистыхъ желѣзняковъ. Но какъ титанъ не соединяется съ желѣзомъ, то трудно допустить, присутствие титановой кислоты (0.470, 1.150 и 1.629 проц.) въ чугунахъ, полученныхъ какъ изъ норвежскихъ, такъ и изъ одинаково титанистыхъ рудъ Вельфаста, и въ особенности равнять дѣйствіе титана въ приготовленіи желѣза съ дѣйствіемъ марганца.

Мы думаемъ, что въ опытахъ, сдѣланныхъ при доменныхъ печахъ въ графствѣ Дургамъ, съ цѣлью сравнить вліяніе на чугунъ титана и марганца, было доказано, что весь титанъ переходитъ въ шлаки, оставляя въ чугунѣ только едва замѣтные слѣды и во всякомъ случаѣ не сообщая ему никакихъ особыхъ свойствъ. Въ одной значительной стальной фабрикѣ того-же графства, получили съ титаномъ такіе же отрицательные результаты.

Г. Гохштеттеръ сдѣлалъ слѣдующій опытъ: 8.10 гр. окиси желѣза, почти совершенно чистой, искусственно приготовленной, были тщательно перемѣшаны съ 8.23 грам. рутила ( $\text{TiO}^2$ ) въ порошокъ, и прокаливаемы втеченіи часа, въ закрытомъ тиглѣ съ угольной набойкой, при бѣлокалильномъ жарѣ. Продуктъ былъ частью сплавленный, частью спекшійся и вѣшняя поверхность его имѣла мѣднокрасный цвѣтъ. Нагрѣваніе продолжали еще втеченіи полутора часовъ въ тиглѣ съ угольной набойкой и съ прибавленіемъ 2.60 гр. извести и 3.90 гр. толченого стекла. Второй продуктъ сплавился несовершенно, но заключалъ множество разбѣянныхъ металлческихъ королекъ. Они были бѣлосѣраго цвѣта въ изломѣ, слегка мягки и сильно магнитились. Кипящая хлористоводородная кислота растворяла ихъ съ трудомъ; при этомъ оставалось въ нерастворимомъ остаткѣ небольшое количество чернаго вещества, которое, при нагрѣваніи на воздухѣ, исчезало безъ остатка. Въ этихъ королькахъ не оказалось даже и слѣдовъ титана, потому что когда растворили эти корольки въ царской водкѣ, прилили къ раствору амміака, полученный при этомъ осадокъ снова растворили, въ холоду въ сѣрной кислотѣ, то при кипяченіи этого послѣдняго раствора не получилось почти вовсе осадка, тогда какъ въ случаѣ присутствія въ этихъ королькахъ хотя сколько нибудь замѣтнаго количества титана, осадокъ значительный непременно долженъ былъ образоваться <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Извлеченіе титановой кислоты изъ титанистаго желѣзняка. Тонко истолченная руда смѣшивается съ 2 ч. плавикового шпата и нагрѣвается съ слабой сѣрной кислотой до кипѣнія. Свѣтлую жидкость сливаютъ въ избытокъ воды; осаждающійся гипсъ отдѣляется процеживаніемъ. Жидкость зеленого цвѣта содержитъ желѣзо и титанъ, который осаждаютъ амміакомъ; осадокъ растворяютъ въ наименьшемъ количествѣ

Уже Карстенъ въ своемъ «Eisenhüttenkunde» <sup>1)</sup> говоритъ, что соединеніе, приготовленное изъ 99 ч. стали и 1 ч. металлическаго титана хотя и отличалось качествомъ лучшихъ образцовъ стали, тѣмъ не менѣе анализъ указалъ, что титанъ въ немъ распределенъ крайне неравномѣрно, такъ что его никакъ нельзя считать въ этомъ случаѣ химически соединеннымъ со сталью, но скорѣе должно допустить, что онъ перемѣшанъ съ нею механически. Сталь эта, при полировкѣ, оказалась весьма сильно дамаскированной.

Съ марта 1859 по декабрь 1861 выдано было нѣкоему Роберту Мушету до тринадцати привилегій на усовершенствованіе въ приготовленіи желѣза и стали и вездѣ титанъ игралъ главную роль.

Всѣкій согласится, что переписать такую массу описаній привилегій, весьма скучный долгъ. Первая привилегія <sup>2)</sup> взята на употребленіе титана въ сплавѣ съ литою сталью, вторая <sup>3)</sup> на прямое приготовленіе титанистой стали, сплавленія ковкое желѣзо съ титанистыми примѣсями въ присутствіи угля. Предметъ третьей привилегіи <sup>4)</sup> объясненъ такъ: «цементную сталь, или пудлинговую въ брускахъ, или смѣсь этихъ образцовъ стали, или наконецъ смѣсь желѣза съ углистыми веществами въ такой пропорціи, чтобы, послѣ сплавленія, изъ него прямо получить литую сталь, и плавлю съ исландскимъ, или другимъ изерниномъ (титаново-кислое желѣзо), или пескомъ, содержащимъ титанистый желѣзнякъ, и углемъ. Смѣшеніе этихъ веществъ производится или во время плавки стали, или желѣза и пр., или-же уже послѣ расплавленія этихъ веществъ».

Предметъ четвертой привилегіи заключается въ *улучшеніи въ приготовленіи сплава или сплавовъ титана съ желѣзомъ* <sup>5)</sup>. Изобрѣтатель объявляетъ, что его открытіе состоитъ въ приготовленіи сплава или сплавовъ титана съ желѣзомъ, съ помощью изерина или песка содержащаго титанистый желѣзнякъ, сплавленія эти минералы, послѣ предварительнаго смѣшенія съ извѣстными смолистыми веществами, въ печи самодувной или преимущественно въ вагранкѣ, дѣйствующей на горячемъ дутьѣ. Полученный металлъ состоитъ, по его увѣренію, изъ желѣза и титана и содержитъ углеродъ. Если металлъ долженъ сплавляться съ литою сталью, то изобрѣтатель совѣтуетъ употреблять древесный уголь, какъ горючій матеріалъ.

Пятая привилегія <sup>6)</sup> носитъ одинаковый заголовокъ съ четвертой и состоитъ въ «сплавленіи рудъ, содержащихъ титанъ и называемыхъ въ минералогіи *илменитами*, съ обыкновенными желѣзными рудами», для полученія сплава титанистаго желѣза, содержащаго также и углеродъ.

Шестая привилегія <sup>7)</sup> дополняетъ «улучшенія» по первому, касающимся примѣшенія титана къ литой стали привилегіямъ.

сѣрной кислоты, а желѣзо переводятъ въ закись сѣрнистою кислотою; потомъ жидкость вливаютъ въ кипящую воду и кипятятъ нѣсколько времени. Титановая кислота садится, увлекая немного желѣза. Чтобы получить ее чистою, ее обращаютъ въ фторотитанистую соль калия, очищаютъ ее кристаллизациею и осаждаютъ изъ нея кислоту амміакомъ. (Weber Journ. f. Prakt. Chem. Bd. XC. S. 212. 1863).

<sup>1)</sup> Bd. I, S. 535.

<sup>2)</sup> A. D. 1859 мартъ. № 703.

<sup>3)</sup> A. D. 1859 май № 1115.

<sup>4)</sup> A. D. 1860, 29 сентлября № 2365. *Улучшеніе въ приготовленіи литой стали.*

<sup>5)</sup> A. D. 1860, 8 декабря № 3010.

<sup>6)</sup> A. D. 1860, 10 декабря № 3030.

<sup>7)</sup> A. D. 1860, 12 декабря № 3045.

Седьмая <sup>1)</sup> предназначена для улучшения качества ковкого и сталеватого желѣза и литой стали, приготовленныхъ, при пропускании воздуха черезъ расплавленный чугунокъ. Цель этого «изобрѣтенія» заключается единственно только въ томъ, чтобы не допустить Бессемера прибавлять какое либо титанистое вещество въ продукты его способа.

Изобрѣтеніе восьмой привиллегіи <sup>2)</sup> состоитъ: 1) въ прибавленіи къ стали или ко всякой смѣси, которая послѣ сплавки даетъ литую сталь, смѣси изъ дробленого чугуна или желѣза, и титановой руды въ порошокъ, титанистой желѣзной руды, титановой кислоты или окиси титана; вещества эти сплавляютъ въ тиглѣ, и тѣмъ обуславливаютъ соединеніе титана, заключающагося въ вышеупомянутыхъ титановыхъ рудѣ, кислоты или окиси съ литою сталью, и 2) въ прибавленіи къ стали или къ смѣси веществъ, дающихъ послѣ сплавки литую сталь, смѣси изъ чугуна и желѣза въ видѣ дробы и восстановленнаго пльменита или руды, состоящей изъ титана и желѣза, которые всѣ сплавляются въ тиглѣ, для улучшения качества литой стали.

Въ девятой привиллегіи <sup>3)</sup> говорится о сплавѣ зеркальнаго чугуна или другого подобнаго вещества, съ литою сталью, для уничтоженія ея хрупкости, или иначе, для улучшения качества ея. Въ этомъ изобрѣтеніи дѣло идетъ о «сѣромъ» зеркальномъ чугунокъ. Это должно быть вздоръ, потому что сѣрый зеркальный чугунокъ — не существуетъ.

Десятая привиллегія <sup>4)</sup> предлагаетъ сплавлять титанистыя руды съ кровавикомъ и, благодаря этому изобрѣтенію, получается «титанистый металлъ лучшаго качества», который отличается особенною способностью для приготовленія стали или желѣза перваго сорта, чѣмъ не можетъ похвалиться ни одинъ сплавъ титана съ желѣзомъ, содержащій также и углеродъ; такъ по крайней мѣрѣ судитъ получившій привиллегію

Въ одиннадцатой привиллегіи <sup>5)</sup> г. Мушетъ приписываетъ себѣ исключительное право приготовленія тройнаго металлическаго состава или сплава желѣза, титана и марганца, содержащаго также и углеродъ.

Двѣнадцатая привиллегія <sup>6)</sup> защищаетъ исключительное право соединять литую сталь или «однородное желѣзо» съ тройнымъ сплавомъ десятой привиллегіи. Этотъ сплавъ, по замѣчанію привиллегировавшагося, обыкновенно содержитъ немного кремнія, но въ такомъ маломъ количествѣ, «что онъ несколько не вредитъ» качествамъ литой стали или однороднаго желѣза, въ которые онъ попасть можетъ.

Изобрѣтеніе послѣдней или тринадцатой привиллегіи <sup>7)</sup> заключается въ прибавленіи «титанистаго металла» въ пудлинговую печь, къ обыкновенному чугунокъ или къ желѣзу или къ смѣшенію ихъ, для улучшения качества ковкаго желѣза, полосоваго желѣза или пудлинговой стали, происходящихъ изъ этихъ смѣшеній.

Если вѣра въ достоинство «изобрѣтенія», должна основываться на количествахъ привиллегій, которыя защищаютъ полное обладаніе имъ, то г. Мушетъ далъ намъ самыя убѣдительныя доказательства своихъ добродѣтелей. Тринадцать привиллегій на одно употребленіе титана въ желѣзномъ производствѣ, это явленіе замѣчательное даже въ лѣтописяхъ привиллегій! «Титанистая сталь», защищаемая такими титаническими баррикадами изъ привиллегій,

<sup>1)</sup> А. Д. 1860, 13 декабря № 3070.

<sup>2)</sup> А. Д. 1861, 21 января № 163.

<sup>3)</sup> А. Д. 1861, 23 февраля № 473.

<sup>4)</sup> А. Д. 1861, 19 октября № 2609.

<sup>5)</sup> А. Д. 1861, 22 октября № 2637.

<sup>6)</sup> А. Д. 1861, 1 ноября № 2744.

<sup>7)</sup> А. Д. 12 декабря № 3116.

должна бы произвести чудеса на пользу г. Мушета и всего свѣта. Всѣ средства были пущены въ ходъ, для прославленія его дѣла, превыше всего другаго. Журналы были задобрены въ Лондонѣ, Бирмингамѣ и другихъ мѣстахъ; вещи изъ «титанистой» стали были выставлены въ самыхъ богатыхъ магазинахъ, вмѣстѣ съ великолѣпными, громадными афишами. Все это было совершенно въ порядкѣ вещей, но надо спросить, оцѣнила ли публика, столь довѣрчивая во многихъ случаяхъ, это важное изобрѣтеніе въ металлургіи? Нѣкоторые талаптливые и извѣстные химики разлагали образцы титанистой стали, «не открывъ въ нихъ ни малѣйшаго слѣда титана». Конечно, титанъ трудно открыть при такомъ маломъ количествѣ его въ желѣзѣ, и это отрицательное доказательство можетъ быть приписано къ несовершенству аналитическихъ способовъ, или, можетъ быть, образцы были случайно особенно бѣдны титаномъ, точно также, какъ и въ продажной вольфрамовой стали, нѣкоторые образчики не содержали ни слѣда вольфрама, какъ говоритъ г. Вагнеръ. Мы слышали, что г. Мушетъ не могъ убѣдить шеффилдскихъ заводчиковъ въ превосходствѣ своей «титанистой стали». Можетъ быть это предрассудокъ съ ихъ стороны, но можетъ быть и просто честное убѣжденіе; кажется что послѣднее болѣе вѣроятно. Нашъ другъ Вебстеръ пишетъ по этому поводу: «весьма естественно, что промышленники всегда медлятъ въ принятіи какой нибудь перемѣны; самыя простыя и самыя великія изобрѣтенія должны побѣдить сопротивленіе рутины, силу которой можно прировнять къ значенію послѣдствій отъ изобрѣтенія <sup>1)</sup>». Будемъ надѣяться, что и «титановая сталь» войдетъ когда нибудь въ разрядъ такихъ изобрѣтеній.

## ЖЕЛѢЗО И СВИНЕЦЪ.

Возстановляя смѣсь сурика и окиси желѣза съ чернымъ плавнемъ, Ринманъ получилъ свинецъ, который онъ призналъ желѣзистымъ; онъ былъ тверже обыкновеннаго свинца. Отсюда онъ заключилъ, что свинецъ можетъ растворять въ себѣ небольшое количество желѣза, но желѣзо не можетъ принимать свинецъ въ свою массу. Онъ не могъ достигнуть, чтобы образовать сплавъ изъ этихъ металловъ, нагревая ихъ вмѣстѣ въ металлическомъ состояніи <sup>2)</sup>; Карстенъ успѣлъ не боѣ того. Масса всегда распадается на два слоя; одинъ нижній—желѣзо, другой — свинецъ; но возстановляя глетъ съ желѣзомъ при очень высокой температурѣ, Карстенъ получилъ сплавленное

<sup>1)</sup> The case of Josiah Marshall Heath, the Inventor and Introducer of the Manufacture of Welding cast-steel from British Iron. By Thomas Webster. M. A. F. R. S. Barrister-at-Law London 1836 p. 10. Дѣло Маршала Гито, изобрѣтателя способа приготовленія литой сваривающейся стали и т. д. Соч. Вебстера. Лондонъ. 1836.

<sup>2)</sup> Geschichte des Eisens, Bd. I, S. 508.

желѣзо, въ которомъ нашель, среднимъ числомъ 2.06 проц. свинца. Сплавъ, имѣль листоватое сложеніе, ломался, но былъ мягокъ и немного сплющивался, разрываясь только на бокахъ. Однако, при возстановленіи глета чугуномъ или углеродистымъ желѣзомъ, получаемый королекъ желѣза не содержалъ свинца <sup>1)</sup>. Г. Зонншейнъ описалъ сплавъ желѣза со свинцомъ, пайденный въ одной доменной печи въ Маріенгютте, въ верхней Силезіи, гдѣ обрабатывали свинчистыя руды. Печь дѣйствовала около пяти лѣтъ и свинець разѣблъ стѣнки горна въ глубину почти на 6 дюймовъ, ниже выпускнаго отверстія, и при каждомъ выпускѣ свинець выходилъ вмѣстѣ съ чугуномъ. Такимъ образомъ, подъ выпускнымъ отверстіемъ образовалось небольшое углубленіе, куда стекалъ свинець и откуда его выбирали нѣсколько разъ въ сутки. Втеченіи восемнадцати мѣсяцевъ собрали такимъ образомъ 26 топнѣ (1612 пуд.) свинца. Печь остановили послѣ семилѣтней компаніи и, по разломкѣ, нашли не только много свинца въ настѣлахъ горна, но и разныя скопленія кристалловъ, изъ которыхъ многіе ошибочно были приняты, по виду ихъ, за синеродоазотистый титанъ. Это были кубическіе кристаллы, сложенные уступами, но были скопленія и игольчатыхъ, перистыхъ кристалловъ, отличающихся слѣдующими свойствами: цвѣтъ латуножелтый, мѣстами характеристическій ярко-голубой; они были мяжки, немного тверже свинца, но хорошо рѣзались и внутри имѣли блескъ свинца. Плотность ихъ 10.560, они притягивались магнитомъ. Послѣ многихъ разложеній нашли, что эти кристаллы состояли изъ 88.76 проц. свинца и 11.14 проц. желѣза, что соответствуетъ формулѣ  $2\text{Pb} + \text{Fe}$ , откуда ихъ составъ, въ процентахъ, выводитъ равнымъ 88.08 свинца и 11.92 желѣза. Г. Зонншейнъ думаетъ, что этотъ замѣчательный, сплавъ произошелъ отъ дѣйствія паровъ свинца на металлическое желѣзо. Г. Дикъ, долго занимавшійся свинцовой плавкой, сообщаетъ намъ, что желѣзо дырчатыхъ ковшей, употребляемыхъ въ способѣ Патинсона, проникается съ теченіемъ времени металлическимъ свинцомъ.

Г. Бивендъ въ Клаусталѣ описалъ сплавъ, полученный при нагрѣваніи, въ тиглѣ съ угольной набойкой, шлака, богатаго свинцомъ и желѣзомъ. Большая часть свинца при этомъ улетучивается; остальной металлъ сплавляется совершенно въ королекъ, который твердъ, ломокъ, и слегка плющится подъ молоткомъ, безъ рванипъ; изломъ тонкозернистый, листоватый (kleinkörnig-blättrig), блестящій, цвѣтъ стальносѣрый, переходящій въ оловянно-бѣлый. Этотъ сплавъ состоитъ изъ 96.76 желѣза и 3.24 проц. свинца <sup>2)</sup>.

Мы повторили опытъ Карстена, надъ возстановленіемъ глета желѣзомъ, но не могли получить его результатовъ. Мы употребляли желѣзные и глиняныя

<sup>1)</sup> Eisenhüttenkunde, Bd. I, S. 506.

<sup>2)</sup> Journal f. prak. Chem. Bd. XXIII: S. 252.



тигли; послѣдніе немедленно развѣдались окисью желѣза или глетомъ. Мы напрасно усиливались получить сплавъ Зонненшейна или какойнибудь иной опредѣленный сплавъ желѣза со свинцомъ.

### ЖЕЛѢЗО И СУРЬМА.

Эти металлы соединяются между собою легко при сплавлѣ и даютъ сплавы твердые, ломкіе, бѣлые, плавкіе, плотностью менѣе средней плотности входящихъ въ составъ ихъ металловъ. Сурьма всего болѣе дѣйствуетъ противъ магнитной способности желѣза. По Бергье, сплавъ, содержащій 70 $\frac{1}{2}$  проц. сурьмы, т. е.  $\text{Fe} + \text{Sb}$  не разлагается при самой высокой температурѣ, а сплавы, содержащіе болѣе сурьмы, приводятся къ этой пропорціи при 150° Воджвудова пирометра <sup>1)</sup>. Сплавъ изъ 1 части по вѣсу сурьмы и 2 ч. желѣза, загорается при опиливаніи <sup>2)</sup>.

Г. Ричардсонъ дѣлалъ слѣдующіе опыты съ продажной сурьмой и толстой желѣзной проволокой, въ лабораторіи горной лондонской школы. Сплавы производились въ глиняныхъ тигляхъ, съ замазанными крышками.

1.—Желѣза 14.50 гр. сурьмы 16.70 гр., соответствуетъ формулѣ  $\text{Fe}^1\text{Sb}$ . Колобокъ сплавился хорошо, вѣсилъ 31.02 гр., потеря 0.18 гр., цвѣтъ его темносѣрый, онъ ломокъ и съ зернистымъ изломомъ.

2.—Желѣза 12.95 гр., сурьмы 12.95 гр. Колобокъ сплавился хорошо, вѣсилъ 25.25 гр., потеря 0.50 гр.; признаки тѣже, какъ и у перваго.

3.—Желѣза 19.23 гр., сурьмы 0.19 гр.; колобокъ сплавился хорошо, вѣсилъ 18.92 гр., съ потерей 0.50 гр.; онъ вовсе не былъ такъ хрупокъ, какъ два первые, блескъ болѣе сильный, но изломъ тотъ-же.

Карстенъ опредѣлилъ вліяніе 1 проц. прибавленной сурьмы во время приготовленія желѣза въ кричномъ горнѣ, дѣйствовавшемъ на древесномъ углѣ. Не смотря на летучесть металла, вліяніе сурьмы было гораздо сильнѣе, чѣмъ вліяніе олова въ томъ-же количествѣ. При бѣлокальномъ жарѣ отдѣлялись такіе-же бѣлые пары, какъ и при оловѣ, но полосовое желѣзо выходило гораздо ломче въ холодномъ и горячемъ состояніи. Полосовое желѣзо содержало въ себѣ 0.23 проц. сурьмы. Карстенъ нашелъ, что 0.114 проц. сурьмы въ желѣзѣ дѣлаютъ его столь ломкимъ въ холодномъ состояніи, что оно никуда не годится; въ этомъ желѣзѣ найдены ничтожные слѣды сѣры и 0.38 проц. фосфора; по его наблюденію эти вещества не могли сдѣлать желѣзо чувствительно ломкимъ въ холодномъ состояніи и дурныя качества желѣза онъ приписалъ только присутствію въ немъ небольшого количества сурьмы.

<sup>1)</sup> Traité, t. II, p. 217.

<sup>2)</sup> Thénard, Traité de Chimie, t. II, p. 247. 1834.

## ЖЕЛѢЗО И ВИСМУТЬ.

Мнѣнія старинныхъ металлурговъ относительно сплава этихъ металловъ очень несогласны между собой; одни утверждаютъ, что они легко сплавляются, другіе-же, — что совершенно не сплавляются. Карстенъ испытывалъ вліяніе 1 проц. висмута на процессъ въ кричномъ горнѣ, дѣйствовавшемъ на древесномъ углѣ, и нашелъ, что качества желѣза не измѣнились; впрочемъ оно вышло, нѣсколько крѣпче въ работѣ. Когда желѣзо начинаетъ плавиться, изъ него, втеченіи получаса, отдѣляется дымъ и синеватое пламя. Полосовое желѣзо содержало въ себѣ 0.081 висмута <sup>1)</sup>).

По изслѣдованіямъ Гассенфраца оказалось, что желѣзо, обработанное, подобно только что описанному висмуту, хотя и не лишилось ковкости, но сдѣлалось нѣсколько красномолкимъ, а при быстромъ охлажденіи водой, послѣ прокаливанія, становилось и совершенно хрупкимъ.

## ЖЕЛѢЗО И НИККЕЛЬ.

Фарадѣ и Штодартъ сплавляли эти металлы въ различныхъ пропорціяхъ и нашли, что они удобно соединяются. Вотъ результаты ихъ опытовъ <sup>2)</sup>).

1.—Плавилъ гвозди съ 3 проц. чистаго никкеля. Сплавъ былъ такъ-же тягучъ и легко обрабатывался подъ молотомъ, какъ и чистое желѣзо; отполированный онъ былъ бѣлѣе желѣза. Относительный вѣсъ его былъ 7.804; относительный вѣсъ прокованной стали, сплавленной съ 3 проц. никкеля, былъ 7.750.

2.—Желѣзные гвозди плавилъ съ 10 проц. никкеля. Металлы превосходно сплывались, но сплавъ былъ менѣе мягокъ и болѣе способенъ рваться подъ молотомъ; въ полированномъ состояніи онъ имѣлъ желтый оттѣнокъ. Относительный вѣсъ его былъ 7.849, а сплава стали съ 10 проц. никкеля — 7.684. Онъ не такъ скоро ржавѣлъ, какъ желѣзо, но причину этого явленія никакъ нельзя приписать присутствію никкеля, такъ какъ въ стали тоже самое количество никкеля не только не уменьшало, но сильно увеличивало ржавчину.

Бертѣ утверждаетъ, что желѣзо и никкель соединяются во всевозможныхъ пропорціяхъ, сплавы ихъ имѣютъ всѣ качества чистаго желѣза, но цвѣтъ ихъ гораздо бѣлѣе. Онъ описываетъ сплавъ съ 8.3 проц. никкеля, т. е. соответствующій формулѣ  $Fe^{12}Ni$ , приготовленный чрезъ возстановленіе смѣси изъ окисей желѣза и никкеля, въ тиглѣ съ угольной набойкой; онъ

<sup>1)</sup> Eisenhüttenkunde Bd. I, S. 522.

<sup>2)</sup> Quarterly Journ., t. IX, p. 324

слегка мягокъ, очень тягучъ, тонкозернистъ, но съ нѣскольکو занозистымъ изломомъ. Составъ этого сплава тождественъ съ метеорическимъ желѣзомъ изъ окрестностей Сапта-Фе-де-Богата <sup>1)</sup>).

Г. Ричардсонъ сдѣлалъ слѣдующіе опыты въ лабораторіи лондонской горной школы со сплавами желѣза и никкеля. Никкель былъ приготовленъ гг. Эвансомъ (Evans) и Аскиномъ (Askin) въ Бирмингамѣ; его можно считать чистымъ для практическаго употребленія. Желѣзо было въ видѣ тонкой проволоки; плавилъ подѣ толченымъ стекломъ, въ глиняныхъ тигляхъ, и металлы казались превосходно сплавленными.

1.—Съ 1 проц. никкеля: желѣза 32.06 гр. и никкеля 0.32 гр.; полученъ хорошо сплавившійся колобокъ, вѣсомъ 31.74 гр., слѣдовательно угаръ былъ 0.64 гр.; поверхность была мѣстами покрыта тонкимъ слоемъ черной окиси; при разрѣзываніи его въ холодномъ состояніи ножницами, до половины толщины, онъ распался; изломъ его былъ, во всѣхъ отношеніяхъ, подобенъ сплавленному желѣзу.

2.—Съ 5 проц. никкеля: желѣза 18.46 гр., никкеля 0.97 гр.; потеря была 0.64 гр. Сплавъ вполне удался, поверхность коlobка была покрыта черною окисью; онъ хрупче № 1. Тонкозернистый и блестящій изломъ его, не имѣлъ на себѣ сѣро-голубаго оттѣнка, свойственнаго желѣзу.

3.—Съ 20 проц. никкеля: желѣза 15.54 гр., никкеля 3.88 гр., угаръ 1.29 гр. Поверхность коlobка гладкая, безъ окиси; сплавъ былъ хрупкій, и когда его надрѣзали ножницами поперегъ, онъ разломался и обнаружилъ изломъ, который описать весьма трудно. Можно назвать его жилковатымъ и столбчатымъ; въ лунку, металлъ, между прядями жилокъ, казался тонкозернистымъ; блескъ тусклый. Соскобленная поверхность коlobка обнаруживала цвѣтъ бѣлый, голубоватый, но на воздухѣ принимала желтоватый оттѣнокъ. Плотность его 7.917.

4.—Съ 50 проц. никкеля: желѣза 12.95 гр., никкеля 12.95 гр., угаръ былъ 1.29 гр. Колобокъ походилъ по наружности на № 3, былъ ровень, безъ окиси, тусклъ и съ желтымъ оттѣнкомъ на поверхности; при скобленіи казался такимъ-же, какъ предыдущій коlobокъ; онъ хотя и былъ хрупокъ, но удобно сплющивался подѣ молоткомъ. Изломъ, произведенный обыкновеннымъ способомъ, былъ совершенно отличенъ отъ излома предыдущихъ сплавовъ: онъ былъ ровень, однороденъ, тонкозернистъ и похожъ на изломъ литой стали; разсматривая-же его подѣ различными углами падающаго свѣта, онъ казался составленнымъ изъ собранія блестящихъ точекъ, чего никогда не замѣчается въ изломѣ литой стали такого тонкаго зерна; плотность сплава 8.200.

<sup>1)</sup> Traité, t. II, p. 216.

Эти сплавы имѣли сильную магнитную силу; два-же послѣдніе принимали высокую политуру, хотя при этомъ они и прилипали къ напильку.

Кусочки обоихъ этихъ сплавовъ были опилены и выполированы, оставлены нѣсколько дней въ слабой сѣрной кислотѣ, но не обнаружили узоровъ на поверхности.

Г. Лонгмедъ (Longmaid) взялъ привиллегію на сплавъ желѣза съ никкелемъ, въ пропорціи менѣе 110 граммовъ никкеля на тонну желѣза (около  $\frac{1}{2}$  золот. на пудъ)<sup>1)</sup>. Никкель прибавляется во время кричнаго или пудлинговаго процесса; по словамъ изобрѣтателя, желѣзо «много выигрываетъ въ качествахъ» отъ этой примѣси. Хотя это заявленіе сдѣлано и съ *добрыми намыреніемъ*, но надо помнить, что оно исходитъ отъ взявшаго привиллегію.

Либихъ изслѣдовалъ сплавы никкеля съ желѣзомъ и сталью, приготовленные г. Вольфомъ изъ Швейпфурта, и очень хвалитъ приготовленіе ихъ. Никкелевая сталь похожа по виду и свойствамъ на булатъ, а никкелевое желѣзо принимаетъ дамаскированные узоры при обыкновенномъ приготовленіи<sup>2)</sup>.

Фербернъ сообщаетъ результаты своихъ опытовъ надъ опредѣленіемъ прочности сплавовъ желѣза съ никкелемъ, приближающихся по составу къ метеорическому желѣзу<sup>3)</sup>. Для перваго ряда своихъ опытовъ онъ употребилъ никкель, добытый *«сухимъ путемъ изъ никкелевой руды»*, о способѣ этой добычи онъ не упоминаетъ ни слова.

Другою составною частью для этихъ сплавовъ служило ему не желѣзо, а чугуны № 3 изъ Бленафонъ (Blasnavon). Но такъ какъ, не зная способа добычи никкеля, мы не можемъ судить ни о степени чистоты его, то мы и не придаемъ никакого значенія этимъ опытамъ.

Второй рядъ опытовъ описанъ весьма ясно; совершенно чистый никкель и тотъ-же родъ чугуна, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, служили матеріалами для нихъ. Прочность чугуна, отъ присадки 2.5 проц. никкеля, уменьшилась весьма замѣтно. Такимъ образомъ, если принять первоначальную прочность чугуна за 100, то средняя прочность сплава, выведенная изъ шести опытовъ, будетъ 83. Слѣдовательно присутствіе никкеля въ желѣзѣ наноситъ ущербъ его сопротивленію разрыву и ударамъ.

При плавкѣ содержащихъ никкель желѣзныхъ рудъ, металлъ этотъ постоянно входитъ въ чугуны, а потомъ и въ приготовляемое изъ послѣдняго желѣзо. Въ чугуны изъ Кенигсгютте на Гарцѣ, Штренигъ нашелъ нѣкоторое количество никкеля. Рубахъ нашелъ 1.53 проц., а Мрацекъ 0.021 проц. никкеля въ различныхъ сортахъ полосоваго желѣза<sup>4)</sup>.

<sup>1)</sup> A. D. 1861. № 1863.

<sup>2)</sup> Annalen der Pharmacie. Bd. II, S. 237. 1832.

<sup>3)</sup> Proceedings of the Manchester Philosophical Society, March 9. 1858.

<sup>4)</sup> V. Kerl, Handb., Bd. III, S. 58.

Считаемъ здѣсь вполнѣ умѣстнымъ сказать нѣсколько словъ о самородномъ желѣзѣ. Возможность находенія на землѣ самороднаго желѣза, образовавшагося въдѣствіе общихъ геологическихъ переворотовъ, весьма сомнительна, или, по крайней-мѣрѣ, это величайшая рѣдкость. Тамъ не мѣсто можно встрѣтить самородное желѣзо въ видѣ метеорического, слѣдовательно міроваго (космическаго) происхожденія. Почти безъ исключенія всѣ образчики подобнаго желѣза содержатъ отъ 3 до 8 проц. никкеля. Къ самородному желѣзу земнаго происхожденія должно отнести найденное въ Тюрингенѣ, на рудникѣ Желѣзнаго Іоанна (Eisener Johann). Впрочемъ нѣкоторые ученые, какъ напр. Брейтгауптъ, Зебахъ и др., не считаютъ его самороднымъ, а рассматриваютъ какъ искусственный продуктъ. Составъ его оказался: 92.5 проц. желѣза, 6 проц. свинца и 1.5 проц. мѣди. Нейманнъ нашелъ самородное желѣзо въ мѣловой формациі Котцы (Богемія); Борнеманъ нашелъ подобный-же самородокъ въ глинистыхъ углѣхъ Тюрингена; наконецъ нашли его также въ видѣ сталактитовъ въ горахъ Кияя, близъ Гренобля, гдѣ онъ былъ встрѣченъ на жилахъ окисленной желѣзной руды въ гнейсѣ, вмѣстѣ съ разложившимся сѣрнымъ колчеданомъ. Желѣзные чешуйки, попадающіяся иногда въ платиновыхъ россыпяхъ, происходятъ главнѣйшимъ образомъ отъ употребленныхъ при работахъ инструментовъ; таковы попадающіяся въ платиновыхъ россыпяхъ на Уралѣ и въ Кордильерахъ, въ Хоко, равнымъ образомъ и въ золотосносныхъ россыпяхъ Алтая. Въ хребтѣ Канаанъ, въ Конектикутѣ (Ств. Америка) былъ также однажды найденъ кусокъ самороднаго желѣза, въ слюдяномъ сланцѣ, онъ содержалъ 91.8 проц. желѣза и 7 проц. углерода. Минасъ-Гераесъ, въ Бразиліи, также упоминается какъ мѣсторожденіе самороднаго желѣза. Наконецъ, самородное желѣзо встрѣчается также въ видѣ микроскопическихъ частичекъ въ базальтѣ <sup>1)</sup>. Близъ колоніи Либеріа, въ западной Африкѣ, самородное желѣзо попадаетъ вмѣстѣ съ кварцемъ и магнитнымъ желѣзникомъ. Кроме этихъ поименованныхъ мѣстностей, все остальное самородное желѣзо, встрѣчающееся на землѣ—міроваго происхожденія.

Первыя опредѣленныя свѣдѣнія о метеорическомъ желѣзѣ встрѣчаются у Говарда въ 1802 г., который открылъ, что это желѣзо содержитъ никкель. Клапротъ, Стромейеръ и въ особенности Верцелиусъ, подвинули дажѣ свѣдѣнія о метеорическомъ желѣзѣ и подтвердили содержаніе въ немъ никкеля <sup>2)</sup>.

Обыкновенно аэролиты не представляютъ собой плотной однородной массы, но, напротивъ того, имѣютъ видъ смѣси, что доказывается появленіемъ на нихъ фигуръ, если обработать слабой кислотой отполированную поверхность ихъ. Это свойство было въ первый разъ замѣчено въ Вѣнѣ Видманштеттомъ, и потому фигуры эти названы видманштеттовыми. Фигуры эти являютъ иногда въ видѣ линій, пересекающихся между собой подъ косыми углами, а иногда въ видѣ линій параллельныхъ. Онѣ бываютъ при этомъ матовыми, но если ихъ потереть металлической пластинкой, смоченной слегка слабой кислотой, то онѣ становятся совершенно блестящими.

Какъ мы уже только что замѣтили, фигуры эти не всегда появляются въ видѣ линій, пересекающихся подъ углами, но иногда являютъ и параллельными. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ, по опредѣленіямъ Нейманна, ихъ замѣтно образованіе гексаэдровъ <sup>3)</sup>.

Образчики появляющіяся на метеоритахъ видманштеттовыхъ фигуръ можно видѣть на приложенномъ здѣсь, весьма вѣрно снятомъ рисункѣ (фиг. 4). Здѣсь продолговатая черная черта состоитъ изъ сѣрнаго желѣза, а два, лежащая одно надъ другимъ черныя пятна — по всей вѣроятности хромистое желѣзо. При нѣкоторомъ направленіи падающихъ на этотъ кусокъ солнечныхъ лучей, параллельныя



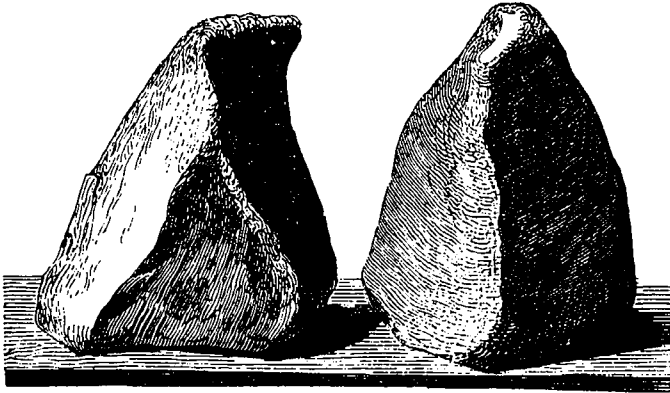
<sup>1)</sup> Quenstedt, Mineralogie, 1863. Naumann, Elemente der Mineralogie, 1863.

<sup>2)</sup> G. Rose, Beschreib. u. Einth. der Meteoriten; S. 30. Berlin, 1864.

<sup>3)</sup> Тамъ-же, стр. 44.

его линіи представляются сильно блестящими. Этотъ кусокъ былъ отколотъ отъ метеора, найденнаго въ песчанникѣхъ близь Оберкирхе (Шаумбургъ) на глубинѣ 15 футовъ ниже поверхности. Онъ вѣсилъ слишкомъ 2 пуда 30 фунтовъ и имѣлъ форму приложеннаго при семъ рисунка (фиг. 5), который изображаетъ его въ  $\frac{1}{6}$  натуральной вели-

Фиг. 5.



чины. Метеоръ этотъ описанъ Вюкомъ и Везеромъ, которые сдѣлали ему и разложеніе <sup>1)</sup>. Удельный вѣсъ его=7.12, а составъ:

Желъза . . . . .	90.95 проц.
Никкеля . . . . .	8.01 »
Фосфора . . . . .	0.64 »
	<hr/>
	99.60

Хотя паденіе метеоровъ есть явленіе весьма не частое, тѣмъ не менѣе намъ извѣстна цѣлая масса метеоровъ, которые хотя и находятся съ поверхности какъ-бы въ корѣ ржавчины, тѣмъ не менѣе внутри вполне оказались предохраненными отъ разрушающаго дѣйствія атмосферы. Г. Розе въ «Beschreibung und Eintheilung der Meteoriten» насчитываетъ пятьдесятъ восемь ему извѣстныхъ образцовъ. Онъ дѣлитъ ихъ на слѣдующіе разряды, которые даютъ превосходное понятіе о природѣ метеоритовъ.

1) Масса представляетъ только обломки кристалловъ, безъ скорлуповатаго сложенія.

2) Агрегаты крупно-зернистыхъ кристалловъ, также безъ скорлуповатаго расположенія.

3) Кристаллы, расположенные въ видѣ скорлупокъ параллельно плоскостямъ октаэдра. Это тѣ метеориты, на которыхъ, при дѣйствіи кислотъ, появляются видманштитовы фигуры.

4) Крупно-зернистые агрегаты съ скорлуповатымъ расположеніемъ.

5) Мелко-зернистые агрегаты.

Наиболѣе замѣчательные по величинѣ метеоры выпали въ слѣдующихъ мѣстностяхъ.

Аграмъ . . . . .	2 пуд.	16 фунт.
Вогумлицъ . . . . .	3 »	20 »
Эльбогенъ . . . . .	6 »	20 »
Звелезгенъ . . . . .	7 »	16 »
Санта-Роза . . . . .	51 »	—
Красноярскъ . . . . .	54 »	16

<sup>1)</sup> Nachrichten d. Gött. Universität. etc. 1863. № 20.

Теннеси (сѣв. Америка) . . . . .	68 пуд.	—
Луизианна . . . . .	102	» —
Вахид, въ Бразиліи . . . . .	1031	» —
Вендего, тамъ-же . . . . .	1363	» —
Олумба, въ Перу . . . . .	2370	» —
Дуранго . . . . .	3135	» 1).

Что касается до состава метеоритовъ, то въ этомъ отношеніи мы скажемъ только нѣсколько словъ о содержаніи въ нихъ желѣза, никкеля и кобальта.

Верцелиусъ нашелъ въ растворяющихся въ слабой кислотѣ частяхъ метеоровъ изъ Богумилица (а), Красноярска (b) и Эльбогена (с) слѣдующее содержаніе этихъ веществъ:

	а.	б.	с.
Желѣза . . . . .	93.775	88.042	88.231
Никкель . . . . .	3.812	10.732	8.517
Кобальта . . . . .	0.213	0.455	0.762

Нерастворимая часть этихъ метеоровъ состояла изъ легкаго, углистаго остатка и тяжелаго фосфористо-никкелеваго желѣза. Этому послѣднему соединенію дали названіе *ирейберзита*. Это соединеніе было замѣчено также Патерой въ метеорическомъ желѣзѣ, съ береговъ Арвы, и соответствуетъ, по его словамъ, формулѣ:  $Ni^2Fe^2P$ .

## ЖЕЛѢЗО И КОБАЛЬТЪ.

По Гассенфранцу желѣзо, содержащее кобальтъ очень ковко и хорошо сваривается, не ломается въ холодномъ состояніи, но склонно къ красноломкости <sup>2)</sup>. Только въ послѣдніе годы стали готовить чистый кобальтъ въ большомъ количествѣ, и нельзя ручаться, чтобы прежде, для составленія сплавовъ, могли имѣть чистый металлъ; въ особенности онъ могъ содержать мышьякъ. Вертье приписываетъ сплавамъ желѣза съ кобальтомъ совершенно тѣ-же качества, какія мы видѣли у сплавовъ его съ никкелемъ; но сомнительно, сдѣлалъ-ли онъ достаточно опытовъ для подтвержденія этого мнѣнія.

Р. Смитъ сдѣлалъ слѣдующіе опыты, употребляя закись кобальта и почти чистый кровавикъ. Количество составныхъ частей въ граммахъ было:

	1.	2.
Кровавика . . . . .	12.95	23.32
Закиси кобальта . . . . .	12.95	2.59
Угли въ порошокъ . . . . .	6.47	6.47

Смѣсь была положена въ графитовый тигель, а лишнее пустое простран-

1) Quenstedt, Mineral. 1855. Nauman, Mineral. 1863.

2) Karsten. Bd. I, S. 532.

ство было наполнено смѣсью изъ фарфоровой глины и извести, и тигель, хорошо замазанный, былъ подверженъ бѣлокапельному жару, въ теченіи двухъ часовъ.

1.—Результаты: колобокъ сплавился хорошо съ корольками, вѣсить 19.17 гр., притягивается магнитомъ, подъ молотомъ сначала сплющивается, а потомъ ломается, изломъ зернистый, сѣраго голубоватаго цвѣта, съ слабымъ блескомъ. Шлакъ представляетъ прозрачное стекло, блѣднаго, сѣровато-голубаго цвѣта.

2.—Результаты: вѣсъ коlobка 18.53 гр., сплавленъ хорошо, съ нѣсколькими корольками, которые притягиваются магнитомъ, ломается подъ молоткомъ, изломъ зернистый, бѣлаго, сѣроватаго цвѣта въ серединѣ, окруженный тонкимъ темно-сѣрымъ ободкомъ, тонко-зернистаго сложенія. Шлакъ, какъ при № 1.

Колобки имѣли слѣдующій составъ въ процентахъ:

Желѣза . . . .	46.71	87.21
Кобальта <sup>1)</sup> . . .	53.29	12.79

Когда эти сплавы въ порошокъ, то соляная кислота разлагаетъ ихъ весьма удобно, съ отдѣленіемъ вонючаго водорода.

Если кровавикъ содержалъ 70 проц. желѣза, а закисъ кобальта 78.5 пр. кобальта, и если-бы весь металлъ выдѣлился, не поглощая углерода, то коlobки должны имѣть соответствующіе вѣса 19.23 и 18.33 гр. и содержать 47.1 и 83.3 пр. желѣза; ихъ относительныя формулы были-бы тогда приблизительно  $\text{FeCo}$  и  $\text{Fe}^{\text{S}}\text{Co}$ .

## ЖЕЛѢЗО И РТУТЬ.

Ртуть не дѣйствуетъ на желѣзо ни въ холодномъ, ни въ горячемъ состояніи. Есть много непрямыхъ способовъ для соединенія желѣза съ ртутью, но сомнительно, чтобы эти способы давали когда-нибудь настоящія амальгамы. Стремленіе ртути къ соединенію вызывается присутствіемъ третьяго металла; такъ кусокъ желѣза, съ гладкою поверхностью, погруженный въ калиеву амальгаму, покрывается слоемъ амальгамы, пристающей крѣпко, но ртуть отдѣляется по мѣрѣ того, какъ калий окисляется на воздухъ, и желѣзо остается со своимъ прежнимъ блескомъ <sup>2)</sup>. Г. Джоль (Joule) описалъ опредѣленную

<sup>1)</sup> По разности и считая находящійся въ томъ-же числѣ углеродъ, который опредѣленъ не былъ.

<sup>2)</sup> Berzélius, Traité, t. II, p. 708.



амальгаму формулы  $\text{Fe} + \text{Hg}$ , которая была приготовлена имъ, чрезъ разложеніе раствора желѣза гальваническимъ токомъ, гдѣ ртуть занимала отрицательный полюсъ. Избытокъ ртути былъ отдѣленъ перегонкою, въ особомъ приборѣ, подъ давленіемъ девяти тоннъ на квадратный сантиметръ <sup>1)</sup>). Шенбейнъ приготовилъ желѣзную амальгаму, взбалтывая густой растворъ хлористаго желѣза со ртутью, заключающею въ себѣ 1 проц. натрія. Полученная густая амальгама желѣза была промыта водой до совершенной чистоты <sup>2)</sup>).

По Бетгеру можно получать чистую желѣзную амальгаму, очень магнитную, растирая въ фарфоровой ступкѣ двѣ части по вѣсу хлористой ртути въ кристаллахъ, съ одною частью тонкоизмельченнаго желѣза и двумя частями холодной воды; надо растирать, не останавливаясь, и прибавить нѣсколько капель ртути, когда масса сильно разгорячится <sup>1)</sup>). Г. Кальете сообщаетъ, что желѣзо амальгамируется съ поверхности, отъ дѣйствія амальгамы аммонія или натрія <sup>2)</sup>), или когда оно погружено въ окисленную воду въ прикосновеніи со ртутью, занимающею мѣсто отрицательнаго полюса гальванической батареи <sup>3)</sup>).

Г. Вильямъ Круксъ (Crookes) собиравъ намъ слѣдующіе факты:

Если натровая амальгама въ кристаллахъ будетъ покрыта насыщеннымъ растворомъ сѣрнокислой закиси желѣза, то желѣзо чрезъ часъ или два обмѣнивается съ натріемъ и образуется желѣзная амальгама. Ее взбалтываютъ со слабой соляной кислотой, которая освобождаетъ ее отъ избытка натрія и она остается въ видѣ мягкой массы, въ родѣ мази.

Имѣя густоту масла и цвѣтъ средней между цвѣтами ртути и желѣза, продуктъ этотъ кажется смѣсью твердой амальгамы и ртути. Прожимая ее черезъ замшу, выдѣляютъ жидкую ртуть и получаютъ твердую массу, кристаллическую, стально-сѣраго цвѣта, которая по разложенію содержитъ 12.77 проц. желѣза (формула  $\text{FeHg}^2$  требуетъ 12.28 проц.). Если эту твердую амальгаму давить пальцами на ладони, она постепенно нагрѣвается и вскорѣ распадается на шарики ртути и черный порошокъ желѣза. Тоже самое, но медленнѣе, происходитъ когда она лежитъ долго на воздухѣ; ртуть выходитъ изъ нее по временамъ брызгами отъ 7 до 10 линий въ длину. Теплота, развивающаяся при этомъ, не зависитъ отъ окисленія желѣза, потому что

<sup>1)</sup> Brit. assoc. Rep. Edinburg, 1850. Transactions of the sections, p. 55.

<sup>2)</sup> Jahresb., L. u. K., S. 95. 1861.

<sup>3)</sup> Jahresber., L. et K. S. 224. 1857.

<sup>4)</sup> Когда въ 1867 г. на С.-Петербургскомъ Монетномъ Дворѣ дѣлались опыты амальгмированія соровъ при помощи натровой амальгамы, по способу В. Крукса, и когда для приготовленія поминутной амальгамы, натрій растирали подъ ртутью желѣзной ложкой, то послѣдняя, въ самое короткое время, сама обращалась въ амальгаму.

<sup>5)</sup> Jahresb., упомянутый выше, s. 249. 1857.

тогъ-же черный порошокъ выдѣляется и тогда, когда амальгама лежитъ въ герметически закупоренной трубкѣ, подъ слоемъ минеральнаго нефтянаго масла. Твердая и жидкая амальгамы и выжатая изъ нея жидкая ртуть, очень магнитны. Желѣзо мало-по-малу окисляется на воздухѣ и покрывается съ поверхности слоемъ красной окиси. Если амальгама имѣетъ густоту масла или немного жиже, она, какъ кажется, не разлагается внезапно.

## ЖЕЛѢЗО И СЕРЕБРО.

Мнѣнія самыхъ старинныхъ металлурговъ весьма разнорѣчивы въ отношеніи сплавовъ желѣза съ серебромъ; одни утверждаютъ, что эти металлы соединяются легко и вполне, при плавленіи, другіе-же, — что они соединяются только въ весьма незначительной степени. Куломбъ утверждаетъ, что серебро можетъ удерживать въ себѣ только  $\frac{1}{150}$  желѣза, а по Морво, желѣзо не можетъ принять болѣе  $\frac{1}{30}$  серебра <sup>1)</sup>. Первый изъ этихъ ученыхъ нашелъ, что при  $\frac{1}{320}$  желѣза, серебро уже дѣйствуетъ на магнитную стрѣлку, а серебро, возстановленное изъ сплавленнаго хлористаго соединенія желѣзомъ, уклоняетъ стрѣлку даже и тогда, когда на 133119 ч. серебра, содержитъ 1 ч. желѣза. Большіе тигли изъ ковкаго желѣза, служили нѣсколько лѣтъ для плавки серебра, а это убѣдительно всего доказываетъ, что между обоими металлами нѣтъ замѣтнаго сродства при температурѣ плавленія серебра.

Карстену мы обязаны за опыты въ большемъ видѣ, для опредѣленія вліянія серебра на свойства желѣза. Полосовое желѣзо теряетъ свои качества, если прибавить  $1\frac{1}{2}$  проц. серебра при кричной операціи, на древесномъ углѣ. Во время передѣла, изъ металла отдѣляется паръ зеленого, голубова таго цвѣта, такъ-же и изъ желѣзныхъ полосъ во время проковки, пока онѣ остаются не ниже красно-бѣлаго казенія. Худое желѣзо, пластинчатое и сильно красное, содержало по разложенію 0.034 проц. серебра. Серебро имѣетъ такое-же вліяніе на желѣзо, какъ сѣра, хотя не столь замѣтное.

Г. Лонгмедъ (Longmaid) недавно взялъ привилегію на сплавъ желѣза съ гомеопатическими пропорціями серебра <sup>2)</sup>. По словамъ изобрѣтателя никогда не надо класть болѣе 10 долей на пудъ желѣза, но онъ предпочитаетъ даже, въ случаяхъ обыкновенныхъ, брать только отъ 1 до 2 долей; пропорція увеличивается только въ такомъ случаѣ, когда хотятъ сдѣлать желѣзо крѣпче, придать ему тягучесть или сдѣлать его способнымъ

<sup>1)</sup> Karsten. Bd. I, S. 491.

<sup>2)</sup> Improvements in the manufacture of iron, A. D. 1861. 24 іюля № 1863.

давать сталь. Серебро можно прибавлять во время кричной или пудлинговой операціи. Изобрѣтатель признается, что онъ, «замѣчательнаго улучшенія въ желѣзѣ, достигъ чрезъ прибавленіе 10 долей серебра на пудъ желѣза;» онъ прибавляетъ, что «конечно и прежде употребляли серебро для сплавленія съ желѣзомъ, но въ такихъ большихъ количествахъ, что оно уничтожало требуемыя свойства въ желѣзѣ, потому что серебро соединяется съ желѣзомъ химически только въ малыхъ количествахъ». Привиллегія г. Лонгмеда не обратила на себя вниманія желѣзныхъ заводчиковъ; насъ бы очень удивило, еслибъ это случилось иначе. Въ пудлинговыхъ опытахъ нужно быть чрезвычайно внимательнымъ, чтобы не впасть въ ошибочныя заключенія; такъ, при нихъ, даже при наблюденіи двухъ послѣдовательныхъ насадокъ трудно бываетъ убѣдиться, точно-ли въ обоихъ случаяхъ обстоятельства работы были совершенно одинаковы. Немного болѣе вниманія, или лучше веденная работа, т. е. рука пудлинговаго мастера въ одной насадкѣ, по сравненію съ другой, можетъ дать значительныя разности. Часто подачка «на водку», заставляетъ мастера достигнуть въ опытахъ этого рода требуемыхъ результатовъ во что-бы то ни стало.

Фарадѣ и Штодартъ плавилъ серебро со сталью и достигли слѣдующихъ результатовъ <sup>1)</sup>: если долгое время поддерживать эти металлы въ расплавленномъ состояніи, то по видимому образуется превосходный сплавъ ихъ, но, при охлажденіи, на поверхности являюся корольки серебра, выдѣляющіеся изъ сплава. Обработывая полосу изъ этого сплава слабой сѣрной кислотой, въ остаткѣ получается серебро въ видѣ волоконъ «представляя сѣтъ серебряныхъ и стальныхъ нитей, спланныхъ между собой». Иногда нити бываютъ длиною въ 1 линію. Послѣ продолжительнаго нагрѣванія при высокой температурѣ, стѣнки и верхняя часть тигля покрываются мелкими серебряными корольками. Серебро и сталь сплавливали въ слѣдующихъ пропорціяхъ:

(I) Серебра 1 ч., стали 160 ч. Колобки состояли изъ стали съ прожилками серебра. На поверхности были серебряныя корольки, а нѣкоторые изъ колобковъ выдѣляли, при ковкѣ, и еще новыя корольки серебра. Полосы изъ этого сплава быстро окислялись въ сыромъ воздухѣ. (II) Серебра 1, стали 200; прожилки и корольки серебра въ избыткѣ. (III) Серебра 1, стали 300; жилы поменьше, но онѣ еще замѣтны. (IV) Серебра 1, стали 400; прожилки еще замѣтны. (V) Серебра 1, стали 500; колобокъ превосходный, безъ малѣйшихъ слѣдовъ серебра по внѣшнему виду, на тиглѣ не видно нигдѣ остатковъ въ родѣ корольковъ, въ выкованной полосѣ не видно никакихъ прожилковъ, тоже при обработкѣ кислотой и въ лущу, при сильномъ увеличеніи. Металлъ хотя и твердъ, но куется хорошо и былъ признанъ «положительно выше лучшей стали». Это

<sup>1)</sup> Quarterly Journal of Science, Literature and the Arts. t. IX p. 325. 1820.

качество приписали «соединенію съ небольшимъ количествомъ серебра», котораго присутствіе доказано было во всѣхъ частяхъ полосы». Новый опытъ былъ сдѣланъ въ большомъ размѣрѣ, сплавляя 9 фунтовъ «лучшей индѣйской стали» съ  $\frac{1}{500}$  по вѣсу чистаго серебра. Металлъ «имѣлъ превосходный наружный видъ и изломъ; онъ былъ тверже лучшей литой стали и даже индѣйскаго вѣса и его не могли заставить рваться ни при обработкѣ подѣ молотомъ, ни при закалкѣ» <sup>1)</sup>. Фарадѣ и Штодартъ признали высокое превосходство этого сплава, но опытъ въ большомъ видѣ имъ не удался. Они тщетно старались соединить сталь съ серебромъ процессомъ цементованія, помѣщая въ тигель кусочикъ стали, обернутый тонкимъ листкомъ серебра, въ пропорціи 160 : 1; тигель, засыпанный толченымъ стекломъ, находился три часа въ бѣломъ каленіи, серебро расплавилось, пристало къ стали, но не соединилось съ ней.

### ЖЕЛѢЗО И ЗОЛОТО.

Желѣзо и золото легко соединяются. Сначала думали, что тягучесть и мягкость золота уменьшаются и даже уничтожаются, отъ самаго малаго количества желѣза, пока Гатшетъ (Hatchett) не доказалъ ошибочности этого мнѣнія, посредствомъ слѣдующихъ опытовъ <sup>2)</sup>.

№ 1. Чистое золото было сплавлено съ 8.3 проц. очищенной съ поверхности желѣзной проволоки; послѣ вымѣшиванія, металлъ вылили полосой въ желѣзную форму, смазанную жирнымъ веществомъ. Сплавъ былъ блѣднаго сѣровато-желтаго цвѣта, переходящаго въ тусклый бѣлый; онъ былъ очень тягучъ и плющился легко отъ толщины 1 дюйма до толщины гиней, т. е. приблизительно до толщины нашего полуимперіала; тогда его можно было легко вырѣзывать кружками на прорѣзномъ станкѣ, эти кружки въ монетныхъ станкахъ хорошо печатались, не смотря даже на то, что не были предварительно отождены.

№ 2. Къ чистому, расплавленному золоту прибавлено было 8.3 проц. литой стали, въ видѣ тонкой пластинки. Сплавъ былъ подобенъ первому во всѣхъ отношеніяхъ.

№ 3. Чистое золото было сплавлено съ 8.3 проц. желѣза въ видѣ гвоздей. Опытъ веденъ былъ по предыдущему и сплавъ имѣлъ тѣ-же свойства какъ въ № 2.

Изъ этихъ опытовъ Гатшетъ заключилъ, что золото не становится хрупкимъ, если его *приводить въ пробу* желѣзомъ, сталью или чугуномъ, т. е. сплавлять съ этими веществами въ пропорціи 22 ч. золота и 2 ч. одного изъ этихъ металловъ, не смотря на то, что твердость его увеличивается; его можно весьма удобно ковать, плющить и чеканить.

<sup>1)</sup> Phil. Trans. p. 257. 1822.

<sup>2)</sup> Phil. Trans. p. 37, 1803.

По Фарадэ и Штодарту, золото съ желѣзомъ образуетъ хорошій сплавъ <sup>1)</sup>. Но опыты ихъ были сдѣланы только въ маломъ видѣ и потому не разрѣшили на свой счетъ нѣкотораго сомнѣнія. Плотность одного сплава кованой стали съ 1 проц. золота была 7.870.

### ЖЕЛѢЗО И ПЛАТИНА.

Желѣзо, кажется, очень удобно соединяется съ платиной; каждый аналитикъ, имѣвшій несчастье плавить въ платиновомъ тиглѣ какойнибудь желѣзный составъ, способный въ это время возстановиться, могъ убѣдиться въ этомъ. Желѣзо такъ прочно соединяется съ платиной, что всѣ попытки разложить подобный сплавъ кипяченіемъ съ хлористоводородной кислотой и плавленіемъ съ кислымъ сѣрпикислымъ калк, остались тщетны. Всѣ эти операціи едва способны возвратитъ платинѣ, содержащей нѣкоторое количество желѣза, ея первоначальную блестящую поверхность. Но едва отчищенную такимъ путемъ платину накалишь до красна, присутствіе въ ней желѣза снова обнаруживается появленіемъ черныхъ пятенъ на ея поверхности. При этомъ мы долгомъ считаемъ присовокупить, что знаніе дѣйствія платины на желѣзо вовсе не бесполезно для металлурга. Такимъ образомъ еще недавно одинъ стальной фабрикантъ, въ печатной статьѣ о желѣзѣ, доказывалъ возможность замѣнить желѣзо платиной, при устройствѣ пода пудлинговыхъ печей <sup>2)</sup>.

По Фарадэ и Штодарту сталь соединяется съ платиною во всѣхъ порціяхъ, а въ присутствіи стали, платина плавится при такой температурѣ, при которой сама сталь даже не размягчается. Они собрали слѣдующіе результаты <sup>3)</sup>.

№ 1. Стали 50, платины 50. Сплавъ превосходенъ. По цвѣту онъ весьма пригоденъ для приготовленія зеркалъ; отлично полируется, мягокъ и не тускнѣетъ; плотность его 9.862.

№ 2. Стали 20, платины 90. Сплавъ превосходный, мягкій, нисколько не тускнѣющій; относительный вѣсъ его 15.88.

№ 3. Стали 80, платины 10. Сплавъ превосходнаго качества, былъ отчи-

<sup>1)</sup> Quarterly Journal, T. IX p. 329.

<sup>2)</sup> Extracts from Miscellaneous observations on the Manufacture of Iron etc. By Richard Solly of the Leabrooc Iron Works, Staffordshire, and of Sheffield. A paper read before the Geological and Polytechnic Society of the West Riding of Yorkshire. Если бы платина была менѣ рѣдка и дешево, то она бы достигла этой цѣли. (Стр. 11).

<sup>3)</sup> Quarterly Journal, упомянутый выше.

щень пемзой и отполированъ, но не походилъ при этомъ на зеркало, по причинѣ своей дамаскированной поверхности. Прележавъ на воздухѣ нѣсколько мѣсяцевъ, онъ не обнаружилъ ни одного пятна на своей поверхности, между тѣмъ сплавъ желѣза и никкеля, въ этой-же пропорціи, ржавѣлъ при подобныхъ обстоятельствахъ. Плотность стали съ 10 проц. платины — 8.100, а кованой стали съ 1.5 проц. платины — 7.732.

Стальная и платиновая проволоки почти равнаго, діаметра, были сложены въ пакеты и сплавлены. Обработывая слегка кислотою поверхность полосы выкованной изъ подобнаго сплава «обнаруживали новую поверхность, гдѣ сталь образовала съ платиною темные и свѣтлые разводы, вида самаго красиваго». Нѣкоторые изъ разводовъ казались какъ-бы составленными изъ сплава обоихъ металловъ, происходящаго отъ цементации.

При опытахъ, произведенныхъ въ Шеффилдѣ, по указаніямъ Фарадѣ и Штодarta, плавилъ 12 фунтовъ хорошей индѣйской стали съ  $\frac{1}{100}$  губчатой платины. Полосы отличались замѣчательною гладкостью и имѣли отличный изломъ. Сплавъ не былъ особенно твердъ, но гораздо тверже сплава изъ  $8\frac{3}{4}$  фун. стали съ  $\frac{1}{500}$  серебра. Слабая сѣрная кислота легко его растворяла <sup>1)</sup>. Если погрузить кусокъ стали и кусокъ платинистаго сплава въ одну и ту-же слабую кислоту, то послѣдній отдѣляетъ во сто разъ больше газа, чѣмъ первый. Сталь приобретаетъ эту способность, когда она соединена съ небольшимъ количествомъ платины:  $\frac{1}{400}$  производитъ замѣтное дѣйствіе; при  $\frac{1}{200}$  и до  $\frac{1}{100}$  оно весьма живо, при 10 проц. оно совсѣмъ слабо, при 50 проц. оно совершенно такое-же какъ и при одной стали, а сплавъ изъ 90 ч. платины и 10 желѣза, не разлагается кислотою. Если два куска платинистаго сплава, твердый и мягкій, подвергнуть втеченіи нѣсколькихъ часовъ дѣйствию одной и той-же слабой сѣрной кислоты, то твердый кусокъ «покрывается металлической пылью чернаго цвѣта, какъ уголь, и поверхность его дѣлается жилковатою», между тѣмъ мягкій кусокъ покрывается «сѣрой, металлической, графитной массой, нѣжной на ощупь, легко разрѣзающейся.» количество ея въ семь или восемь разъ болѣе количества той, которая покрываетъ твердый кусокъ. Порошокъ мягкаго куска, если не долго оставался въ кислотѣ, очень сходенъ съ графитомъ въ раздѣленномъ состояніи; въ присутствіи желѣза онъ окисляется на воздухѣ и обезцвѣчивается. Прележавъ долго въ кислотѣ или прокипяченный въ ней, онъ принимаетъ наружность налета на сплавѣ, приготовленномъ изъ твердой стали. Азотная кислота даетъ черный остатокъ, который, послѣ промывки и просушки, приобретаетъ гремучее свойство. Въ немъ много платины и очень мало желѣза. Завернутый въ жестъ и нагрѣтый, онъ производитъ громкій взрывъ, разрываетъ оболочку и даетъ слабый свѣтъ. Брошенный на теплую

<sup>1)</sup> Phil. Trans p. 257 1822.

ртуть, онъ легко разрывается при  $204^{\circ}$  Ц. но съ трудомъ при  $187^{\circ}$  Ц. Если температура возвышается постепенно, то взрыва не бываетъ, а происходитъ постепенное разложеніе. Если взрывъ сдѣлать въ нагрѣтой трубкѣ, то отдѣляется много дыма и воды, остатокъ состоитъ изъ металлической платины, съ небольшимъ количествомъ желѣза и углерода.

Недавно выдана была привиллегія г. Лонгмеду на «улучшенія въ приготовленіи желѣза и стали» <sup>1)</sup>, которыя состояли въ соединеніи желѣза и стали съ небольшими количествами золота или платины, или обоихъ металловъ вмѣстѣ. Изобрѣтатель утверждаетъ, что прибавляя отъ  $\frac{3}{16}$  до  $\frac{5}{16}$  унцій золота или платины или того и другой вмѣстѣ «замѣтно улучшаютъ плотность, тягучесть и ковкость желѣза или стали». Нельзя здѣсь хорошенько понять, что значитъ «улучшить плотность». Изобрѣтатель отливалъ очень звучный колоколъ, прибавивъ до 33 долей золота на пудъ желѣза, но за исключеніемъ этого случая, онъ не считаетъ полезнымъ прибавлять болѣе 5 долей золота, платины или обоихъ металловъ вмѣстѣ, на пудъ желѣза или стали. Для обыкновенныхъ, литыхъ вещей, онъ прибавляетъ около  $2\frac{1}{2}$  долей золота, платины или обоихъ металловъ на пудъ чугуна, но для твердыхъ отливокъ, онъ прибавляетъ 5 долей и болѣе. При пудлингованіи онъ кладетъ золота и платины около  $2\frac{1}{2}$  долей на пудъ чугуна, въ то время, когда металлъ *варится*, т. е. когда отъ обезуглероживанія чугунъ превращается въ мягкое желѣзо. Тѣмъ-же способомъ *чудесный порошокъ* прибавляется и для пудлинговой стали. Если желѣзо или литая сталь приготовляются инымъ способомъ, то порошокъ кладется «въ какой-либо моментъ процесса, когда металлъ жидокъ», а для литой стали «его плавятъ со сталью въ тигляхъ или иначе». Изобрѣтатель сознается, что другіе тоже предлагали сплавлять золото и платину со сталью, но, по его мнѣнію, «прежнія попытки не дали никакихъ полезныхъ результатовъ», потому что золото и платина употреблялись «въ слишкомъ большихъ количествахъ», до нѣсколькихъ килограммовъ на тонну стали. Какъ дорога должна была быть такая сталь! Но пока трудно спорить противъ достоинства прославленныхъ «улучшеній» г. Лонгмеда, который можетъ быть прозванъ Ганеманомъ металлургіи. Прежде чѣмъ стать учениками его, мы бы хотѣли увидѣть осязательныя доказательства точности его производства. Въ предварительномъ описаніи къ другой привиллегіи, г. Лонгмедъ предлагаетъ прибавленіе небольшихъ количествъ глини и магнія во время кричного или пудлингового процесса, но въ окончательномъ описаніи это прибавленіе было оставлено.

По Геймару (Gueymard), нѣкоторыя разности савойскихъ чугуновъ содержатъ платину <sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> A. D. 1861, 24 января № 196.

<sup>2)</sup> Ann. de la Chambre Royale d'agriculture et de commerce de

## ЖЕЛѢЗО И РОДІЙ.

Фарадэ и Штодартъ сплавляли литую сталь съ родіемъ, который былъ имъ доставленъ д-ромъ Волластономъ <sup>1)</sup>. Эти металлы соединяются между собою во всѣхъ пропорціяхъ. Сталь съ родіемъ отличается замѣчательною твердостью, такою тягучестью, что безъ рванннѣ можетъ коваться и закаливаться. При закалкѣ острыхъ предметовъ, сдѣланныхъ изъ такого сплава, нужно ихъ нагрѣвать на 16° Ц. выше, чѣмъ лучшей вуцъ, требующій, въ свою очередь, температуру на 22° Ц. выше противъ лучшей, англійской, литой стали. Плотность кованой стали, содержащей 1½ проц. родія—7.795. Сталь, сплавленная съ равнымъ вѣсомъ родія, «даетъ колобокъ, который въ полпрованномъ состояніи представляетъ поверхность чудной красоты» Цвѣтъ этого сплава «самый пріятный, какой только можно себѣ представить» для металлическихъ зеркалъ; онъ не тускнѣетъ отъ продолжительнаго пребыванія на воздухѣ и плотность его — 9.176 <sup>2)</sup>. Фарадэ и Штодартъ считаютъ сплавы стали съ родіемъ «быть можетъ самыми драгоцѣнными изъ всѣхъ».

## ЖЕЛѢЗО И ПАЛЛАДІЙ.

Фарадэ и Штодартъ плавилъ 4 фунта стали съ  $\frac{1}{100}$  палладія; этотъ сплавъ былъ описанъ какъ весьма пригодный для приготовленія такихъ инструментовъ, въ которыхъ острый край долженъ быть особенно тонокъ <sup>3)</sup>. Намъ неизвѣстно были-ли сдѣланы другіе опыты. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ привозили палладій въ довольно-большомъ количествѣ изъ южной Америки, и цѣна ему была отъ 9 до 12 рублей за фунтъ, но въ послѣдствіи онъ сдѣлался чрезвычайно рѣдкимъ и теперь цѣнность его вдвое болѣе, чѣмъ чистаго золота. Если-бы кто нибудь вздумалъ предпринять новые опыты по сплаву этого металла со сталью, то можетъ руководствоваться слѣдующими фактами:

Палладій не можетъ плавиться въ обыкновенной самодувной печи, но плавится только съ помощью кислорода. По Коку (Cock), который приобрѣлъ огромную опытность въ приготовленіи этого металла, онъ не окисляется на воз-

Savoie. Chambéry 1858. p. 449. Извлеченіе изъ отчета о 24 засѣданіи французскаго ученаго конгресса.

<sup>1)</sup> Quarterly Journal, t. IX. p. 320.

<sup>2)</sup> Phil. Trans. 1823 p. 256.

<sup>3)</sup> Phil. Trans. p. 254.



духѣ ни при обыкновенной температурѣ, ни при яркомъ красномъ каленіи, но окисляется при темно-красномъ каленіи и поверхность его принимаетъ тотъ-же оттѣнокъ, какъ желѣзо или сталь. При подобномъ продолжительномъ нагреваніи, онъ покрывается хрупкимъ слоемъ бурой окиси, которая однако восстанавливается при температурѣ немного выше той, при которой она образовалась <sup>1)</sup>.

### ЖЕЛѢЗО И ОСМІЙСТЫЙ ПРИДІЙ.

Фарадѣ и Штодартъ плавилъ желѣзо съ 3 проц. осмійстаго придія и полученный королекъ, прокованный, полированный и оставленный въ сырѣмъ воздухѣ, вмѣстѣ съ другими предметами изъ желѣза, стали и другихъ сплавовъ, сталь ржавѣтъ послѣ всѣхъ. Цвѣтъ его былъ рѣзкій голубой; при нагреваніи до краснаго каленія и погруженіи въ воду, онъ твердѣлъ и въ немъ нельзя было открыть углерода <sup>2)</sup>.

### ЖЕЛѢЗО И ГЛИНІЙ.

По Девилю, желѣзо и глиній соединяются непосредственно и во всѣхъ пропорціяхъ. Сплавы, содержащіе отъ 7 до 8 проц. желѣза, тверды, хрупки и кристаллизуются длинными иглами. Сплавъ съ 10 проц. желѣза очень сходенъ съ трехсѣрнистой сурьмой ( $SbS^3$ ); при выгонкѣ онъ даетъ трудноплавкій остатокъ и глиній, съ меньшимъ содержаніемъ желѣза <sup>3)</sup>. Желѣзные инструменты, которыми вымѣшиваютъ расплавленный глиній, покрываются крѣпко пристающимъ, блестящимъ слоемъ этого металла. Сплавъ, составленный при нагреваніи 10 частей по вѣсу глинія съ 5 частями хлористаго желѣза и съ примѣсью 20 частей хлористыхъ натрія и калия, кристаллизуется; при дѣйстви чень слабой соляной кислоты онъ оставляетъ шестистороннія призмы, темнаго разчѣденнаго и желѣзнаго цвѣта. Если кипятить его долго въ ѣдкомъ кали, весь глиній растворяется, а желѣзо остается плавающимъ въ жидкости. Онъ не разлагаетъ воды при  $100^\circ$  Ц. но ржавѣтъ въ сырѣмъ воздухѣ. По разложенію найдено, что онъ содержитъ 52.14 проц. желѣза и 45.37 проц. глинія, такъ что онъ можетъ быть приблизительно изображенъ формулою  $FeAl^2$ , которая

<sup>1)</sup> Phil. Mag. t. XXIII. p. 18, 1843.

<sup>2)</sup> Phil. Trans. p. 268.

<sup>3)</sup> De l'Aluminium; ses propriétés, sa fabrication et ses applications, par M. N. Sainte-Claire Deville. Paris. p. 40. 1859.

требуетъ 50.51 проц. желѣза и 49.49 проц. глиниа <sup>1)</sup>). Гг. Кальверъ и Джонсонъ въ Манчестерѣ, обнародовали свои различные опыты надъ сплавами желѣза и глиниа <sup>2)</sup>. «Первый сплавъ желѣза съ глиниемъ былъ полученъ при нагрѣваніи въ бѣломъ каменіи, втеченіи двухъ часовъ, слѣдующей смѣси:

8 павъ хлористаго глиниа . . . . .	69.76 гр.
40 » мелкихъ желѣзныхъ опилокъ . . . . .	72.55 »
8 » извести . . . . .	14.50 »

«Известь прибавлена была для того, чтобы возстановить глиниій изъ его хлористаго соединенія и сдѣлать свободнымъ. При этомъ образуется легкоплавкій хлористый кальцій и полученный сплавъ долженъ имѣть слѣдующій состаоъ:

1 пай глиниа . . . . .	14 =	9.09
5 » желѣза . . . . .	140 =	90.91
	<u>154 =</u>	100.00

«Между тѣмъ на самомъ дѣлѣ въ сплавѣ, образовавшемся въ тиглѣ заключалось въ 100 частяхъ:

Глиниа . . . . .	12.00
Желѣза . . . . .	88.00
	<u>100.00</u>

что соотвѣтствуетъ формулѣ:

1 пай глиниа . . . . .	11.11
4 » желѣза . . . . .	88.89
	<u>100.00</u>

Этотъ сплавъ былъ очень твердъ и покрывался ржавчиной въ сыромъ воздухѣ; его можно было ковать и сваривать.»

Какимъ образомъ можетъ известь (окись кальціа) отнять хлоръ отъ хлористаго глиниа, не окисляя въ тоже время самаго глиниа, это остается необъясненнымъ.

Повторяя опытъ, съ прибавленіемъ тонкаго угольнаго порошка, гг. Кальверъ и Джонсонъ получили сплавъ, состоящій изъ 87.91 проц. глиниа и 12.09 проц. желѣза. Въ остаткѣ, состоящемъ изъ смѣси хлористаго кальціа съ углемъ, видно было множество корольковъ разной величины, начиная отъ горошины, до булавочной головки; они были очень тверды, бѣлы какъ серебро, не ржавѣли ни на воздухѣ, ни «въ парахъ азотистой кислоты»; они состояли изъ 24.55 проц. глиниа и 75.45 проц. желѣза, соотвѣтственно съ формулою  $Al^2Fe^3$ .

<sup>1)</sup> Ueber kristallisirte Verbindungen des Aluminiums mit Metallen. Inauguraldissertation. Ferd. Reinh. Michel. Göttingen. S. 33. 1860.

<sup>2)</sup> Phil. Mag. octob. 1855.

Авторы прибавляютъ: «такъ какъ желѣзо замѣщаетъ кислородъ глинозема, слѣдовательно этотъ сплавъ имѣетъ составъ, одинаковый съ глиноземомъ (!)». Желѣзо извлекается дѣйствіемъ слабой сѣрной кислоты, а глиніи остается въ королькахъ, какъ въ первоначальномъ сплавѣ. Авторы хотѣли сдѣлать новые опыты, но намъ неизвѣстно, сдержали-ли они свое слово.

Фарадѣ и Штодартъ намѣрены были приготовить сплавъ желѣза съ глиніемъ, непосредственно возстановляя глиноземъ, и, по причинѣ большого практическаго значенія этого предмета, мы представляемъ здѣсь въ короткихъ словахъ описаніе ихъ опытовъ. Нагрѣвая долгое время и въ сильномъ жарѣ чистую сталь, въ небольшихъ кусочкахъ, а въ другой разъ желѣзо хорошаго качества, въ смѣшеніи съ угольнымъ порошкомъ, они получали углеродистыя соединенія, темносѣраго, металлическаго цвѣта, подобно черной теллуристой рудѣ и сильно кристаллическія. Кристаллическія плоскости маленькихъ колобокѣвъ, вѣсившихъ не болѣе 30 граммовъ, были часто шириною въ 1 линію. Результаты многихъ разложеній обнаружили однородный составъ изъ 94.36 проц. желѣза и 5.64 углерода. Разбивъ продуктъ и растеревъ его въ ступкѣ, его смѣшивали съ чистымъ глиноземомъ и сильно накачивали въ закрытомъ тиглѣ. По извлеченіи тигля изъ печи въ немъ нашли сплавъ бѣлаго цвѣта, плотnozернистый, очень хрупкій; по разложенію онъ далъ 6.4 (=3.41 глиніи) проц. глинозема и неопредѣленное количество углерода. 700 частей хорошей стали сплавилъ съ 40 частями этого сплава; колобокѣвъ совершенно многокѣвъ; раскованный въ полоску и отпущенный, послѣ обработки слабою сѣрною кислотой, онъ обнаружилъ превосходные дамаскированные узоры, какія свойственны металлу вуцъ. Другая сплавка 500 частей той-же стали съ 67 сплава глинозема, произвела точно такой-же добротный сплавъ; онъ ковался хорошо и обнаруживалъ узоры. Этотъ образецъ имѣлъ всѣ характерныя ристическія признаки лучшаго бомбейскаго вуца <sup>1)</sup>).

Вуцъ, который прежде былъ разложенъ Фарадѣ <sup>2)</sup>, содержалъ въ себѣ отъ 0.0128 до 0.0695 проц. глиніи; изъ этого онъ заключилъ, что дамаскированная поверхность знаменитой индейской стали, зависитъ отъ присутствія въ ней этого металла. Карстенъ разлагалъ настоящій вуцъ, но не могъ открыть въ немъ ни слѣда глиніи. Онъ описалъ способъ своего анализа, который кажется совершенно правильнымъ, но онъ затрудняется понять, какимъ образомъ Фарадѣ получилъ весь глиноземъ въ нерастворимомъ остаткѣ, при обработкѣ вуца царскою водкою, тогда какъ собственныя его наблюденія, надъ дѣйствіемъ этой кислоты на вуцъ, дали ему только слѣды нерастворимаго кремнезема. <sup>3)</sup> Т. Р. Генри, внимательный и достойный довѣрія изслѣдователь,

<sup>1)</sup> Quarterly journal, T. IX, p. 320.

<sup>2)</sup> Quarterly Journal, T. VII, p. 228, 1819.

<sup>3)</sup> Eisenhüttenkunde, Bd. I, S. 484,

не найдя въ вѣцѣ ни малѣйшихъ слѣдовъ глини, полагаетъ, что глиниій явился у Фарадэ изъ запутаннаго шлага, содержащаго кремневокислый глиноземъ; въ круглыхъ колобахъ вѣца, подобныхъ тѣмъ, какіе находились у Фарадэ, онъ замѣчалъ «мельчайшія частицы шлага, столь тѣсно смѣшанные съ металломъ, что ихъ никакъ нельзя было отдѣлить отъ него». Онъ предпочелъ сдѣлать разложеніе отъ полосы изъ вѣца, освобожденной отъ шлага проковкою <sup>1)</sup>. Но въ одномъ образчикѣ вѣца Фарадэ получилъ глиноземъ *безъ кремнезема*.

Впрочемъ, замѣчаетъ Карстенъ, нельзя сомнѣваться, чтобы Фарадэ, при разложеніи вѣца, не нашелъ вещества, съ отличительными признаками глинозема, хотя чрезвычайно трудно объяснить себѣ присутствіе этого вещества въ нерастворимомъ остаткѣ; нельзя также сомнѣваться, что глиниіа не было въ образчикахъ вѣца, разложенныхъ Карстеномъ и Генри.

Изъ этого можно вывести только то заключеніе, что качества этой стали, противно мнѣнію Фарадэ и Штодарта, не зависятъ отъ присутствія въ ней глиниіа. Но что слѣдуетъ думать о «сплавѣ глинозема», (въ которомъ количество глинозема опредѣлено анализомъ), и о томъ, что прибавленіе его къ стали, обуславливало образованіе метала, совершенно тождественнаго съ вѣцомъ во всѣхъ отношеніяхъ? Это, столь важное заявленіе, исходящее въ добавокъ отъ наблюдателя изъ числа самыхъ внимательныхъ и добросовѣстныхъ какіе только извѣстны, есть во всякомъ случаѣ неоспоримое доказательство того, что глиниіа можетъ сообщать стали рѣшительно всѣ тѣ свойства, какія въ вѣцѣ обуславливаются присутствіемъ другихъ тѣлъ.

Чтобы читатели могли лучше оцѣнить все что относится до глинозема въ результатахъ Фарадэ, мы представляемъ краткое изложеніе собственнаго его описанія этого производства. Вѣцъ былъ доставленъ сэромъ Юсифомъ Банксомъ (Banks) и кусокъ вѣсомъ 10.62 гр. служившій Фарадэ матеріаломъ, былъ вырубленъ изъ середины слитка, нагрѣтаго до вишневаго цвѣта, т. е. онъ былъ взятъ въ тѣхъ-же обстоятельствахъ, какъ-бы онъ выходилъ изъ тигля индѣйскаго мастера. Его кипятили въ колбѣ съ царской водкой, въ которой онъ понемногу растворялся, отдѣляя клочья темнаго цвѣта, на которыя даже кипящая кислота не дѣйствовала. По окончаніи дѣйствія кислоты, жидкость слили, а остатокъ былъ промытъ перегнаною водою. Во время промывки осадокъ раздѣлился на черный порошокъ, который садился на дно, и на клочья краснобураго цвѣта, которыя плавали; послѣднія состояли изъ углистаго вещества, растворимаго въ ѣдкомъ кали. Оба эти вещества были раздѣлены и изслѣдованы. Черный порошокъ сплавили съ ѣдкимъ кали въ серебряномъ тиглѣ, и продуктъ выщелочили водою; получили свѣтлую щелочную жидкость

<sup>1)</sup> Phil. Mag., t. IV, p. 42; 1852.

и бурый порошокъ, состоявшій преимущественно изъ серебра, отдѣлившагося отъ тигля. По насыщени жидкости соляною кислотою, ее выпарили до суха; остатокъ растворенъ въ водѣ, окисленной небольшимъ количествомъ соляной кислоты; огромное количество бѣлыхъ ключевъ остались не растворенными; они имѣли всѣ признаки кремнезема. Послѣ прибавленія углекислаго кали, растворъ далъ обильный осадокъ; его промыли и, послѣ нагреванія съ небольшимъ количествомъ раствора ѣдкаго кали, онъ растворился какъ глиноземъ. Тогда прибавили сѣрной кислоты и получили квасцовый растворъ, съ небольшимъ количествомъ осѣвшаго кремнезема. Во второмъ опытѣ Фарадѣ обрабатывалъ 40 граммовъ стали, въ томъ видѣ, какъ онъ ее получилъ изъ Инди. «Послѣ дѣйствія кислоты, сталь эта приняла совершенно другой видъ, нежели тотъ, который обыкновенно принимаетъ вуцъ, при подобной обработкѣ». Въ составѣ ея обнаружено 0.024 проц. глинозема и нѣсколько кремнезема. Фарадѣ разлагалъ еще 27 граммовъ лучшей англійской стали, но «не могъ найти въ ней земель». Въ концѣ его опытовъ жидкость сдѣлалась мутною, но онъ убѣдился, что это зависѣло отъ содержанія глинозема въ употребленныхъ реактивахъ. «Много сравнительныхъ опытовъ, говоритъ Фарадѣ, сдѣлано было надъ тремя сортами стали: индѣйская всегда давала ясныя реакціи качественныя и количественныя на земли, а англійская сталь не давала никакихъ слѣдовъ ихъ; слѣдовательно нѣтъ ни малѣйшаго повода думать, что земли попадали въ продукты разложенія изъ реактивовъ, какъ это случилось передъ тѣмъ» <sup>1)</sup>).

Въ своихъ разложеніяхъ разныхъ сортовъ мягкаго желѣза, стали и чугуна, Карстенъ рѣдко встрѣчалъ глиноземъ, развѣ въ неопредѣляемыхъ количествахъ. Его способъ анализа есть общепотребительный: испытуемый матеріалъ растворяютъ въ царской водкѣ и выпариваютъ до суха; остатокъ, смоченный соляной кислотой, растворяютъ въ водѣ и процеживаютъ; растворъ осаждаютъ амміакомъ; осадокъ растворяютъ въ самомъ маломъ количествѣ соляной кислоты, потомъ кипятятъ съ избыткомъ ѣдкаго кали, разводятъ большимъ количествомъ воды, процеживаютъ, окисляютъ жидкость соляной кислотой и наконецъ прибавляютъ избытокъ углекислаго амміака.

Карстенъ сдѣлалъ три опыта въ большомъ видѣ, чтобы удостовѣриться въ дѣйствіи глинозема на насадку чугуна при кричномъ способѣ. Процессъ былъ замедленъ образованіемъ значительнаго количества кремнекислой заиси желѣза, но вреднаго вліянія на полученное полосовое желѣзо не произошло, при разложеніи въ немъ едва находили слѣды глинозема <sup>2)</sup>). Карстенъ сомнѣвается, чтобы глиноземъ могъ возстановляться въ доменной печи. Но если

<sup>1)</sup> Quarterly Journal, t. VII.

<sup>2)</sup> Eisenhüttenkunde, Bd. I, S. 483.

какимъ нибудь способомъ глиноземъ попадетъ въ желѣзо, то онъ уменьшаетъ тягучесть его, такъ какъ продажное желѣзо, съ большимъ содержаніемъ глинозема, всегда ломается.

На основаніи опытовъ Фарадэ, нѣсколько разъ пробовали нарочно приговлять сталь, содержащую глини, и пускать ее въ обращеніе, какъ обладающую превосходными качествами. Но большинство химическихъ анализовъ вовсе не указали на содержаніе глини въ этихъ образцахъ стали; между прочимъ и Раммельсбергъ не нашелъ даже и слѣдовъ глини въ немѣцкой стали, которую выдавали за содержащую этотъ металлъ <sup>1)</sup>. Въ чугунѣ, глини попадается еще чаще, но только въ весьма небольшомъ количествѣ, такъ что 1.01 проц. его должно считать за максимумъ его содержанія <sup>2)</sup>. Въ англійскомъ чугунѣ находили его отъ 0.5 до 1 проц., въ шведскомъ—0.75 проц. и т. д. <sup>3)</sup>.

Слово *дамаскированный*, прилагаемое къ стали, должно быть весьма знакомо читателямъ, но можетъ быть не все знаютъ настоящій смыслъ его. Оно служитъ для обозначенія узоровъ, видимыхъ на поверхности нѣкоторыхъ сортовъ стали, когда она отполирована; напримѣръ на дамаскированныхъ клинкахъ. По опредѣленію Джонсона такое названіе придано этой стали по сходству появляющихся на ней рисунковъ съ тѣми, которые встрѣчаются на бумажныхъ и шелковыхъ тканяхъ, выдѣлываемыхъ въ Дамаскѣ. Но мы склонны скорѣе думать, что такое названіе этого свойства происходитъ вовсе не отъ сходства съ матеріями, выдѣлываемыми въ Дамаскѣ, а отъ мѣста изобрѣтенія самой стали.

## ЖЕЛѢЗО И ХРОМЪ.

Мы обязаны Бертье, за свѣдѣнія, которыя имѣемъ о сплавѣ этихъ двухъ металловъ <sup>4)</sup>. Онъ нашелъ, что желѣзо соединяется съ хромомъ во всевозможныхъ пропорціяхъ; сплавы ихъ очень тверды, хрупки, съ кристаллическимъ изломъ цвѣта сѣровато-бѣлаго, съ большимъ блескомъ, нежели чистое желѣзо; они также болѣе его трудноплавки, не столь магнитны и гораздо слабѣе подвергаются дѣйствию кислотъ. Эти свойства проявляются тѣмъ рѣзче, чѣмъ болѣе хрома въ сплавѣ. Сплавъ изъ 17 проц. хрома, представ-

<sup>1)</sup> Chem. Metall; 1863, S 187.

<sup>2)</sup> Erdmann, Journ. für pract. Chem. Bd. LXVII, S, 237.

<sup>3)</sup> V. Kerl, Handb., Bd. III. S. 59

<sup>4)</sup> Traité, t. II, p. 214.

ляемый формулою  $\text{Fe}^{\text{e}}\text{Cr}$  имѣеть бѣлый, почти серебряный цвѣтъ, строеніе жидковатое, очень хрупокъ и кислоты съ трудомъ дѣйствуютъ на него. Сплавъ съ 60 проц. хрома плавится, образуя хорошо округленный колобокъ, съ весьма многими и крупными пустотами, покрытыми удлиненными и перекрещивающимися призматическими кристаллами; онъ бѣлѣе платины, по такъ хрупокъ, что его можно толочь въ агатовой ступкѣ; твердость его такъ велика, что онъ чертитъ стекло какъ алмазъ; кислоты, даже царская водка, съ трудомъ разлагають его. Бертье говоритъ, что эти сплавы приготовляются очень легко, при нагрѣваніи въ сильномъ жару окисловъ желѣза и хрома въ тиглѣ съ угольной набойкой; если хромъ находится въ избыткѣ, то полезно класть немного угольнаго порошка, чтобы способствовать возстановленію. Когда имѣють дѣло съ большимъ количествомъ окисей, то для возстановленія ихъ слѣдуетъ прибавлять необходимое количество угольнаго порошка. Эти сплавы могутъ быть приготовлены и съ употребленіемъ хромистаго желѣзняка, но въ такомъ случаѣ надо прибавлять флюсъ, который бы насыщалъ кремнеземъ и глиноземъ этого минерала. Весьма хорошо дѣйствуютъ въ этомъ случаѣ 100 частей бѣлаго стекла (безъ свинца) и 40 частей буры на 100 минерала. По Фреми сплавъ желѣза и хрома получается при нагрѣваніи, въ самодувной печи, окиси (oxide) хрома съ металлическимъ желѣзомъ; онъ часто кристаллизуется длинными иглами, похожъ на чугуны и чертитъ самыя твердыя тѣла, даже закаленную сталь<sup>1)</sup>). Подобно хрому, сплавы его съ желѣзомъ отличаются постоянствомъ въ крѣпкихъ кислотахъ.

Г. Смитъ дѣлалъ въ лабораторіи лондонской горн. школы слѣдующіе опыты: онъ бралъ почти чистый кровавикъ и промытую и прокаленную окись хрома (sesquioxide), приготовленную нагрѣваніемъ хлористаго аммонія и кислаго хромовокислаго кали. Взвѣшанныя количества тщательно перемѣшивали и, положивъ ихъ во французскій тигель съ угольной набойкой, остающуюся въ немъ сверху пустую часть дополняли угольнымъ порошкомъ; онъ былъ хорошо замазанъ и подверженъ бѣлокальному жару втеченіи двухъ часовъ. Количества въ каждомъ опытѣ были слѣдующія:

	I	II	III	IV
	граммов.	граммов.	граммов.	граммов.
Кровавика. . . . .	12.31	9.72	9.72	3.24
Окиси хрома . . . . .	0.65	3.24	9.72	9.72
Угля. . . . .	(*) 3.24	(*) 3.24	(**) 4.86	(**) 3.24
Получено металла . . . . .	9.85	9.39	14.83	9.52

(\*) угольный порошокъ, (\*\*) антрацитовый порошокъ.

<sup>1)</sup> Comptes rendus. I. XLIV, p. 632. 1857.

Составъ металла въ процентахъ былъ:

Желѣза . . . . .	(*) 95.76	72.93	45.37	23.42
Хрома . . . . .	4.24 (*)	27.07 (*)	54.63 (*)	76.58

(\*) Въ томъ числѣ углеродъ, количество котораго не опредѣлено.

Предполагая въ кровавикѣ 70 проц. желѣза, а въ окиси хрома 69 проц. хрома, и что общее количество металловъ выдѣляется не увлекая углерода, то металлическіе колобки должны были имѣть вѣса: 8.87, 9.00, 13.47 и 8.94 грам. и содержать желѣза въ 100 частяхъ: 95, 75.2, 50.3 и 25 3; что соотвѣствовало бы формуламъ  $\text{Fe}^{19}\text{Cr}$ ,  $\text{Fe}^3\text{Cr}$ ,  $\text{FeCr}$  и  $\text{FeCr}^3$ .

Опытъ 1. *Результаты.*—Колобокъ сплавился хорошо, съ корольками; притягивается магнитомъ, со слѣдами кристалловъ, перекрѣщающихся на поверхности; твердъ, рвется подъ молоткомъ и рѣжетъ стекло; въ изломѣ бѣлый и блестящій, съ кристаллическими пластинками, идущими поперегъ излома. При дѣйствіи слабой сѣрной или соляной кислотъ, отдѣляетъ вонючій водородъ и оставляетъ слѣды черного остатка. Опредѣленъ былъ одинъ хромъ.

Опытъ 2. *Результаты.*—Колобокъ сплавился хорошо, съ корольками; притягивается магнитомъ; твердъ и рѣжетъ стекло; хрупокъ, легко превращается въ порошокъ, изломъ оловянно-бѣлаго цвѣта, очень блестящій, очень зернистый и кристаллическій. Сѣрная и соляная кислоты дѣйствуютъ на него съ трудомъ при кипѣніи, при чемъ отдѣляется вонючій водородъ; на поверхности раствора образуется пѣна и остается осадокъ, сопротивляющійся продолжительному дѣйствію кислотъ. Этотъ осадокъ, разлагаемый послѣдовательными плавками съ смѣсью извести и селитры, содержалъ въ себѣ 1.71 проц. металла въ отношеніи къ общему количеству желѣза, а въ другомъ разложеніи 6.34 проц. Одно желѣзо было опредѣлено въ сплавѣ.

Опытъ 3. *Результаты.*—Колобокъ нѣсколько губчатый, съ металлическими корольками; магнитъ на него не дѣйствуетъ; твердъ, чертитъ стекло, легко обращается въ порошокъ, въ изломѣ очень зернистъ, блеститъ и бѣлаго сѣрватаго цвѣта. Дѣйствіе кислотъ, какъ во второмъ опытѣ. По отношенію къ общему количеству желѣза остатокъ содержалъ его 5.37 проц.; въ другомъ опытѣ 7.69 проц. Одно желѣзо было опредѣлено.

Опытъ 4. *Результаты.*—Губчатая масса, несовершенно сплавилась, мѣнѣе плотная чѣмъ въ третьемъ опытѣ; магнитъ не дѣйствуетъ на нее; очень твердая, чертитъ стекло, легко разбивается и приводится въ порошокъ, цвѣтъ ея желтовато-сѣро-бѣлый, съ нѣсколькими тусклымъ блескомъ. Въ серединѣ колобка находились мелкіе игольчатые кристаллы, съ блестящею поверхностью. Дѣйствіе кислотъ на сплавъ, какъ при второмъ опытѣ. Остатокъ со-



держалъ 6.95 проц. общаго количества желѣза, въ другомъ опредѣленіи 0.61 проц. Опредѣлено было одно желѣзо.

Бертъ говоритъ, что прибавляя къ литой стали отъ 1 до 2 проц. хрома, увеличиваютъ твердость ея и способность принимать дамаскированную поверхность, не уменьшая ея тягучести.

Форадэ и Штодартъ произвели слѣдующіе опыты, для опредѣленія дѣйствія хрома на сталь <sup>1)</sup>.

№ 1. Смѣсь изъ 104 граммовъ стали и 104 граммовъ хрома плавилъ и держали долго въ расплавленномъ состояніи. Полученъ хорошій колобокъ, хотя твердый но до нѣкоторой степени ковкій и безъ малѣйшей наклонности рваться. Въ сплавѣ должно было быть 0.99 проц. хрома. Поверхность, очищенная слабой сѣрной кислотой, казалась кристаллическою, а послѣ проковки сдѣлалась «превосходно дамаскированою», что приписано было удлинненію кристалловъ отъ дѣйствія молота.

№ 2. По предыдущему сплавилъ смѣсь изъ 104 граммовъ стали съ 3.10 гр. чистаго хрома. Колобокъ долженъ былъ содержать 2.91 проц. хрома. Онъ былъ гораздо тверже предыдущаго, ковался какъ чистое желѣзо и принималъ превосходную дамаскированную поверхность «которая утрачивалась при полировкѣ, но снова возвращалась при нагрѣваніи, безъ помощи какой бы то ни было кислоты. Тогда дамаскированная поверхность, окрашенная окисленіемъ, имѣла странный видъ; красота ея увеличивалась по мѣрѣ нагрѣванія, которое вызывало всѣ цвѣта окисленія, начиная отъ блѣднаго соломенно-желтаго, до голубаго т. е. отъ 239° Ц. до 315° Ц.»

Г. Мушетъ взялъ привилегію на «прибавленіе и плавку съ всякою смѣсью, дающею литую сталь, извѣстнаго количества толченаго чугуна, чугуна отъ литья или очищеннаго желѣза и окиси марганца съ хромовою рудою въ порошокѣ или съ окисью хрома, съ добавленіемъ или безъ добавленія толченаго волчеца или вольфрамовой кислоты» <sup>2)</sup>.

Мы не знаемъ, существуютъ-ли солидные опыты надъ дѣйствіемъ хрома на чугунъ. Карстенъ изучалъ продажное желѣзо, выдѣланное изъ чугуна, содержавшаго небольшое количество хрома, но не могъ открыть въ немъ ни малѣйшаго слѣда этого металла, изъ чего кажется должно слѣдовать, что при передѣлѣ чугуна съ помощью древеснаго угля, въ желѣзо хромъ выдѣляется.

<sup>1)</sup> Phil Trans. 1822 p. 267.

<sup>2)</sup> Improvements in the manufacture of Cast-Steel. A. D. 1861. 19 июля № 1817.

## ЖЕЛѢЗО И ВОЛЬФРАМЪ.

Вольфрамъ полученъ въ чистомъ видѣ и металлическомъ состояніи въ первый разъ въ 1783 году братьями Элюаръ (Elhuar) въ Испаніи. Они сообщили свои изслѣдованія Тулузской академіи наукъ, въ запискѣ отъ 24 марта 1784 года, которая, по своимъ достоинствамъ и въ настоящее время вполне заслуживаетъ изученія <sup>1)</sup>. Они старались получить сплавы вольфрама, нагревая вольфрамовую кислоту ( $WO^3$ ) съ металлами въ тигляхъ, съ угольною набойкой. Такимъ образомъ они приготовили и описали сплавы съ золотомъ, мѣдью, свинцомъ, оловомъ, сурьмой, висмутомъ, цинкомъ, марганцемъ и бѣлымъ чугуномъ, но ничего не сдѣлали по вопросу о сплавѣ съ мягкимъ желѣзомъ или сталью. Въ отношеніи желѣза, они ограничились словами, что «съ желѣзомъ бѣлаго чугуна образуется превосходный колобокъ, съ плотнымъ изломомъ, сѣровато-бѣлаго цвѣта, онъ твердъ, хрупокъ, вѣсъ его былъ 137 граммовъ». Они приготовили его возстановляя углеродомъ вольфрамовую кислоту, при возвышенной температурѣ. Только г. Ришъ удалось возстановить вольфрамъ, съ помощью тока отъ батареи въ 200 паръ Бунзена, принадлежавшей Ученому факультету въ Парижѣ.

Въ этомъ случаѣ большое количество металла окисляется съ отдѣленіемъ зеленовато-голубаго пламени. Ришъ доказалъ также, что вольфрамъ плавится въ струѣ гремучаго воздуха и даже весьма быстро, но при этомъ наибольшее количество металла окисляется и разсѣвается въ видѣ паровъ вольфрамовой кислоты. По замѣчаніямъ этого-же наблюдателя, вольфрамъ, приготовленный изъ его кислоты водородомъ, имѣетъ кристаллическое зерно, чистое, блестящее; принимаетъ высокую политуру и чертитъ стекло <sup>2)</sup>. Мы прибавимъ, что нѣсколько лѣтъ тому назадъ, мы, съ своей стороны, посвятили много времени и сдѣлали много опытовъ надъ разными сплавами или соединеніями вольфрама; результаты этихъ работъ будутъ приведены далѣе. Мы не могли сплавить этотъ металлъ при самыхъ высокихъ температурахъ въ самодувномъ или въ зефстремскомъ горнѣ. Возстановляя металлъ при красномъ каленіи изъ вольфрамовокислаго аммонія въ кристаллахъ, въ струѣ водорода, мы получили металлъ въ кристаллахъ, съ сильнымъ металлическимъ блескомъ, оловянно-бѣлаго цвѣта. Не знаемъ, играетъ-ли азотъ какую-нибудь роль въ этихъ результатахъ. Гг. Айкинъ (Aikin) и Алленъ (Allen)

<sup>1)</sup> Mémoire sur la nature du wolfram et celle d'un nouveau métal, qui entre dans sa composition. Par M. M. D'Elhuar frères, correspondants; lu le 24 mars 1784. Histoire et Mémoires de l'Académie royale des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse, t. II p. 141; 1784.

<sup>2)</sup> Thèse présentée à la Faculté des sciences de Paris, par Alfred Riche; p. 13, 1857.

сдѣлали давно извѣстнымъ тотъ фактъ, что при возстановленіи вольфрамово-кислаго амміака въ игольчатыхъ кристаллахъ, металлъ получается въ округленныхъ зернахъ «величиною съ булавоочную головку и съ сильнымъ металлическимъ блескомъ» <sup>1)</sup>.

Сплавъ изъ 63 проц. желѣза съ 37 проц. вольфрама, т. е. по формулѣ:  $\text{Fe}^6\text{W}$ , описанъ Бертье, какъ имѣющій сѣрый цвѣтъ, но бѣлѣе, чѣмъ у желѣза; блестящъ, твердъ, хрупокъ болѣе обыкновеннаго чугуна и съ листоватымъ сложеніемъ; онъ былъ нѣсколько пузыристъ <sup>2)</sup>. Слѣдующія изслѣдованія надъ тройнымъ сплавомъ желѣза, марганца и вольфрама, принадлежатъ также Бертье. Волченъ, хорошо извѣстный минералъ, сильно прокаленный въ тиглѣ съ угольной набойкой, даетъ сплавъ изъ 16.4 проц. желѣза, 5.8 проц. марганца и 77.8 проц. вольфрама, т. е. приблизительно соответствующій формулѣ  $\text{Fe}^3\text{MnW}$ <sup>1</sup>. Чтобы сплавить его, необходима самая высокая температура; онъ твердъ, хрупокъ, листоватый и похожъ на бѣлый чугунъ. Съ 14 частями по вѣсу волчеца и 95 частями желѣзной окалины, Бертье получилъ сплавъ, состоявшій изъ 43.4 проц. желѣза, 3.5 проц. марганца и 53.1 вольфрама, соответствующій формулѣ  $\text{Fe}^{13}\text{MnW}$ <sup>1</sup>; онъ былъ твердъ, хрупокъ, листоватый, сѣраго цвѣта, какъ у платины, и совершенно хорошо шавился.

Въ 1844 г. герцогъ Линь (Luynes) издалъ записку о приготовленіи литой и дамаскированной стали <sup>3)</sup>. Изъ девяти представленныхъ имъ разложеній разныхъ сортовъ восточной дамаскированной стали, вольфрамъ показанъ въ восьми; въ шести изъ нихъ найдены были только слѣды металла, между тѣмъ какъ изъ остальныхъ двухъ одинъ содержитъ 0.518 проц., а другой ровно 1 проц. Никкель кажется преобладающимъ; количество его измѣняется отъ «слѣдовъ» до 3.9355 проц. Содержаніе же углерода весьма значительно превышаетъ всѣ тѣ количества его, которыя были найдены другими учеными, достойными довѣрія, даже въ наиболѣе богатыхъ углеродомъ чугунахъ; наименьшая величина содержанія его 7.758 проц., а наибольшая—13 проц. Это обстоятельство заставляеть сомнѣваться въ точности работъ герцога Линя.

Впрочемъ онъ сдѣлалъ много синтетическихъ опытовъ, изъ которыхъ слѣдующіе представляютъ нѣкоторый интересъ.

1.—Смѣсь изъ 2000 частей мягкаго желѣза въ гвоздяхъ съ 100 частями волчеца и 175 частями дубовыхъ опилокъ, нагрѣтая при яркомъ красномъ

<sup>1)</sup> A Dictionary of Chemistry and Mineralogy, by A. and C. R. Aikin; т. II. p. 445; 1807.

<sup>2)</sup> Traité, т. II p. 213.

<sup>3)</sup> Mémoire sur la fabrication de l'acier fondu et damassé, par H. de Luynes; Paris 1844; упоминается въ Polytechnisches Journal Динглера XCVI стр. 106. 1845.

каленіи въ тиглѣ съ угольной набойкой, даетъ хорошо сплавившійся продуктъ; переплавленный съ равнымъ по вѣсу количествомъ желѣза въ видѣ гвоздей, онъ далъ сталь весьма мягкую и съ хорошей дамаскированной поверхностью.

2.—Смѣсь изъ 3000 частей желѣза въ видѣ гвоздей съ 144 частями углекислага марганца, 150 частями волчеца и 270 частями опилокъ, сплавленная при тѣхъ-же обстоятельствахъ, дала тѣ-же результаты.

3.—Смѣсь изъ 1000 частей желѣза въ видѣ гвоздей, съ 48 частями углекислага марганца, 10 частями вольфрамовой кислоты, 10 частями окиси никкеля и 113 ч. опилокъ, дала хорошій результатъ, но сталь была труднѣе въ обработкѣ, чѣмъ приготовленная съ волчецомъ. Она хорошо принимала дамаскированную поверхность. Выдѣленіе изъ нея никкеля и марганца не имѣло вліянія на качества ея.

4.—Смѣсь изъ 2000 частей желѣза въ видѣ гвоздей, съ 100 ч. перекиси марганца и 275 ч. опилокъ дала отличную сталь, дамаскированную.

5.—Смѣсь изъ 1000 частей желѣза въ видѣ гвоздей съ 96 ч. углекислага марганца, 20 ч. вольфрамовой кислоты и 128 ч. опилокъ дала сталь дурнаго качества, пористую, но ее можно было обрабатывать и дамаскировать превосходнымъ образомъ.

Другіе опыты съ марганцовистыми составами и вышеприведенные, заставили автора придти къ убѣжденію, что дамаскированіе стали зависитъ единственно отъ присутствія марганца; съ этимъ заключеніемъ мало кто согласится и едва ли пужно останавливаться на немъ. Авторъ еще дѣлаетъ поразительное замѣчаніе, что, при возстановленіи кристаллическаго пиролизита въ тиглѣ съ угольной набойкой, онъ получилъ марганецъ съ 23 проц. углерода и 2—никкеля!

Сплавы желѣза съ вольфрамомъ были изслѣдованы Бернулли; опыты производились въ Берлинѣ, въ королевской литейной <sup>1)</sup>). Онъ не могъ сплавить вольфрама даже при той температурѣ, въ которой могли сплавиться гессенскіе тигли, и онъ получилъ спекшуюся массу съ металлическимъ блескомъ. Въ одномъ случаѣ металлъ накачивали восемнадцать часовъ въ фарфорообжигательной печи, но онъ не плавился. Плотность вольфрама, возстановленнаго углеродомъ изъ вольфрамовой кислоты, измѣняется отъ 17.1 до 17.3, а при возстановленіи водородомъ отъ 17.9 до 18.2. Тѣсныя смѣшенія опилокъ сѣраго, графитистаго англійскаго чугуна съ 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 30, 40 и 50 проц. вольфрамовой кислоты, подвергнуты были въ графитовыхъ тигляхъ дѣйствию сильнаго бѣлокалильнаго жара; когда количество кислоты превышало 20 проц. то внизъ тигля и на засыпку сверху употребляли не-

<sup>1)</sup> Ueber Wolfram und einige seiner Verbindungen; von Dr. A. F. Bernoulli. Ann. der Phys. und Chemie. Poggendorf. Bd., XXI S. 573; 1860.

большое количество древесно-угольного порошка, такъ какъ трудно было допустить, чтобы при этомъ количествѣ углеродъ чугуна былъ достаточно, для восстановления вольфрамовой кислоты. При содержаніи 75 проц. надо было держать тигель въ бѣлокалильномъ жарѣ втеченіи цѣлаго часа, пока колобокъ сплавился; а при 80 проц. и нагрѣваніи, при той-же температурѣ втеченіи трехъ часовъ, получили свѣжестую массу, неправильнаго вида, съ раковистымъ изломомъ и высокаго серебряно-бѣлаго цвѣта; не имѣя рѣзкихъ угловъ, она чертила стекло и кварць. При 1 и до 3 проц., въ наружномъ видѣ желѣза перемѣна была мало замѣтна, но при 4 и 5 проц.—его уже нельзя было узнать. При 10 проц. желѣзо приобретаетъ свойства, подобныя стали, оно издаетъ ясный звукъ, цвѣтъ его свѣтло-сѣрый, а изломъ тонкозернистый; оно нѣсколько тягуче. При 15 проц. оно можетъ считаться настоящею сталью, хотя недостаточно мягко при обработкѣ. Литая полоса этого сплава, тонкая и четырехугольная, легко выковывается въ долото, и, послѣ обыкновенной закалки, какъ для стали, имъ можно высѣкать чугуны и ковкое желѣзо и оно не выкрашивается. При 20 проц. свойства сплава тѣ-же, но онъ тверже и менѣе тягучъ. Выше 20 проц. тягучесть быстро уменьшается, а при 50 проц. сплавъ уже не можетъ быть раскованъ. Сплавъ дѣлается бѣлымъ, очень твердымъ и хрупкимъ даже при 3 проц. вольфрамовой кислоты, если взять чугуны въ большихъ, плотныхъ кускахъ; но онъ приобретаетъ нѣсколько тягучести послѣ отжиганія. Если вмѣсто чугуна, выплавленного коксомъ, какой употреблялся при этихъ опытахъ, взять сѣрый чугуны, выплавленный на древесномъ углѣ, то получаютъ совершенно тѣ-же результаты, исключая того, что продуктъ выходитъ лучшаго качества, вслѣдствіи чистоты чугуна, выплавленного на древесномъ углѣ. Но результаты измѣняются при употребленіи бѣлаго, или обыкновеннаго зеркальнаго чугуна. Тѣже опыты были повторены при обработкѣ бѣлаго чугуна съ вольфрамовой кислотой, но сплавъ съ вольфрамомъ до тѣхъ поръ не образовался пока не прибавили угольного порошка; безъ этого прибавленія почти вся кислота уходитъ въ шлакъ и въ металлъ попадаетъ только самая ничтожная часть вольфрама. Сплавы, приготовленные съ прибавленіемъ угля, который кладется въ тигель на желѣзо, также однородны, какъ и приготовленные изъ сѣраго чугуна, но они никогда не имѣютъ вида стали, потому что въ изломѣ они бѣлы и строеніе излома такое-же, какъ у желѣза. Сдѣланы были опыты съ металлическимъ вольфрамомъ, волчцомъ и шеселитомъ ( $\text{CaO}, \text{WO}^3$ ) послѣдствія были тѣ-же, исключая того, что присутствіе марганца изъ волчца, не осталось безъ вліянія. Бернулли дѣлаетъ такіе выводы: «одинъ свободный или графитный углеродъ можетъ восстанавливать вольфрамовую кислоту; соединенный углеродъ этого свойства не имѣетъ. Такимъ образомъ можно прямо готовить литую сталь, сплавляя опилки сѣраго чугуна съ вольфрамовой кислотой. Если взять сѣрый чугуны въ кускахъ, стали не будетъ, по-

тому что чугуны расплавятся и тѣсное соприкосновеніе его съ кислотой не будетъ имѣть мѣста. Если взять вольфрамовой кислоты болѣе чѣмъ нужно для сжиганія углерода, то изъ сплава, при дѣйствіи на него кислотъ, все—таки выдѣляется запахъ углеводорода. Бернулли изобразилъ свои результаты въ слѣдующей таблицѣ:

Сортъ употребленнаго чугуна.	Вольфрамовая кислота на 100	Углеродъ, содерж. въ желѣзѣ.				Физическія свойства сплавовъ.
		Смѣшанный механически.	Соединенный химически.	Сумма.	Въ сплавѣ на 100	
Сѣрый чугунъ .	0	3.19	0.92	4.11	...	Изломъ сѣрый, не тягучъ. } Сталь. } Сѣрый, очень твердъ и } крѣпокъ, не тягучъ }
	5	...	...	...	1.02	
	15	...	...	...	0.93	
	25	...	...	...	0.91	
Зеркальный чугунъ . . . . .	0	...	5.19	5.19	...	Бѣлый, очень твердый, } хрупкій. }
	5	...	...	...	5.18	
	15	...	...	...	5.09	
	25	...	...	...	4.92	
Чугунъ бѣлый, обыкновенный .	0	...	3.91	3.91	...	Бѣлый, очень твердый, } хрупкій }
	5	...	...	...	3.70	
	15	...	...	...	3.81	
	60	...	...	...	3.75	

*Дѣйствіе волмца на чугуны.*—Рядъ опытовъ былъ сдѣланъ въ литейной морской вѣдомства въ Неверѣ, для опредѣленія дѣйствія волмца на чугуны, выплавленные на древесномъ углѣ; они доказали, что чугуны приобрѣтаютъ при этомъ больше тягучести, точно также, какъ это раньше было замѣчено при коксовомъ чугунѣ. Послѣдній, содержащій обыкновенно сѣру и фосфоръ, могъ очищаться дѣйствіемъ волмца, и нѣкоторые личности, относя къ этой причинѣ замѣчанное улучшение, не думали, чтобы тѣ же результаты были получены и для древесноугольного чугуна, который очень чистъ.

Новыя изслѣдованія были сдѣланы: 1) надъ чугуномъ изъ Рава (Неверъ) превосходнаго качества; 2) надъ артиллерійскими чугунами изъ Невера и Рюэля, названными такъ по причинѣ употребленія ихъ на этихъ заводахъ для отливки орудій.

Опыты производились съ порохомъ надъ пустотѣлыми цилиндрами, которыхъ разрывали; имъ придавали самымъ тщательнымъ образомъ одну и ту—же толщину и вмѣстимость. Каждый цилиндръ требовалъ 80 килограммовъ металла; плавка для каждаго производилась при однихъ и тѣхъ же обстоятельствахъ, въ отношеніи вымѣшиванія и продолжительности, такъ что всѣ они были одинаковы во всѣхъ отношеніяхъ. Пропорціи воль-

фрама въ сплавѣ были  $1\frac{1}{2}$ , 2 и  $2\frac{1}{2}$ . Превосходство всегда было на сторонѣ соединеннаго чугуна. Чтобы удостовѣриться, что это не происходило отъ обезуглероживанія чугуна волчцомъ, опыты усложнили тѣмъ, что придавали чугуну болѣе и болѣе оттънокъ бѣлага, прибавляя къ нему чугуны второй плавки Невера и Рюэля и испытывая эти оттънки. Прибавленіе доводимо было до того предѣла, когда оно переставало оказывать вліяніе. Но эти различныя средства не могли дать металлу той силы, какую онъ получалъ отъ волчеца. Разложеніе, произведенное въ горной школѣ, подтвердило качественно и количественно присутствіе въ цилиндрахъ металлическаго вольфрама.

Изъ этого слѣдуетъ, что волчець придаетъ чугуну особое свойство, независящее отъ сорта или степени обезуглероживанія его, но отъ присутствія въ немъ металлическаго вольфрама. Но результаты эти были ниже, сравнительно съ полученными при коксовомъ чугунѣ, изъ чего можно заключить, что дѣйствіе волчеца на послѣдній, отчасти состоитъ также и въ очищеніи его.

Упругость увеличилась на  $\frac{1}{6}$  въ чугунѣ изъ Рава и на  $\frac{1}{7}$  въ чугунѣ изъ Рюэля. Весьма вѣроятно, что эти числа ниже возможной наибольшей величины <sup>1)</sup>.

Въ 1857 году Робертъ Оклендъ (Oxland), изъ Плимута, взялъ привилегію на улучшенія въ приготовленіи сплавовъ и составовъ, содержащихъ вольфрамъ; вотъ нѣкоторыя изъ отличительныхъ сторонъ его привилегіи <sup>2)</sup>. «Вольфрамъ возстановленный изъ волчеца углеродомъ «можетъ быть смѣшанъ съ рудой въ домешной печи, или съ чугуномъ въ вагранкѣ, въ количествѣ 30 проц. Сплавъ чугуна и вольфрама можетъ быть употребляемъ въ металлургической техникѣ, или для другихъ цѣлей. Хорошую литую сталь получаютъ прибавляя отъ  $\frac{1}{2}$  до 25 проц. вольфрама къ стали. Сплавы желѣза съ вольфрамомъ могутъ быть очищены и превращены въ литую сталь обыкновеннымъ способомъ цементованія. Рафинированный съ вольфрамомъ чугунъ теряетъ свое кристаллическое сложеніе при ковкѣ въ холодномъ состояніи.»

Употребленіе вольфрама также при производствѣ литой стали, обратило на себя давно вниманіе, особенно въ Австріи; честь перваго практическаго примѣненія его въ большомъ видѣ приписывается г. Майеру въ Леобенѣ, въ Штиріи <sup>3)</sup>. Вольфрамовая сталь была возвыщена, какъ важное изобрѣтеніе. Тонкозернистое сложеніе, однородность, твердость, крѣпость и прочность, составляли ея преимущества передъ другими сортами стали. Она нашла себѣ примѣненіе преимущественно въ выдѣлкѣ разныхъ инструментовъ,

<sup>1)</sup> Moniteur 24 ноября 1864.

<sup>2)</sup> Извлечено изъ *Сокращенія описаній изобретеній по металламъ и сплавамъ*. 1168. стр. 357. А. Д. декабря 1857. № 3114.

<sup>3)</sup> Berg und hütten. Zeit. Bd. XVIII. S. 275. 1859.

какъ то ножницъ, рѣзцовъ, буровъ и т. д. Хотя она и была нѣсколько дороже того сорта стали, который принятъ для этихъ издѣлій, но за-то она была вчетверо прочѣе и все-таки дешевле литой англійской стали. Вольфрамовая сталь, въ разныхъ видахъ, была представлена въ Вѣнѣ, въ 1858 году, конгрессу горныхъ инженеровъ и литейщиковъ. Тамъ находились сабельные клинки, считавшіеся по качеству металла превосходными; они были очень остры, тверды, крѣпки и упруги. Профессоръ Смитъ присутствовалъ на этомъ конгрессѣ и доставилъ образцы этой стали въ Англію. Сталь оказалась въ самомъ дѣлѣ въ изломѣ очень тонкозернистою, однородною, плотною. Нѣкоторые изъ образцовъ этой стали были переданы Сандерсону, фабриканту знаменитой стали въ Шеффилдѣ; но отзывъ его объ нихъ не былъ благопріятный. Вольфрамовая сталь явилась и на международной выставкѣ въ 1862 году, въ австрійскомъ отдѣленіи, но при этомъ ни одно изъ ея преимуществъ не подтвердилось. Въ своемъ новомъ отчетѣ г. Вагнеръ говорить между прочимъ, что надежды на «промышленное значеніе вольфрамовой стали» не оправдались, и теперь продаютъ подъ ея именемъ клинки, бритвы и пр., которые не содержатъ ни слѣда вольфрама <sup>1)</sup>. Не смотря на энергическія усилія къ примѣненію этой стали и высокохвалебныя описанія, практика выяснила факты. Однако и до сихъ поръ нѣкоторые заводчики, какъ напримѣръ Эгельсъ, Шварцкопфъ и Фрейндъ, въ Берлинѣ стальной фабрикантъ Бохумъ и другіе, утверждаютъ, что *«вольфрамовая сталь даетъ гораздо болѣе выгодные результаты, чѣмъ самыя лучшіе сорта литой стали, употребляемые нынѣ въ промышленности»* <sup>2)</sup>.

Тягучесть или сила растягиванія вольфрамовой стали кажется весьма велика. Нижеслѣдующіе результаты собраны въ вѣнскомъ политехническомъ институтѣ <sup>3)</sup>:

<sup>1)</sup> Jahresbericht, 1860. S. 85.

<sup>2)</sup> Revue universelle des mines, etc. mars 1860 p. 88. Rapport sur l'histoire et la fabrication du tungstène, par M. A. Delvaux de Fenffe.

<sup>3)</sup> Revue universelle des mines etc t. VII. p. 88. 1860.



Качество стали.	Площадь сече- нія минимумъ въ кв. миллиметр.	Разрывающій вѣсъ.	Абсолютная тягучесть.
Вольфрамовая сталь.	41.64	4256	102.2
То-же	40.25	4340	107.8
То-же	43.03	5040	117.1
Англійская сталь Гунте- мана.	38.17	3220	84.4
Сталь Reichraming.	43.03	3727	86.6
То-же	43.03	4838	112.4
То-же	44.41	4676	105.3
То-же	45.58	4200	92.1

Г. Зивертъ обнаружилъ разложеніе вольфрамовой стали, приготовленной въ Вѣнѣ и на стальной фабрикѣ Бохумъ <sup>1)</sup>.

	1	2	3	4	5	6
Желѣза.	—	—	95.85	—	96.37	—
Вольфрама.	1.05	2.84	3.05	—	2.71	—
Марганца.	—	—	слѣды	—	слѣды	—
Углерода.	—	—	—	1.04	—	1.03

№ 1 приготовленъ въ Вѣнѣ, остальные на фабрикѣ Бохумъ. Кремній не былъ найденъ ни въ одномъ образчикѣ.

Зауервейнъ изслѣдовалъ вольфрамовую сталь изъ Долен, близъ Дрездена <sup>2)</sup>. № 7 было твердое отличіе, съ превосходнымъ мелкозернистымъ изломомъ, светло-сѣраго цвѣта. № 8 имѣлъ видъ обыкновенной вольфрамовой стали, нѣсколько болѣе крупно-зернистый изломъ и былъ значительно мягче, такъ что легко рѣзался пилой; при этомъ онъ былъ до того вязокъ, что необходимо было его почти совершенно перепелить, чтобы отдѣлить кусочки для анализа.

	7			8
	Первое	Второе	Среднее	
	Опредѣленія			
Вольфрамъ (въ процент.)...	4.5	5	4.75	0.9

Въ вольфрамовой стали Бохума, Раммельсбергъ нашелъ <sup>3)</sup>:

Вольфрама . . . . .	0.65 проц.
Углерода . . . . .	7.43 »

<sup>1)</sup> Jahresbericht (изд. Либиха и Коппа) S. 690; 1860.

<sup>2)</sup> Polyt. Centralblatt. 1864; S. 487.

<sup>3)</sup> Chem. Metall., S. 187.

Слѣдующія правила совѣтуютъ наблюдать при приготовленіи и употребленіи вольфрама <sup>1)</sup>. Волчець слабо пожигаютъ потомъ обрабатываютъ слабыми кислотами и наконецъ промываютъ водой; эта обработка отдѣляетъ мышьякъ и сѣру. Сухой остатокъ сильно прокалываютъ втеченіи 24 часовъ въ тиглѣ съ угольной набойкой, отчего вѣсъ его уменьшается; при этомъ, какъ полагаютъ, образуются углеродистыя соединенія желѣза и марганца, а вольфрамовая кислота возстановляется въ металлъ. Получается спекшаяся масса, темнаго цвѣта и съ большимъ вѣсомъ Ее прибавляютъ къ стали, въ количествѣ отъ  $\frac{1}{2}$  до 25 проц. передъ плавкой <sup>2)</sup>.

Касательно измѣненія свойствъ желѣза, происходящаго отъ прибавленія къ нему небольшихъ количествъ вольфрама, Каронъ сдѣлалъ слѣдующія открытія <sup>3)</sup>: Сталь пріобрѣтаетъ большую твердость, и въ особенности большую вязкость, даже въ то время, когда она сплавлена только съ 1 или 2 проц. металлическаго вольфрама. Хорошая цементная сталь, сплавленная съ 5 проц. вольфрама, дала металлъ необыкновенной твердости, превосходящей въ этомъ отношеніи даже наиболѣе твердые образцы бѣлаго чугуна. Сплавления 200 частей цементной стали, 800 ч. полосоваго желѣза и 20 ч. металлическаго вольфрама, въ глиняномъ тиглѣ и при весьма высокой температурѣ, Каронъ получилъ мягкую литую сталь, которая даже въ холодномъ состояніи удобно вытягивалась въ трубы, каковой угодно толщины. Отлитая въ горячій чугуныи изложницѣ, сталь эта была чрезвычайно ковкая, и при бѣлокалильномъ жарѣ удобно сваривалась. Изломъ ея состоялъ изъ мелкихъ, блестящихъ зеренъ, но не былъ жилковатый. Послѣ закалыванія изломъ имѣлъ шелковистую наружность. При этихъ опытахъ, какъ кажется, большая часть вольфрама переходитъ въ шлакъ, такъ какъ Каронъ, въ изслѣдуемомъ имъ твердомъ отличіи стали нашелъ его только 0.28, а въ мягкомъ—0.23 проц.

По изслѣдованіямъ Треска, и чугуны, подобно стали, пріобрѣтаетъ значительную твердость и вязкость отъ прибавленія къ нему 0.125 до 1 проц. вольфрама; въ этомъ случаѣ сложеніе его ровное, мелкозернистое, цвѣтъ сѣроватый. Точно также и Ле-Гуенъ <sup>4)</sup> замѣтилъ, что сѣрый чугуны, при сплавленіи съ небольшимъ количествомъ толченаго волчеца, пріобрѣтаетъ большую твердость и вязкость, и наибольшаго предѣла достигли свойства

<sup>1)</sup> Berg-und Hütten Zeit. t. XIX p. 27. 1860.

<sup>2)</sup> Изъ опытовъ г. Ле Гуана (Le Guen) (Rèpert. de Chimie appl. 1863) слѣдуетъ, что французскій волчець, передъ соединеніемъ съ желѣзомъ, долженъ быть обожженъ для уничтоженія въ немъ по возможности сѣры и мышьяка и приведенъ въ порошокъ. Возстановленіе происходитъ въ жидкой массѣ на счетъ углерода чугуна; послѣдній отъ уменьшенія углерода и соединенія съ вольфрамомъ, становится подобнымъ стали.

<sup>3)</sup> Jahresb., 1863, S. 734. Dingler's Polyt. Journ. Bd. CLXXII, S. 43.

<sup>4)</sup> Comptes rendus, t. LVI, p. 593.

эти въ то время, когда прибавленный вольфрамъ составлялъ  $2\frac{1}{2}$  проц. При большемъ его содержаніи, хотя твердость металла и возростала, но зато вязкость его уменьшалась.

### ЖЕЛѢЗО И МОЛИБДЕНЬ.

По Бертье, сплавы желѣза съ молибденомъ совершенно подобны сплавамъ его съ вольфрамомъ. Онъ описываетъ, что сплавъ съ 2 проц. молибдена легкоплавокъ, бѣлѣе желѣза, очень твердый, ломкій, въ изломѣ неровенъ и зернистъ <sup>1)</sup>. Берцелиусъ говоритъ, что сплавъ изъ равныхъ частей по вѣсу желѣза и молибдена твердъ, ломается, сѣраго голубоватаго цвѣта, плавится передъ паяльной трубкой, изломъ тонкозернистый; сплавъ изъ 1 части желѣза и 2 ч. молибдена хрупокъ, яркаго сѣраго цвѣта, передъ паяльной трубкой не плавится, притягивается магнитомъ, въ изломѣ сильно зернистъ <sup>2)</sup>.

### ЖЕЛѢЗО И ВАНАДІЙ.

Зеффстремъ открылъ чистый ванадій, разлагая знаменитое табергское желѣзо, которое, по замѣчанію Берцелиуса, есть самое мягкое изъ всѣхъ сортовъ шведскаго желѣза <sup>3)</sup>. Растворивъ нѣсколько килограммовъ этого желѣза, онъ получилъ лишь небольшое число дециграммовъ ванадія; но онъ нашелъ его въ болѣе значительной пропорціи въ шлакахъ отъ кричныхъ горновъ. Намъ неизвѣстно было-ли кѣмъ-нибудь изслѣдовано вліяніе этого металла на желѣзо, сталь или чугуны <sup>4)</sup>.

### ЖЕЛѢЗО И ТАНТАЛЬ.

По словамъ Берцелиуса, желѣзо легко соединяется съ танталомъ, при накаливаніи въ тигль съ угольной набойкой смѣси танталовой кислоты съ же-

<sup>1)</sup> *Traité des essais*. t. II p. 215.

<sup>2)</sup> *Traité*, t. II p. 706.

<sup>3)</sup> *Berzelius Jahresbericht*, Bd. II, S. 97. 1832.

<sup>4)</sup> Г. Рилей (Riley) нашелъ ванадій въ нѣкоторыхъ чугунахъ изъ Уальтшайра (Waltshire). Остатокъ, нерастворимый въ слабой соляной кислотѣ, и полученнымъ изъ одного сорта чугуна изъ Уайлтшайра, лишенный кремнезема дѣйствіемъ кали, и графита сожиганіемъ, представилъ смѣсь ванадіевой кислоты  $VO^3$  и окиси ванадія  $VO$ . Пропорція ванадія по вычисленію г. Рилей доходила до 0.686 проц. (*Journal of the Chem. Soc.* t. II, p. 21; 1864). Г. Дикъ (Dick) обнаружилъ присутствіе этого металла въ шлакѣ изъ Стэффордшейра.

лѣзными опилками. Сплавъ такъ твердъ, что можетъ чертить стекло, онъ вовсе не ковокъ, разбивается легко, порошокъ его темнобураго цвѣта. Кислоты его разлагаютъ, оставляя металлическій танталъ въ видѣ порошка <sup>1)</sup>).

### ЖЕЛѢЗО И КАЛІЙ.

Гей-Люссака и Тенаръ открыли сплавъ желѣза съ калиемъ, приготовляя калий по извѣстному способу въ желѣзной трубкѣ. Желѣзные опилки находились весьма долго при возвышенной температурѣ, подѣ влияніемъ паровъ калия. Такое желѣзо очень гибко и иногда такъ мягко, что рѣжется ножницами и даже чертится ногтемъ; оно окисляется на воздухѣ, разлагаетъ воду съ сильнымъ кипѣніемъ и скоро приобретаетъ свои первоначальныя свойства <sup>2)</sup>).

Гг. Кальверъ и Джонсонъ писали, что они соединяли желѣзо съ калиемъ нагревая при весьма высокой температурѣ желѣзные опилки съ кислымъ виннокислымъ кали. Смѣсь изъ 25 граммовъ желѣза съ 97.50 гр. этой соли, т. е. смѣсь 3 частей желѣза и 2 калия, дала большой комокъ съ 74.60 проц. желѣза и 25.40 калия, что соотвѣтствуетъ формулѣ  $Fe^4K$ . Сплавъ былъ сходенъ съ ковкимъ желѣзомъ, его можно было ковать и сваривать; но онъ былъ такъ твердъ, что при обыкновенной температурѣ, кузнечный молотъ оставлялъ на немъ едва замѣтное впечатлѣніе; натискъ же на него вовсе не дѣйствовалъ. Не смотря на свое соединеніе съ такимъ количествомъ калия, желѣзо быстро окислялось на воздухѣ и въ водѣ. Въ другомъ случаѣ, при тѣхъ же количествахъ желѣза и виннокаменной соли, но съ прибавленіемъ тонкоизмельченнаго угля, полученъ сплавъ, состоящій изъ 81.42 проц. желѣза и 18.58 калия, т. е. соотвѣтствующій формулѣ  $Fe^6K$ . Тонкій слой чугуна покрывалъ комокъ; но во всѣхъ прочихъ отношеніяхъ, онъ былъ подобенъ предыдущему. Если кислое виннокаменнокислое кали замѣнить углекислымъ, то «результатовъ нѣтъ». Эти сплавы замѣчательно составлены, съ точки зрѣнія атомической конституціи <sup>3)</sup>).

### ЖЕЛѢЗО, НАТРІЙ И ЛИТІЙ.

Въ одномъ образчикѣ зеркальнаго чугуна изъ Мюзена, Фрезениусъ открылъ слѣды натрія и литія.

<sup>1)</sup> *Traité t. II, p. 707.*

<sup>2)</sup> *Recherches physico-chimiques; t. I, p. 238. 1811.*

<sup>3)</sup> *Phil. Mag. oct. 1855.*

## ЖЕЛѢЗО И ГЛИЦІЙ.

По Штроейеру эти металлы соединяются легко, при накаливании смѣси глицины съ желѣзными опилками и сажей. Сплавъ бѣлье и мягче желѣза <sup>1)</sup>. Деви получилъ этотъ сплавъ, накаливая до бѣла глицину съ смѣсью желѣза съ калиемъ, а также разлагая слегка смоченную глицину сильнымъ токомъ вольтова столба въ атмосферѣ водорода; при этомъ желѣзная проволока отрицательнаго полюса сплавилась и соединилась съ глициемъ <sup>2)</sup>.

## ЖЕЛѢЗО И БАРИЙ.

Гг. Гей-Люссака и Тенаръ старались возстановить баритъ, смѣшавъ съ желѣзомъ, при весьма высокой температурѣ самодувной печи, съ прибавленіемъ или безъ прибавленія древеснаго угля; но не было никакихъ слѣдовъ возстановленія <sup>3)</sup>.

## ЖЕЛѢЗО И СТРОНЦІЙ.

Гг. Гей-Люссака и Тенаръ дѣлали подобный-же опытъ съ стронціаномъ и получили тоже отрицательный результатъ <sup>4)</sup>.

## ЖЕЛѢЗО И КАЛЬЦІЙ.

Гг. Гей-Люссака и Тенаръ не могли выдѣлать ни слѣда кальція, накаливая въ тиглѣ, при самомъ высокомъ жарѣ самодувной печи, смѣсь желѣза съ известью, съ прибавленіемъ угля или безъ онаго <sup>5)</sup>. Берцелиусъ не могъ приготовить никакого опредѣленнаго сплава желѣза съ кальциемъ, накаливая сильно смѣсь извести съ желѣзными опилками и древесноугольной пылью <sup>6)</sup>.

Карстенъ нашелъ 0.1774 проц. кальція въ желѣзѣ, посредственнаго качества по тигучести, которое не сваривалось, хотя не было ни холодно ни красноромко. Оно получено было послѣ прибавленія углекислой извести въ большомъ количествѣ къ насадкѣ при передѣлѣ чугуна пудлинговымъ способомъ <sup>7)</sup>.

<sup>1)</sup> Berzelius, Traité, t. II, p. 704. Gmelin, Handbuch. Bd. V, S. 275.

<sup>2)</sup> Gmelin, Handbuch. Bd. V, S. 274.

<sup>3)</sup> Recherches physico-chimiques. t. I; p. 106.

<sup>4)</sup> Сочиненіе вышеупомянутое, стр. 107.

<sup>5)</sup> Recherches physico-chimiques. t. I, p. 107.

<sup>6)</sup> Traité, t. II, p. 704.

<sup>7)</sup> Eisenhüttenkunde Bd I, 487.

Мы слышали отъ желѣзныхъ заводчиковъ, что пудлинговое желѣзо выходитъ слегка красномомкое, когда внутренняя одежда печи выкладывается известковымъ камнемъ. Во многихъ разложеніяхъ чугуна можно найти присутствіе небольшого количества кальція. Но все, что намъ извѣстно о вліяніи этого металла на чистое желѣзо, сталь и чугунъ, слишкомъ поверхностно и ничтожно.

### ЖЕЛѢЗО И МАГНІЙ.

Накаливая смѣсь магnezіи съ желѣзными опилками и древеснымъ углемъ, Берцеліусъ видѣлъ признаки сплава желѣза съ магніемъ <sup>1)</sup>. Карстенъ не нашелъ ни слѣда магніи въ ковкомъ желѣзѣ, которое онъ разлагалъ, и на сколько наши изслѣдованія могутъ убѣждать насъ, то мы не имѣемъ положительныхъ познаній о дѣйствии этого металла на ковкое желѣзо. Онъ является иногда, какъ составная часть нѣкоторыхъ чугуновъ, но въ слабыхъ количествахъ. По всей вѣроятности, тѣ ничтожные слѣды магnezіи, которые иногда бываетъ возможно открыть при анализѣ чугуновъ, попадаютъ туда изъ шлаковъ, которые передъ анализомъ не вполне тщательно были отдѣлены отъ чугуна. Такимъ-же образомъ мы объясняемъ и тѣ 0.045 проц. магніи, которые были опредѣлены Фрезеніусомъ <sup>2)</sup>, въ одномъ изъ образцовъ чугуна изъ Мюзена.

<sup>1)</sup> Traite, t. II, p. 705.

<sup>2)</sup> V. Kerl. Handbuch, Bd. III, S. 10.

## КНИГА II.

### ЖЕЛѢЗНЫЯ РУДЫ.

Желѣзными рудами называются такія ископаемыя, которыя содержатъ этотъ металлъ въ достаточномъ количествѣ и въ подлежащей степени чистоты, и чрезъ то предоставляютъ полную возможность извлекать его съ возможно наибольшею выгодною. Входя въ составъ наибольшей части горныхъ породъ, какъ древнѣйшихъ, такъ и новѣйшихъ геологическихъ періодовъ, и входя при томъ часто весьма значительными массами, такъ что даже цѣлыя этихъ породъ иногда обуславливается желѣзными соединеніями, желѣзо можетъ считаться наиболѣе распространеннымъ изъ всѣхъ оруденѣлыхъ металловъ. Встрѣчаются иногда минералы съ такимъ содержаніемъ желѣза, что извлеченіе изъ нихъ послѣдняго было-бы не безвыгодно; но съ другой стороны попадаются иногда и такія соединенія, въ которыхъ желѣзо хотя и входитъ весьма значительными количествами, тѣмъ не менѣе извлекать его оттуда невыгодно. Такимъ образомъ возьмемъ напримѣръ сѣрный колчеданъ ( $\text{FeS}^2$ ); содержаніе въ немъ желѣза 47 проц., и слѣдовательно его можно разсматривать какъ богатую желѣзную руду; но такъ какъ не представляется ни малѣйшей возможности, при обработкѣ его, выдѣлять изъ него на чисто всю сѣру, столь вредную для качества желѣза, то это соединеніе, какъ желѣзная руда, и не употребляется. Въ строгомъ смыслѣ, желѣзными рудами, т. е. матеріалами для добычи желѣза, можно считать только окисленные соединенія желѣза, какъ-то: магнитную окись желѣза, безводную и водную окись и углекислую соль закиси, въ различной степени чистоты. Къ числу рудъ должно также отнести и кремнекислую закись желѣза. Въ природѣ вещество это встречается, почти безъ примесей, только въ соединеніи съ другими рудами; но оно часто появляется какъ продуктъ при многихъ металлургическихъ процессахъ (шлаки), и иногда также служитъ матеріаломъ для добычи желѣза.

При описаніи рудъ мы ограничимся только указаніемъ на ихъ химическій составъ и на то вліяніе, которое оказываютъ на свойства извлекаемаго изъ нихъ металла нѣкоторыя сопровождающія ихъ примѣси.

Магнитный желѣзнякъ (*Oxyde magnétique de fer, magnétite, Magneteseisenstein, magnetic oxide of iron*).  $\text{Fe}^3\text{O}^1$  или  $\text{FeO}, \text{Fe}^2\text{O}^3$ .— Руда эта иногда называется также *магнитнымъ камнемъ* и *магнитною рудою*. Въ чистомъ состояніи магнитный желѣзнякъ представляетъ соединеніе 31.03 проц. закиси съ 68.97 проц. окиси желѣза. Содержаніе въ немъ металлическаго желѣза составляетъ 72.40 проц. Онъ встрѣчается и окристаллованнымъ, и въ сплошныхъ массахъ, и въ видѣ кристаллическихъ зеренъ. Магнитный желѣзнякъ притягивается магнитомъ, а весьма часто и самъ обладаетъ магнитностью, чѣмъ отличается отъ хромистаго желѣзняка, который иногда также встрѣчается въ видѣ мелкихъ октаэдрическихъ кристалловъ, по виду весьма похожихъ на магнитный желѣзнякъ. Цвѣтъ его желѣзно-черный, цвѣтъ черты такой-же, блескъ металлическій. Удѣльн. вѣсъ его измѣняется отъ 4.74 до 5.09.

Замѣчательнѣйшія мѣсторожденія магнитнаго желѣзняка суть: гора Благодать, въ Гороблагодатскомъ округѣ на Уралѣ, гора Высокая, въ Тагильскихъ заводахъ Демидова, гора Качканаръ и Магнитная; Гелливарра, въ Ляпландіи; Арендаль, въ Норвегіи; Даннемора и Табергъ, въ Швеціи; Шмидебергъ, въ Прусской Силезіи; Гуль и Мадокъ, въ Канадѣ. Также встрѣчается онъ во многихъ мѣстностяхъ Нью-Джерзел, Пенсильваніи и Соединенныхъ Штатовъ.

Постороннія примѣси, входящія въ магнитный желѣзнякъ, состоятъ частью изъ рудъ другихъ металловъ, каковы напр.: мѣдный колчеданъ, свинцовый блескъ, цинковая обманка, а также и сѣрный, мышьяковый и магнитный колчеданы, частью-же изъ породъ, сопровождающихъ магнитный желѣзнякъ въ его мѣсторожденіяхъ. Къ этимъ послѣднимъ относятся: гранаты, роговая обманка, хлоритъ, известковый шпатъ, кварцъ и проч.

Количество марганца въ магнитномъ желѣзнякѣ рѣдко бываетъ значительно. Содержаніе-же мѣднаго колчедана достигаетъ иногда въ немъ такихъ предѣловъ, что онъ положительно становится негоднымъ къ обработкѣ.

Вести плавку магнитнаго желѣзняка не представляется особенной легкости, такъ какъ онъ, при своей большой плотности, представляетъ не малыя затрудненія для возстановленія и обуглероживанія. При обжиганіи онъ легко спекается, а при плавленіи въ доменной печи, еще передъ возстановленіемъ, можетъ расплавиться и, благодаря содержащейся въ немъ закиси желѣза, образовать весьма жидкіе шлаки. По этому обработка магнитнаго желѣзняка требуетъ многократныхъ пожоговъ его при относительно невысокой температурѣ (заводы въ Альтенау), тщательнаго измельченія, значительной при-



бавки известняка въ шихту и высокаго обуглероживающаго пояса въ доменной печи. Большая примѣсь известняка предохраняетъ закиси желѣза отъ кислотъ и тѣмъ предотвращаетъ переходъ ея въ шлакъ; шихта при этомъ становится трудноплавче, а слѣдовательно и сходъ колошъ совершается медленнѣе. Такимъ образомъ руда остается болѣе продолжительное время подъ вліяніемъ восстанавливающихъ и обуглероживающихъ дѣятелей. Кроме того, находясь продолжительное время въ непосредственномъ соприкосновеніи съ твердымъ углеродомъ, тѣ изъ окисловъ, которые не успѣли еще восстановиться, уже окончательно переходятъ въ металлическое состояніе и обуглероживаются. Благодаря всѣмъ этимъ обстоятельствамъ, изъ магнитнаго желѣзняка получаютъ обыкновенно сѣрый или половинчатый чугунокъ, который, при надлежащей чистотѣ взятой руды, бываетъ превосходныхъ качествъ и представляетъ собой прекрасный матеріалъ для отливки, равно какъ и для передѣлки въ желѣзо. Для примѣра мы укажемъ здѣсь на магнитный желѣзнякъ изъ Даннемора: выплавляемый изъ него чугунокъ идетъ на дѣло пушекъ, которыя замѣчательны своею крѣпостью, а получаемое изъ него желѣзо отправляется въ Англію и тамъ перерабатывается въ сталь превосходныхъ качествъ.

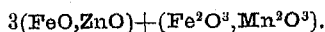
Франклинитъ.—Мнѣнія различныхъ химиковъ на счетъ формулы этого соединенія до сихъ поръ еще между собой не согласны. Долгое время принимали его за соединеніе закиси съ окисью желѣза, въ которомъ часть закиси замѣщена окисью цинка. Но если допустить, что слѣдующій анализъ Раммельсберга вѣренъ, то невозможно согласиться съ этимъ мнѣніемъ:

Окиси желѣза . . . . .	64.51=Желѣза . . . . .	45.16
Перекиси марганца (MnO <sub>2</sub> ) . . . . .	12.51=Марганца . . . . .	9.38
Окиси цинка . . . . .	25.30=Цинка . . . . .	20.30
	<u>103.32</u> (Кислорода . . . . .)	<u>25.16</u>
		100.00

Содержаніе въ минералѣ закиси желѣза подтверждается тѣмъ, что сумма результатовъ анализа, гдѣ все желѣзо выведено въ видѣ окиси, превосходитъ цифру 100. Раммельсберъ предполагаетъ, что франклинитъ по всей вѣроятности состоитъ изъ <sup>1)</sup>:



и на этомъ основаніи онъ выводитъ для него формулу:



Франклинитъ встрѣчается въ Нью-Джерсей, въ Соединенныхъ Штатахъ, гдѣ его сначала обрабатываютъ на цинкъ, а получаемый при этой операциѣ оста-

<sup>1)</sup> Handbuch der Mineralchemie, S. 169; 186.0

томъ закидываютъ въ доменную печь и выплавляютъ характеристическій зеркальный чугуиъ.

Увѣряють, что минералъ этотъ есть прекрасное средство противъ краснотломкости и хладнотломкости желѣза. Такимъ образомъ, чугуиъ изъ Помптона (Нью-Джерсей), самъ по себѣ дающій желѣзо въ высшей степени краснотломкое, превращается въ весьма хорошее желѣзо, вполне годное для выдѣлки подковъ и гвоздей, если къ нему прибавить около 15 проц. франклинита; шотландскій чугуиъ даетъ желѣзо хладнотломкое, но если его пудлинговать съ примѣсью 20 проц. франклинита, то желѣзо получается необыкновенной крѣпости. По мнѣнiю нѣкоторыхъ, въ этихъ случаяхъ цинкъ и марганецъ, или даже и одинъ цинкъ, вытѣсняетъ изъ металла сѣру и фосфоръ и тѣмъ удаляетъ изъ него главнѣйшiя причины его краснотломкости и хладнотломкости <sup>1)</sup>. Честь этого открытiя приписываютъ Детмольду <sup>2)</sup>. На всемирной выставкѣ 1851 г. были выставлены образцы желѣза, очищеннаго франклинитомъ, которые надѣлали въ то время много шума. Ко всему этому мы долгомъ считаемъ только прибавить, что хотя фактъ влiянiя франклинита на свойства желѣза и вѣренъ, тѣмъ не менѣ теорiя его дѣйствiя намъ кажется сомнительною. Если мы припомнимъ то, что было нами уже говорено раньше, при описанiи химическихъ свойствъ желѣза (стр. 254), то скорѣе припишемъ благотворное влiянiе въ этомъ случаѣ исключительно марганцу.

Титанистый желѣзнякъ.  $m\text{Fe}^2\text{O}^3 + n\text{Ti}^2\text{O}^3$ . — Представляетъ собой соединенiе окиси желѣза съ окисью титана въ различной пропорцiи, съ нѣкоторою примѣсью закиси марганца, извести, магнезiи и кремнезема. Въ Авеллино, въ Неаполитанскомъ Королевствѣ, встрѣчается это соединенiе въ видѣ мелкихъ зеренъ, подобныхъ песку; большими массами попадаетъ оно въ провинцiи Таранаки <sup>3)</sup>, въ Новой Зеландiи. По Фрейтагу въ немъ заключается 27.53 проц. закиси желѣза, 66.12 проц. желѣзной окиси и 6.17 проц. окиси титана; но другимъ, составъ титанистаго желѣзняка: 88.45 проц. окиси желѣза и 11.43 проц. окиси титана, и кромѣ того слѣды кремнезема и марганца. Этотъ желѣзнякъ даетъ 61 проц. желѣза превосходныхъ качествъ, которое при переработкѣ даетъ прекрасную цементную сталь съ 98.66 проц. желѣза, 0.87 проц. углерода и 0.32 проц. титана. Весьма часто содержащiе титанъ минералы прибавляются въ шихту, составленную изъ желѣзныхъ рудъ, несодержащихъ титана. Въ этихъ случаяхъ плавку постоянно ведутъ на сѣрый чугуиъ, потому что въ противномъ случаѣ весь титанъ

<sup>1)</sup> The Iron Manufacturer's Guide to the Furnaces, Forges and Rolling Mills of the United States. p. 423; 1859.

<sup>2)</sup> Professor Wilson's Report on the New-York Industrial Exhibition, p. 53; 1854.

<sup>3)</sup> Berg. u. Hüttemän. Ztg. 1862; S. 118.

уходитъ въ шлакъ. Въ титанистомъ желѣзнякѣ, встрѣчаемомъ въ Егерзундѣ, въ Южной Норвегіи, найдено около 0.5 проц. окиси олова.

Красный желѣзнякъ (*hémitite rouge, minerais rouge, Rotheisenerz, Rotheisenstein, red haematite, red ore*). — По составу, руда эта представляетъ безводную окись желѣза и содержитъ 70 проц. желѣза. Руда эта встрѣчается и въ окристаллованномъ и въ сплошномъ видѣ. Въ ней отличаются два видоизмѣненія:

1. *Желѣзный блескъ (fer oligiste, minerais speculaire, Eisenglanz, Glanzeisenerz, specular iron ore)*. — Плотный, стально-сѣраго цвѣта, иногда съ пестрою побѣжалостью, съ металлическимъ блескомъ; цвѣтъ черты или вишнево-красный, или буро-красный; удѣльный вѣсъ отъ 5.24 до 5.50. Встрѣчается онъ и вполне явственно окристаллованнымъ и въ видѣ массы кристаллическаго и плотнаго сложенія. Иногда онъ попадаетъ также и въ видѣ чешуекъ, краснаго цвѣта, растирающихся между пальцами, и въ этомъ случаѣ онъ извѣстенъ подъ именемъ *желѣзной слюдки (minerais micacé, Eisenglimmer, micaceous iron ore)*. — Эта желѣзная руда попадаетъ обыкновенно въ болѣе чистомъ состояніи, нежели магнитный желѣзнякъ и въ большей части случаевъ вовсе не содержитъ марганца. Выплавляемый изъ нея сѣрый чугуунъ отличается прекрасными качествами и весьма пригоденъ для переработки въ сталь и полосовое желѣзо. Если пожелаютъ проплавить желѣзный блескъ на бѣлый чугуунъ, то къ нему необходимо прибавить нѣсколько марганцовистыхъ примѣсей (Фелоника, на остр. Эльбѣ). Встрѣчается желѣзный блескъ въ Лапландіи, гдѣ онъ образуетъ цѣлыя горы, также въ Швеціи и Германіи, но не столь большими количествами; попадаетъ онъ здѣсь или отдѣльно, или вмѣстѣ съ магнитнымъ желѣзнякомъ. Особенно замѣчательно мѣсторожденіе желѣзнаго блеска на островѣ Эльбѣ, гдѣ онъ въ кристаллахъ залегаетъ съ кварцемъ, сѣрнымъ колчеданомъ и небольшимъ количествомъ бурога желѣзняка, въ слюдяномъ сланцѣ. Богатство этой руды здѣсь неистощимо, хотя она и разрабатывается уже около двухъ сотъ лѣтъ. У насъ находится желѣзный блескъ въ Олонецкой губерніи, но не разрабатывается.

Желѣзная слюдка попадаетъ обыкновенно въ тѣхъ-же мѣстностяхъ, гдѣ и желѣзный блескъ. Весьма хорошіе образцы ея попадаются въ Хепнокъ и Блѣкфастлэй, въ Девоншейрѣ, и въ герцогствѣ Нассау.

Плотныя и землистыя отличія желѣзнаго блеска распространены несравненно болѣе. Девонская формація и каменноугольный известнякъ особенно богаты жилами и штоками этого отличія. Пластовыя мѣсторожденія его иногда имѣютъ оолитовую наружность, которая перѣдно бываетъ вызываема присутствіемъ органическихъ веществъ, напр. пожками энкринитовъ. Отдѣль-

ныя зернышки оолитовыхъ видоизмѣненій желѣзнаго блеска представляютъ видъ правильныхъ, слегка сплюснутыхъ шариковъ.

Наиболѣе обыкновенными нечистотами, сопровождающими желѣзный блескъ, должно считать кремнеземъ (въ видѣ кварца, роговика, яшмы), известъ и глину; рѣже встрѣчаются въ немъ сѣрный колчеданъ, тяжелый шпатъ и пр.

2. *Красный желѣзнякъ*. — Менѣе плотенъ, нежелл желѣзный блескъ; удѣльный вѣсъ его отъ 4.70 до 4.90. Стально-сѣраго, буро-краснаго и даже кровяно-краснаго цвѣта. Сложеніе его кристаллическое, жилковатое, листоватое, или вѣрше, скорлуповатое, а иногда и сливное. Изъ землистыхъ примѣсей красный желѣзнякъ сопровождается кварцемъ, известковымъ шпатомъ, хлоритомъ, яшмой, халцедономъ, роговикомъ, роговой обманкой, полевымъ шпатомъ, тяжелымъ шпатомъ и пр. Изъ минеральныхъ веществъ его иногда сопровождаютъ титанъ, сѣрный колчеданъ и пр.

Красный желѣзнякъ весьма распространенъ въ природѣ и составляетъ главную желѣзную руду во многихъ мѣстностяхъ Германіи и Англіи. Въ Россіи онъ встрѣчается на Уралѣ вмѣстѣ съ бурымъ желѣзнякомъ.

Бурый желѣзнякъ (*hématite brune, minéral de fer brun, limonite, Brauneisenerz, brown haematite, brown iron ore*). По составу—это есть водная желѣзная окись, близко подходящая къ формулѣ:  $2\text{Fe}^2\text{O}^3, 3\text{H}_2\text{O}$ . Въ чистомъ состояніи онъ содержитъ 59.89 проц. желѣза и 14.44 проц. воды. Подъ именемъ бурога желѣзняка разумѣютъ весьма различныя по наружному виду руды, которыя однако, по составу, всѣ представляютъ собою водную окись желѣза. Наиболѣе чистое отлічіе бурога желѣзняка, которое весьма часто изъ постороннихъ веществъ содержитъ не болѣе 0.5 до 5 проц. кремнезема, имѣетъ темно-бурый цвѣтъ, тонко-жилковатое сложеніе, и попадаетъ обыкновенно въ видѣ гроздообразныхъ, почковидныхъ и сталактитовыхъ скопленій. Это видоизмѣненіе носитъ названіе *стекловатаго бурога желѣзняка* (*brauner Glaskopf*). Большая-же часть видоизмѣненій бурога желѣзняка встрѣчается въ состояніи охряномъ или землистомъ и имѣетъ свѣтлый желтобурый цвѣтъ. Всѣ эти отлічія бурога желѣзняка, при проводѣ ими по неглазурованному фарфору, даютъ черту бурога цвѣта, чѣмъ и отличаются отъ видоизмѣненій краснаго желѣзняка, которыя въ этомъ случаѣ оставляютъ черту красную. Бурые желѣзняки вообще проплавляются легко, а потому они уже съ древнѣйшихъ временъ служили матеріаломъ для полученія желѣза. Въ особенности пригодны они для полученія тѣхъ сортовъ чугуна, которые предназначены для отливки. Мѣсторожденія бурога желѣзняка весьма распространены. Встрѣчается онъ въ нихъ и отдѣльно, и вмѣстѣ съ другими желѣзными рудами; въ этомъ послѣднемъ случаѣ онъ попадаетъ по преимуществу въ тѣхъ мѣстахъ ихъ, которыя болѣе подвергаются дѣйствіямъ атмосферы, т. е. въ обнаженныхъ мѣстахъ жплъ, штоковъ и пластовъ.

Жилковатыя отличія бурога желѣзняка встрѣчаются по преимуществу въ древнѣйшихъ породахъ (девонская формація Корнваллса), землистыя же—въ напластованіяхъ болѣе новаго происхожденія и даже самыхъ новѣйшихъ. Эти послѣднія отличія имѣютъ обыкновенно болѣе свѣтлый и даже иногда совершенно желтый цвѣтъ, содержатъ въ своемъ составѣ большее количество воды и часто называются *желтыми желѣзьяками*.

Главнѣйшія постороннія вещества, встрѣчающіяся вмѣстѣ съ бурыми желѣзьяками, суть: глина и известнякъ; содержаніе ихъ иногда бываетъ весьма значительно, такъ что даже самой рудѣ придаютъ совершенно несвойственное ей названіе глинистаго желѣзняка; въ такомъ состояніи бурый желѣзнякъ встрѣчается часто въ видѣ весьма большихъ штоковъ, а иногда и въ видѣ небольшихъ скопленій; въ этомъ послѣднемъ случаѣ руда обыкновенно имѣетъ оолитовую наружность, какъ напр. на берегахъ Мозеля, во Франціи. Величина отдѣльныхъ зеренъ руды при этомъ бываетъ равна величинѣ бобоваго зерна или величинѣ горошины. Изъ наиболѣе обыкновенныхъ примѣсей бурога желѣзняка мы должны упомянуть также кремнеземъ.

Къ этому же разряду относятся также и *болотныя*, и *озерныя* руды, названныя такъ по мѣсту ихъ нахожденія и встрѣчающіяся между прочимъ въ Швеціи, Финляндіи и у насъ въ Олонецкой губерніи. Всѣ эти отличія принадлежатъ къ самымъ новѣйшимъ геологическимъ эпохамъ и даже образуются и по настоящее время, чему доказательствомъ могутъ служить нѣкоторыя озера Швеціи. Иногда тамъ изъ озера добываютъ окончательно всю руду и чрезъ то принуждены бываютъ совершенно оставить его; черезъ сорокъ лѣтъ въ немъ снова накапливается руды столько, что добыча ея становится уже не безвыгодна. Фосфоръ есть неизбѣжный спутникъ этихъ рудъ.

Марганецъ почти постоянно сопровождаетъ всѣ отличія бурога желѣзняка, и количество его особенно значительно въ тѣхъ образцахъ, которые произошли чрезъ разложеніе марганцовистыхъ шпатоватыхъ желѣзьяковъ. Изъ содержащихъ сѣру спутниковъ бурыхъ желѣзьяковъ мы должны упомянуть тяжелый шпатель. Количество его иногда бываетъ весьма значительно; такъ напримѣръ, однажды при плавкѣ бурыхъ желѣзьяковъ на заводѣ Довлай въ Южномъ Валлисѣ, между чугуномъ и шлакомъ, при выпускѣ изъ доменной печи, образовался цѣлый, весьма значительный слой, который главнѣйше состоялъ изъ сѣрнистаго барія.

Шпатоватый желѣзнякъ (*carbonate spatique, minerai de fer spatique, Spatheisenstein, Stahlstein, Siderit, Sphärosiderit, sparry iron ore, spathic carbonate*).—По составу представляетъ безводную углекислую закись желѣза ( $\text{FeO, CO}^2$ ). Въ чистомъ состояніи содержитъ 49.275 проц. желѣза. Но до сихъ поръ ни одинъ химическій анализъ не подтвердилъ существованія этой руды въ совершенно чистомъ видѣ. Обыкновенно она содержитъ въ

себѣ углекислую закись марганца и углекислую магнезію. На этомъ основаніи Раммельсбергъ подраздѣляетъ шпатоватыя желѣзняки на четыре категоріи, а именно: 1) отъ 0 до 4 проц. закиси марганца; 2) отъ 6 до 11 проц. закиси марганца; 3) съ еще большимъ содержаніемъ закиси марганца, и 4) съ значительнымъ содержаніемъ магнезіи <sup>1)</sup>. Въ прилагаемой таблицѣ мы приводимъ нѣсколько результатовъ разложеній шпатоватаго желѣзняка, выбранныхъ изъ цѣлаго ряда анализовъ, приведенныхъ Раммельсбергомъ.

	I		II		III		IV	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Углекислота . . . . .	38.16	38.41	39.2	40.3	38.22	38.35	42.10	39.51
Закись желѣза . . . . .	60.00	53.06	53.5	45.6	43.59	36.81	44.56	51.15
Закись марганца . . . . .	—	4.20	6.5	11.7	17.87	25.31	—	1.62
Магнезія . . . . .	—	2.26	0.7	2.4	0.24	—	11.65	7.72
Известь . . . . .	1.84	1.12	—	—	0.08	—	—	—
	100.00	99.05	99.9	100.0	100.00	100.47	98.31	100.00

1. Плотный сферосидеритъ изъ Бургброля, съ Лахерскаго озера, въ Кобленцкомъ округѣ. Разложеніе Бишофа.—2. Бѣлый, кристаллическій, изъ Биберъ, близъ Ганау. Разложеніе Глассона.—3. Изъ Викъ-Дессо, въ Прицелхъ. Разлож. Бертье.—4. Изъ Аллеваръ, въ Изерскомъ д-тѣ Франціи; Бертье.—5. Сферосидеритъ въ базальтѣ, изъ Альте-Бирке, близъ Эйзерна, въ Зигенѣ; разлож. Шнабеля.—6. Эренфридерсдорфъ, въ Саксоніи; разлож. Магнуса.—7. Изъ Шаллеръ-Ербстоленъ, въ Пель (Pöhl), въ Саксоніи; разлож. Фритцше.—8. Изъ Миттербергъ, въ Тиролѣ; разлож. Куена.

Цвѣтъ чистыхъ неразложившихся кристалловъ шпатоватаго желѣзняка измѣняется отъ зеленовато-бураго до горохово-желтаго. Въ этомъ случаѣ его называютъ *бѣлой рудой* или *незрѣлымъ желѣзнымъ шпатовъ* (unreifer Eisenspath), <sup>1)</sup> въ отличіе отъ руды, нѣсколько уже разложившейся и окрашенной въ бурый цвѣтъ, которую часто называютъ также *бурою рудой*, или *зрѣлымъ желѣзнымъ шпатовъ* (reifer Eisenerz). Если шпатоватый

<sup>1)</sup> Handbuch der Mineralchemie, S. 222.

<sup>1)</sup> V. Kerl, Handb. d. metall. Hüttenkunde, Bd. III, S. 75.

железнякъ имѣетъ жидковатое сложеніе или почковидную наружную форму, то его называютъ *сферосидеритомъ*.

Шпатоватый железнякъ встрѣчается по преимуществу въ кристаллическихъ сланцахъ и въ пластахъ древнѣйшаго происхожденія; особенно изобилуетъ залежами его девонская формація, гдѣ онъ попадается гигантскими жилами и штоками. Наиболѣе богатымъ мѣсторожденіемъ его въ Европѣ должно считать Эрцбергъ, близъ Вйзенерца въ Штиріи, гдѣ онъ находится въ огромномъ количествѣ и разрабатывается съ незапамятныхъ временъ. Здѣсь шпатоватый железнякъ, залегающій въ девоцкой формаціи, нѣсколько смѣшанъ съ мѣднымъ колчеданомъ. Далѣе встрѣчается онъ также въ Штальбергѣ, близъ Мюзена въ Пруссіи, гдѣ онъ также смѣшанъ съ желѣзнымъ и мѣднымъ колчеданами, которые впрочемъ почти на чисто отдѣляются ручною разборкою. Въ Англіи онъ встрѣчается въ холмахъ Брендона и въ Ексмортѣ, въ Зомерзетшейрѣ. Богатыя залежи шпатоватаго железняка находятся также въ восточныхъ Пиринеяхъ, гдѣ онъ отличается своей необыкновенной чистотой. Встрѣчается онъ также и въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ сѣверной Россіи.

Спутниками шпатоватаго железняка обыкновенно являются бурый и красный железнякъ. Первый обыкновенно находится въ обнаженіяхъ жилъ, второй же образуетъ небольшія прожилки и попадается также отдѣльными зернами въ жилахъ шпатоватаго железняка. Изъ нечистотъ наиболѣе часто попадаетъ мѣдный колчеданъ и иногда сѣрнистый свинець.

Передъ употребленіемъ въ плавку, шпатоватые железняки обыкновенно пожигаются, при чемъ изъ нихъ выдѣляется значительная часть сѣры, такъ что остающееся небольшое количество ея, уже положительно не оказываетъ ни малѣйшаго вліянія на извлекаемые изъ этой руды чугуны и желѣзо. Не заключая въ себѣ марганца, отличающагося относительною легкоплавкостью, и при томъ, въ обожженномъ состояніи, не представляя ни малѣйшихъ затрудненій для восстановленія, руда эта въ особенности пригодна для выплавки зеркальныхъ чугуновъ.

Глинистые железняки (*minerais de fer argileux*, Thoneisenstein, *argillaceous iron ore*).—Глинистые железняки, или глинистые *сферосидериты*, подобно шпатоватымъ железнякамъ, представляютъ собою углекислую закись желѣза, но только перемѣшанную съ посторонними веществами, какъ-то: глиной, мергелемъ или пескомъ. По этому французы и англичане называютъ иногда эти руды также *нечистой углекислою закисью желѣза* (*carbonates terreux impurs de protoxyde de fer*, *impure earthy carbonate of protoxide of iron*). Название эти железняки получили отъ своего наружнаго вида. Они плотны, землистаго, рѣже зернистаго сложенія; цвѣтъ ихъ измѣняется отъ свѣтло-бураго до чернаго; часто они образуютъ совершенно плотные пласты, въ большей-же части случаевъ встрѣчаются въ

видѣ небольшихъ шаровидныхъ отдѣльностей, въ которыхъ почти постоянно можно замѣтить прожилки, выполненные или окристаллованнымъ желѣзнымъ шпатомъ, или часто и совершенно посторонними веществами. Темно-бурый и черный цвѣтъ этихъ желѣзняковъ зависитъ отъ нахождения въ нихъ углестыхъ веществъ. Если содержаніе послѣднихъ достигаетъ въ нихъ 10 проц. и болѣе, то они называются *углестыми желѣзниками* (Kohleneisenstein, *blac-band-ironstones*). Землистые вещества, сопровождающія глинистые желѣзняки суть: углекислая известь, углекислая магнезія, глина; также въ большей части случаевъ содержатъ они углекислую закись марганца, кали, фосфорную кислоту, сѣру (въ видѣ сѣрнаго колчедана), органическія вещества и химически-соединенную воду.

Руды эти представляютъ собой весьма важный матеріалъ для выплавки чугуна, который бываетъ одинаково пригоденъ и для отливокъ и для переплава въ сортовое желѣзо.

Встрѣчаются онѣ по преимуществу въ каменноугольной формациі, а также и въ юрскихъ глинахъ, и по причинѣ ихъ нахождения совмѣстно съ горючимъ матеріаломъ, онѣ имѣютъ весьма важное вліяніе на дешевизну извлекаемаго изъ нихъ желѣза. Къ наиболѣе замѣчательнымъ мѣсторожденіямъ глинистаго желѣзняка должно отнести каменноугольную формацию Йоркшейра, Дербишейра, Варвикшейра, сѣверн. и южн. Стафордшейра; лиассовую формацию на берегахъ острова Вейта (Wight).

Глинистый сланецъ, который въ большей части случаевъ сопровождается глинистыми желѣзниками, обыкновенно бываетъ весьма плотно соединенъ съ ними; но, будучи подвергнутъ дѣйствию атмосферы, становится рыхлѣе и наконецъ отдѣляется или самъ собою или при посредствѣ легкаго удара. По этому необходимо бываетъ, прежде чѣмъ пускать глинистые желѣзняки въ плавку, подвергать ихъ возможно продолжительному дѣйствию воздуха. Время, необходимое для лежанія этихъ рудъ на воздухъ, весьма различно, сообразно съ свойствами руды; въ Южномъ-Валлисѣ, наиримѣръ, гдѣ плотность глинистаго сланца вызываетъ многократныя жалобы, руды эти оставляются на воздухѣ долѣе года.

Люди, занимающіеся каменноугольною разработкою, вообще должны сколько возможно внимательнѣе осматривать породы своихъ мѣсторожденій. Нерѣдко случалось, что на такихъ разработкахъ бросались въ отвалъ, какъ совершенно негодныя, такія вещества, которые впоследствии оказывались весьма хорошею желѣзною рудою. Примѣромъ можетъ служить желѣзнякъ изъ Мертиръ-Тейдвилля (Merthyr-Tydvil), встрѣчающійся тамъ вмѣстѣ съ каменнымъ углемъ и извѣстный подъ именемъ *Duffryn-Brass* <sup>1)</sup>. Всего нѣсколько лѣтъ

<sup>1)</sup> Brass—обозначаетъ собственно латунь, но это слово часто употребляется также заводчиками и для названій желѣзныхъ рудъ.



тому назадъ узнали, что это за вещество: оно тяжело, каменисто, буро-сѣраго цвѣта и въ настоящее время продается по 14 миллионовъ за тошну, т. е. по 7<sup>3</sup>/<sub>4</sub> коп. за пудъ. Риллей, изслѣдуя одинъ образецъ этой руды, нашелъ для нея слѣдующій составъ:

Углекислой закиси желѣза . . . . .	58.48
Углекислой закиси марганца . . . . .	0.71
Углекислой извести . . . . .	10.68
Углекислой магнезін . . . . .	21.90
Фосфорнокислой извести . . . . .	0.09
Сѣрнаго колчедана . . . . .	0.09
Угля . . . . .	8.95
	<hr/>
	100.90

Другой подобный примѣръ можно видѣть на шотландскомъ углестомъ желѣзнякѣ (*black-band*), который въ настоящее время служитъ главнѣйшимъ матеріаломъ для тамошней распространенной желѣзной промышленности и продукты обработки котораго разсылаются оттуда чуть ни во все страны. Первые составъ и достоинства этой руды были надлежащимъ образомъ оцѣнены лишь въ 1800 году Мушетомъ, которому вообще мы обязаны драгоценными матеріалами для исторіи открытія и развитія желѣзной промышленности Великобританіи. Кромѣ того Мушетъ произвелъ весьма важныя и многочисленныя изслѣдованія касательно добычи и обработки желѣза, и все эти изслѣдованія могутъ вызвать только самую искреннюю благодарность съ нашей стороны.

На международной выставкѣ въ Лондонѣ, въ 1851 году, образцы руды этой обратили на себя вниманіе прусскихъ заводовладѣльцевъ, которые въ самомъ непродолжительномъ времени послѣ того нашли совершенно подобную же руду въ Вестфалии. Тамъ руда эта бросалась передъ тѣмъ просто въ отвалы и на нее смотрѣли какъ на пустую породу, не имѣющую никакой цѣнности.

Главнѣйшія нечистоты, встрѣчающіяся въ глинистыхъ желѣзнякахъ, суть: фосфорнокислая известь, содержаніе которой въ нѣкоторыхъ образцахъ доходитъ до 40 проц. (Вестфалія), такъ что руда эта является превосходнымъ матеріаломъ для удобренія; сѣрный колчеданъ, рѣже мѣдный колчеданъ, цинковая обманка, свинцовый блескъ, никкелевый колчеданъ (миллеритъ) и желѣзный купоросъ. Цинковая обманка выполняетъ обыкновенно собою трещинки въ гнѣздахъ глинистаго желѣзняка. Никкелевый же колчеданъ попадаетъ весьма рѣдко, напр. въ Мертиръ-Тѣйвилъ, Блэйна (Blaina), и нѣкоторыхъ другихъ мѣсторожденіяхъ.

Кремнеземистые желѣзняки (*minerais siliciés de fer*, Kieseleisenstein, *siliceous iron-ore*). — Собственно такой рудой можно назвать только минералъ *шамоазитъ*, составъ котораго соотвѣтствуетъ формулѣ: 2 (3 Fe O,

$\text{SiO}^3) + 6 \text{FeO}, \text{Al}^2\text{O}^3 + 12 \text{HO}$ . Онъ содержитъ 49 проц. желѣза и обрабатывается въ Ардонѣ <sup>1)</sup>. Другіе минералы, содержащіе кремнекислую закись, или рѣжѣ кремнекислую окись желѣза, употребляются въ большей части случаевъ какъ примѣси, при чемъ, само собою разумѣется, изъ нихъ также извлекается и въ нихъ заключенное желѣзо. Иногда кремнекислая закись встрѣчается въ смѣси съ другими желѣзными рудами, какъ напр. въ шпатоватыхъ желѣзнякахъ Юришейра, которымъ она даже сообщаетъ и зеленый цвѣтъ.

Что касается кремнекислыхъ соединений желѣза, негусуственно получаемыхъ при многихъ металлургическихъ операціяхъ, то объ нихъ будетъ говорено ниже.

## МѢСТОРОЖДЕНІЯ ЖЕЛѢЗНЫХЪ РУДЪ ВЪ РОССИИ

Главнѣйшія мѣсторожденія желѣзныхъ рудъ въ Россіи находятся въ слѣдующихъ мѣстностяхъ: 1) въ округахъ и заводахъ, подвѣдомственныхъ Уральскому Горному правленію, т. е. въ губерніяхъ: Пермской, Оренбургской, Вятской и Вологодской; 2) въ губерніяхъ: Владимірской, Рязанской, Тамбовской, Орловской и пр.; 3) въ Луганскомъ горномъ округѣ; 4) въ Олонецкой губерніи; 5) въ Великомъ Княжествѣ Финляндскомъ; 6) въ Алтайскомъ горномъ округѣ, и 7) въ Восточной Сибири.

Мы укажемъ здѣсь въ общихъ чертахъ на главнѣйшія изъ нихъ.

### Желѣзныя руды Уральского хребта.

Различныя видоизмѣненія желѣзныхъ рудъ встрѣчаются здѣсь какъ въ самомъ хребтѣ, такъ и на обоихъ его отклонахъ. Въ большомъ видѣ подвергаются здѣсь обработкѣ два отличія желѣзныхъ рудъ: магнитный желѣзнякъ и бурый желѣзнякъ. Кромѣ того добывается здѣсь также и хромистый желѣзнякъ.

<sup>1)</sup> Kerl, Handb. Bd. III; S. 80

<sup>1</sup> Матеріалами при составленіи этой статьи служили: *Характеръ рудоносности и современное положеніе горнаго дѣла на Уралѣ*, Антипова, «Горн. Журн.» 1860 г. № 1, стр. 15; *Замѣтки о мѣсторожденіяхъ желѣзныхъ рудъ въ горнозаводскихъ дачахъ хребта Уральского Еремѣева*, «Горн. Журн.» 1859 г. № 5, стр. 313; *О мѣсторожденіяхъ желѣзныхъ рудъ въ окрестностяхъ вновь строящагося въ Бахмутскомъ уездѣ чугуно-плавильнаго завода, Сапальскаго*, «Горн. Журн.» 1860, № 6 стр. 471; *Химическое испытаніе рудъ и известковова флюса, назначеннаго для доменнаго дѣйствія на вновь устроишагося въ Бахмутскомъ уездѣ чугуно-плавильномъ заводѣ*, Иванова, «Горн. Журн.» 1861, № 7, стр. 1; *Геоматическое изслѣдованіе Олонецкаго горнаго округа*, Гельмерсена, 1860, № 12, стр. 517.

Магнитный желѣзнякъ. — На всемъ протяженіи Уральскаго хребта, отъ самыхъ сѣверныхъ его предѣловъ до южной оконечности, скрывающейся въ Киргизской степи, магнитный желѣзнякъ проявляется весьма часто, образуя различнаго рода скопленія въ видѣ штоковъ, гнѣздообразныхъ жилъ, прожилковъ, или встрѣчается иногда такъ мелко вкрапленнымъ въ породѣ, что присутствіе его можно узнать только съ помощью увеличительнаго стекла, или догадаться объ немъ лишь по значительному вѣсу породы, которая съ перваго взгляда можетъ показаться пустою. Большою частью встрѣчается онъ здѣсь въ породахъ роговообманковыхъ и полевошпатовыхъ, каковы: авгитъ, авгитовый порфиръ, діоритъ, діоритовый порфиръ и полевошпатовый порфиръ; рѣдко попадается онъ въ сланцахъ; въ южной части Урала можно найти его въ змѣвикахъ. На всемъ протяженіи магнитный желѣзнякъ занимаетъ большою частью середину Уральскаго хребта и восточный его отклонъ, близъ главной оси Урала, очень рѣдко переходя на западную его сторону, какъ напр. въ Южномъ Уралѣ. Въ южной оконечности Уральскаго хребта, признаки магнитнаго желѣзняка являются болѣе разбитыми, нежели въ сѣверной его части, гдѣ проявленія его большими массами въ горахъ Качканарѣ, Благодати и Высокой, слѣдуютъ почти по одной линіи, согласной съ направлениемъ главной оси Уральскаго хребта. Замѣчательную особенность въ мѣсторожденіяхъ уральскаго магнитнаго желѣзняка составляетъ отсутствіе въ нихъ желѣзнаго блеска, этой обыкновенной примѣси шведскихъ и финляндскихъ магнитныхъ желѣзняковъ.

Изъ числа болѣе извѣстныхъ, самыхъ сѣверныхъ, проявленій магнитнаго желѣзняка, мы можемъ указать здѣсь на слѣдующіе рудники казеннаго Богословскаго округа: 1) *Ольгинскій*, находящійся въ окрестностяхъ Турьинскихъ мѣдныхъ рудниковъ. Магнитный желѣзнякъ здѣсь перемѣшанъ съ бурымъ желѣзнякомъ и заключаетъ въ себѣ признаки мѣдной зелени. 2) *Покровскій рудникъ*, находящійся въ дачѣ Петропавловскаго завода; здѣсь также встрѣчаются признаки мѣдной зелени. 3) *Преображенскій рудникъ*, въ 4 верстахъ къ сѣверозападу отъ Николаенавдинскаго завода. Руда встрѣчается здѣсь въ діоритовыхъ породахъ. 4) *Магдалинскій рудникъ*, въ 42 верстахъ на юго-западъ отъ Павдинскаго завода, замѣчательный тѣмъ, что руда находится тамъ въ тальковыхъ сланцахъ. 5) *Кормовищенскій рудникъ* и 6) *Гусевскій рудникъ*. По большей части магнитный желѣзнякъ въ этихъ мѣсторожденіяхъ встрѣчается съ бурымъ желѣзнякомъ.

Кромѣ того и во многихъ другихъ пунктахъ Богословскаго округа, на восточномъ отклонѣ уральскаго хребта и не въ дальнемъ разстояніи отъ его оси, поисковыми золотоискательными партіями были находимы признаки магнитнаго желѣзняка.

Южнѣе Богословскихъ заводовъ, къ сѣверо-западу отъ Нижне-туринскаго

завода находится гора *Качканаръ* или *Касканаръ*; сѣверный склонъ ея принадлежитъ Гороблагодатскому округу, а южный—дачамъ Тагильскихъ заводовъ. По измѣренію Мурчисона, гора эта имѣетъ 2942 фута высоты. Подробныхъ изслѣдованій горы Качканаръ еще нѣтъ. Нижніе отклоненія ея, какъ должно полагать по отдѣльнымъ кускамъ, состоятъ изъ діорита; настоящихъ обнаженій этой породы однако не видно подъ густою растительностью и наносами. Верхніе отклоненія состоятъ изъ плотнаго діорита и діоритоваго порфира, самую-же вершину горы составляютъ авгитъ и авгитовый порфиръ, которые во множествѣ прорѣзываются жилами чистаго магнитнаго желѣзняка, толщиной отъ 2 до 15 дюймовъ. Этотъ желѣзнякъ отличается весьма сильными магнитами.

Въ 50 верстахъ, по прямой линіи на юго-востокъ отъ Качканара лежитъ гора *Благодать*. Она лежитъ въ двухъ верстахъ на востокъ отъ Кушвинскаго завода и, при простираніи своемъ отъ С. къ Ю. около двухъ верстъ, имѣетъ, по измѣренію Гр. П. Гельмерсена, высоту 1260 парижскихъ футовъ надъ уровнемъ моря. Главную массу горы Благодати составляютъ авгитовый и полевошпатовый порфиры, между которыми въ особенности распространено отличіе зеленовато-сѣраго полеваго шпата, съ вросшими въ него травянозелеными кристаллами авгита. Порфиroidное сложеніе этой породы (ясность кристалловъ) увеличивается съ приближеніемъ къ подошвѣ горы. По западному отклоненію горы Благодати, магнитнаго желѣзняка до сихъ поръ еще не встрѣчено, а извѣстныя штокообразныя массы и жилы его идутъ по восточной сторонѣ горы, согласно съ направленіемъ ея отъ С. къ Ю. Во многихъ мѣстахъ горы Благодати магнитный желѣзнякъ является совершенно перемѣшаннымъ съ массой полевошпатоваго порфира, такъ что можно видѣть иногда постепенные переходы то въ ту, то въ другую породы. Наибольшія скопленія находятся въ серединѣ восточнаго отклопа горы, а къ С. и Ю. отъ нихъ идутъ продолженія въ видѣ жилъ, достигающихъ до 3-хъ сажень толщины.

При бѣгломъ осмотрѣ Благодати кажется, что магнитный желѣзнякъ имѣетъ во всѣхъ частяхъ ея одинаковое мелкозернистое сложеніе и стально-черный цвѣтъ; но при болѣе внимательномъ наблюденіи оказывается противное. Въ верхнихъ частяхъ горы магнитный желѣзнякъ вообще мягче и какъ будто крупозернистѣе, а на самой вершинѣ, болѣею частью, руда эта является до того рыхлою и вывѣтрѣлою, что разсыпается въ мелкій порошокъ. Съ углубленіемъ въ низшіе горизонты мѣсторожденія, магнитный желѣзнякъ имѣетъ мельче зерно и большую твердость; наконецъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ работами достигли наибольшей глубины, магнитный желѣзнякъ образуетъ плотную, нераздѣльную и чрезвычайно мелкозернистую массу, проникнутую листочками бурой слюды и кристаллами краснаго полеваго шпата. Что ка-

сается до послѣднихъ минераловъ, то они, въ большемъ или меньшемъ количествѣ, встрѣчаются въ рудной массѣ на всѣхъ горизонтахъ горы. Настоящіе кристаллы магнитнаго желѣзняка здѣсь чрезвычайно рѣдки, хотя и встрѣчаются въ трещинахъ и небольшихъ пустотахъ плотной его массы. Изъ числа постороннихъ минераловъ на Благодати попадаются сѣрный колчеданъ, входящій нерѣдко въ массу самой руды, известковый шпатъ, апальсимъ и пр.

Разрабатываемая часть горы Благодать раздѣляется на нѣсколько разпосовъ или ямъ. Ихъ считаютъ здѣсь одиннадцать и каждую изъ нихъ обозначаютъ отдѣльнымъ номеромъ. Первые семь номеровъ расположены въ главномъ скопленіи магнитнаго желѣзняка, въ среднѣмъ восточнаго отклоня; № 8 составляетъ южное продолженіе главнаго штока въ видѣ жилы до 3 сажень толщиною, а № 9—подобное-же продолженіе къ сѣверу, толщиною около 2½ сажень. № 10 и 11 расположены не въ коренномъ мѣсторожденіи горы Благодати, но у восточнаго подножія горы, гдѣ въ поверхностномъ слоѣ красныхъ мяшиковатыхъ глинъ находится валуны магнитнаго желѣзняка, отторженные отъ главнаго мѣсторожденія. Валуны эти иногда достигаютъ до нѣсколькихъ пудовъ вѣсомъ. Въ настоящее время многіе изъ только что приведенныхъ номеровъ оставлены, и разрабатываются только четыре, а именно №№ 2, 8, 9 и 11. По изслѣдованію К. И. Лисенко <sup>1)</sup>, составъ руды изъ этихъ мѣстностей слѣдующій :

	№ 2	№ 8	№ 9	№ 11
Кремнезема . . . . .	6.06	4.99	6.76	1.35
Глинозема . . . . .	1.26	0.96	1.52	1.20
Титановой кислоты . . . . .	0.48	0.23	0.36	0.25
Извести . . . . .	0.52	0.63	слѣды	—
Сѣрнаго колчедана . . . . .	0.60	—	—	—
Закисъ съ окисью марганца (Mn <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ). . . . .	7.35	10.21	1.90	2.31
Закисъ желѣза . . . . .	25.25	24.43	27.16	28.78
Окислъ желѣза . . . . .	57.33	56.80	60.59	63.96
Воды . . . . .	0.91	1.00	1.63	1.40
	99.76	99.25	99.72	99.25

Добыча руды производится здѣсь порохострѣльною работою, исключая

<sup>1)</sup> Горн. Журн., 1859, № 11, стр. 305.

№ 11, гдѣ заключенные въ глиниѣ валуны отдѣляются отъ нея просто руками.

Кромѣ горы Благодати въ этомъ-же округѣ присутствіе магнитнаго желѣзняка замѣчено въ Малоблагодатскомъ и Валуевскомъ рудникахъ, а также и въ Синей горѣ, въ 7 верстахъ отъ Баранчинскаго завода; по мѣсторожденія эти почти вовсе не изслѣдованы и не разрабатываются.

Въ 50 верстахъ къ юго-востоку отъ Благодати, на восточномъ-же склонѣ Уральскаго хребта, въ округѣ Нижне-Тагильскихъ заводовъ, находится гора Высокая. Она образуетъ весьма небольшую возвышенность, простирающуюся отъ С. къ Ю. Ее скорѣе можно назвать пологою, нежели крутою, и наибольшая высота ея, какъ полагаютъ, 40 сажень надъ уровнемъ заводскаго пруда.

Гора Высокая состоитъ изъ діорита, прошедшаго черезъ верхне-силурийскіе пласты, въ которомъ магнитный желѣзнякъ, точно также какъ и въ горѣ Благодать, образуетъ гнѣзда, жилы и различныя скопленія. Содержаніе въ немъ желѣза доходитъ до 70 проц. Сложеніе Высокогорскаго магнитнаго желѣзняка большею частью сплошное, цвѣтъ его чаще темносѣрый, рѣдко стальносѣрый; онъ очень твердъ и вязокъ. Огромныя глыбы магнитнаго желѣзняка бывають разбиты многочисленными трещинами, идущими по разнымъ направленіямъ. Рѣдко въ сплошныхъ массахъ желѣзняка проходятъ еще тонкія, но прямыя жилки такого-же магнитнаго желѣзняка, по только несравненно большей твердости.

Кромѣ плотнаго и зернистаго сложенія, магнитный желѣзнякъ рѣдко является здѣсь и въ видѣ отдѣльныхъ мелкихъ зеренъ (магнитнаго песка), неправильнаго вида; но между ними попадаются очень часто и прекрасныя кристаллы (правильныя октаэдры), которые впрочемъ можно отличить только помощью луны.

Магнитный желѣзнякъ Высокой горы замѣчателенъ своей чистотою и добротностью: въ немъ нѣтъ, какъ въ Гороблагодатскомъ желѣзнякѣ, постороннихъ и часто вредныхъ примѣсей другихъ породъ, которыя, будучи разѣяны по всей массѣ желѣзняка, оказываютъ весьма вредное вліяніе какъ на плавку рудъ, такъ и на всѣ послѣдующія операціи. Но, говоря о столь высокихъ качествахъ этого желѣзняка, мы считаемъ обязанностию упомянуть и о сопровождающей его пустой породѣ—діоритѣ, содѣйствіе котораго въ этомъ случаѣ хотя и побочное, но тѣмъ не менѣе заслуживаетъ вниманія. Сравнивая Гороблагодатское и Высокогорское мѣсторожденія между собой и отношенія пустыхъ породъ этихъ мѣсторожденій къ руднымъ массамъ, въ нихъ заключающимся, нельзя не замѣтить, что способность разрушенія отъ вліянія атмосферы Высокогорскаго діорита, въ сравненіи съ авгитовымъ порфиромъ горы Благодати, несравненно значительнѣе. Высокогорскій діоритъ въ самое короткое

время превращается въ красную, иногда оранжевую глину, <sup>1)</sup> а это обстоятельство необходимо должно было имѣть огромное вліяніе на постепенное освобожденіе магнитнаго желѣзняка отъ пустой породы, или, такъ сказать, на естественное очищеніе руды продолжительнымъ дѣйствіемъ естественныхъ дѣятелей. вмѣстѣ съ пустой породой и самый желѣзнякъ подвергается поверхностному разрушенію, что подтверждается находженіемъ надъ нимъ, въ верхнихъ слояхъ, красныхъ желѣзистыхъ глинъ и различной величины гнѣзды бурого желѣзняка, очевидно образовавшагося изъ общаго кореннаго мѣсторожденія.

Для испытанія количества магнитнаго желѣзняка въ Высокогорскомъ мѣсторожденіи, пробовали опускать одну буровую скважину въ участкѣ Тагильскихъ заводовъ. Развѣдкой этой достигли глубины 12 сажень, при чемъ замѣтили, что какъ свойства, такъ и качества магнитнаго желѣзняка нисколько не отлпаются отъ разрабатывающагося въ настоящее время, и такъ какъ, по причинѣ плотности руды, стали дѣлаться безпрестанныя поломки буроваго инструмента, то и принуждены были прекратить дальнѣйшія изслѣдованія.

Къ числу постороннихъ примѣсей, весьма однако рѣдко встрѣчающихся въ высокогорскомъ магнитномъ желѣзнякѣ, должно отнести: желѣзный и мѣдный колчеданы, мѣдную зелень, лучистый малахитъ, талькъ, хлоритъ и листочки бурой слюды.

Разработка высокогорскаго мѣсторожденія производится открытымъ разномъ. Руда здѣсь залегаетъ въ пустой породѣ на глубинѣ отъ 2 аршинъ до 2 сажень. Ее добываютъ почвоуступною работою, при чемъ каждый уступъ имѣетъ 1 сажень высоты и 2 сажени ширины; нѣкоторые изъ нихъ бываютъ и уже. Въ нижнемъ уступѣ проведено много горизонтальныхъ выработокъ, укрѣпленныхъ деревомъ. Самая добыча руды производится различно, смотря по свойствамъ магнитнаго желѣзняка и образу находенія его въ пустой породѣ. Первые, нижніе уступы состоятъ изъ сплошнаго магнитнаго желѣзняка большой твердости, а потому добыча его производится исключительно порохоустрѣбною работою. Въ слѣдующихъ, высшихъ уступахъ, желѣзнякъ становится мягче, залегаетъ въ глинахъ, происшедшихъ отъ разрушенія діорита, и добывается просто кайлами. Въ верхнихъ-же уступахъ, гдѣ магнитный желѣзнякъ лежитъ уже небольшими кусками въ мягкихъ гли-

<sup>1)</sup> Какъ примѣръ быстрой разрушаемости высокогорскаго діорита, П. В. Еремьевъ приводитъ фактъ, что ему пришлось, при осмотрѣ Высокой, видѣть одно обнаженіе, въ которомъ лежала желто-красная глина, но которое, по словамъ смотрителя тамошняго рудника, не болѣе трехъ лѣтъ передъ тѣмъ представляло собой чистый, плотный діоритъ (См. Горн. Журн., 1859, № 5, стр. 322).

нахъ и отчасти перешель въ бурый желѣзнякъ, руда добывается просто лопатами.

Кромѣ горы Высокой, еще во многихъ мѣстностяхъ Тагильскаго округа найдены признаки магнитнаго желѣзняка, но только мѣсторожденія эти совершенно еще не изслѣдованы.

Южнѣе Тагильскаго округа есть мѣсторожденіе магнитнаго желѣзняка въ Невьянскихъ заводахъ, въ Шумихинскомъ рудникѣ, въ которомъ прежде добывались бурые желѣзняки. Магнитный желѣзнякъ образуетъ здѣсь, судя по рассказамъ, штокъ въ діоритѣ. Содержаніе въ немъ желѣза 56 проц. Подробныхъ изслѣдованій ему еще не сдѣлано.

Самое южное изъ числа значительныхъ мѣсторожденій магнитнаго желѣзняка составляетъ гора *Магнитная*, находящаяся въ Верхне-Уральскомъ уѣздѣ Оренбургскаго края, въ 8 верстахъ къ сѣверо-востоку отъ крѣпости Магнитной, близь рѣки Урала. Гора эта представляетъ весьма обильное мѣсторожденіе. Магнитный желѣзнякъ здѣсь образуетъ большую жилу, идущую въ полевошпатовыхъ и діоритовомъ порфирахъ. Содержаніе металла въ этомъ желѣзнякѣ отъ 60 до 70 проц.

Южнѣе Магнитной горы магнитный желѣзнякъ въ Уральскомъ хребтѣ не разрабатывается, хотя признаки его и находятъ во многихъ мѣстахъ и большею частью въ породахъ змѣвиковыхъ, какъ на примѣръ въ Губерлинскихъ горахъ Южнаго Урала, по системѣ рѣчки большой Губерли, гдѣ онъ представляетъ нѣсколько пересѣкающихся между собою жилъ, идущихъ въ змѣвикѣ, а также и на новой линіи, на восточномъ отклонѣ Южнаго Урала близь р. Амамбой, на западъ отъ Полоцкой станицы. Въ этой послѣдней мѣстности, магнитный желѣзнякъ такъ тѣсно связанъ съ змѣвикомъ, что простымъ глазомъ замѣченъ быть не можетъ, но порода оказываетъ большое дѣйствіе на магнитную стрѣлку, и даже на противоположныхъ концахъ каждаго обломка ся обнаруживаются сѣверный и южный полюсы.

Хромистый желѣзнякъ.—Признаки хромистаго желѣзняка встрѣчаются на всемъ протяженіи Уральского хребта, начиная съ округа Богословскихъ заводовъ и до Губерлинскихъ горъ, составляющихъ самую южную оконечность Уральского хребта. До сихъ поръ на всемъ этомъ протяженіи неизвѣстно еще большихъ мѣсторожденій хромистаго желѣзняка, но онъ образуетъ маленькія гнѣзда и небольшія жилы, большею частью въ змѣвиковыхъ породахъ. Въ западномъ склонѣ горы Качканаръ, хромистый желѣзнякъ встрѣчается плотными массами чернозеленаго цвѣта, въ трещинахъ которыхъ попадается минералъ *усаровитъ*. Близъ озера Аушкулъ, въ южномъ Уралѣ, онъ встрѣчается мелкими зернами, вмѣстѣ съ магнитнымъ желѣзнякомъ, и находится вкрапленнымъ въ змѣвиковыхъ породахъ. Въ діорито-



выхъ толщахъ по берегамъ р. Туры, версты три или четыре ниже Верхне-Туринскаго завода, попадаются небольшія звѣзды хромистаго желѣзняка. Кромѣ коренныхъ мѣсторожденій, хромистый желѣзнякъ можно найти во всѣхъ уральскихъ золотыхъ и платиновыхъ россыпяхъ, въ особенности-же въ Нижне-Тагильскомъ округѣ, гдѣ онъ часто попадаетъ въкрапленнымъ въ амфиболъ, что замѣтно по небольшимъ кусочкамъ послѣдняго, остающимся часто послѣ промывки платиновыхъ россыпей.

Красный желѣзнякъ. — Руда эта разрабатывается на Уралѣ въ двухъ мѣсторожденіяхъ, находящихся на западномъ отклонѣ Средняго Урала, въ заводскихъ дачахъ княгини Бутера и князей Голицыныхъ: въ рудникахъ *Исаковскомъ*, въ 22 верстахъ отъ Кусьа-Александровскаго завода, и въ *Койвокуртымскомъ*, въ 28 верстахъ отъ Лысвицкаго завода. Руда залегаетъ между слоями известняковъ каменноугольной формаци. Красный желѣзнякъ попадаетъ валунами различной величины, лежащими въ красной желѣзистой глинѣ. Руда эта превосходныхъ качествъ и содержитъ, по разложению, во 100 частяхъ:

Окиси желѣза . . . . .	91.8, соответствующее 64 проц. желѣза.
Кремнезема . . . . .	5.2
Глинозема . . . . .	0.8
Воды . . . . .	2.6

100.4

Бурый желѣзнякъ. — Хотя бурый желѣзнякъ и не образуетъ такихъ огромныхъ скопленій на извѣстномъ пространствѣ, какія свойственны мѣсторожденіямъ уральскаго магнитнаго желѣзняка, за-то разныя видоизмѣненія его можно встрѣтить почти на всѣхъ широтахъ и долготахъ обохъ склоновъ Уральскаго хребта. Отличаясь кромѣ того прекрасными качествами и легкоплавкостью, бурый желѣзнякъ представляетъ собою весьма хорошій матеріалъ, на много лѣтъ обезпечивающій собою уральское желѣзное производство.

Встрѣчается бурый желѣзнякъ на Уралѣ и въ породахъ огненныхъ, и метаморфическихъ и осадочныхъ. Въ огненныхъ породахъ присутствіе бурыхъ желѣзняковъ совмѣстно съ проявленіемъ магнитнаго желѣзняка, какъ напримѣръ въ Гороблагодатскомъ, Высокогорскомъ и др. мѣсторожденіяхъ. Здѣсь бурый желѣзнякъ представляетъ собою продуктъ разрушенія магнитнаго желѣзняка и встрѣчается на поверхности въ разрушенныхъ авгитовыхъ и діоритовыхъ порфирахъ, часто перешедшихъ въ красную глину; съ углубленіемъ этотъ бурый желѣзнякъ переходитъ въ магнитный. Такихъ мѣсторожденій бураго желѣзняка однако немного.

Мѣсторожденія бурыхъ желѣзняковъ въ породахъ метаморфическихъ и

осадочныхъ, по древности ихъ происхожденія, могутъ быть раздѣлены на четыре разряда:

1. Бурые желѣзняки, находящіеся въ метаморфическихъ сланцахъ: тальковомъ, глинистомъ, слюдяномъ и хлоритовомъ.

2. Бурые желѣзняки, заключающіеся въ пластахъ древнихъ осадочныхъ породъ, преимущественно западнаго отклона южнаго Урала, лежащихъ на метаморфическихъ сланцахъ и состоящихъ изъ перемежающихся слоевъ сѣрыхъ песчаниковъ, переходящихъ въ кварциты, глинистыхъ и тальковыхъ сланцевъ и небольшихъ подчиненныхъ пропластковъ известняка.

3. Бурые желѣзняки, встрѣчающіеся между известняками каменноугольной почвы, по восточному открену Уральскаго хребта.

4. Пласты бурога желѣзняка, лежащіе между сѣрыми песчаниками, глинистыми сланцами и сланцеватыми глинами, по западному открену сѣверной и средней части Уральскаго хребта.

Мѣсторожденія перваго разряда большею частью расположены въ той полсѣ метаморфическихъ сланцевъ, которая идетъ почти по самому водораздѣлу Уральскаго хребта. Этотъ разрядъ мѣсторожденій занимаетъ собой не котловины и углубленія въ кристаллическихъ сланцахъ, но напротивъ, здѣсь бурые желѣзняки сами участвуютъ въ строеніи ихъ, залегающія почти всегда параллельно слоеватости породъ, и образуютъ гнѣзда, штоки и пропластки, часто измѣняющіеся въ своемъ протяженіи и толщинѣ. Изъ числа этихъ мѣсторожденій, для примѣра, можно указать на слѣдующіе рудники: *Березовскій*, *Проконьевскій* и *Гаревознесенскій*—въ дачахъ княгини Бутера-Радали; *Старо-Полдневскій*,—*Парасковьянскій* и *Березовскій*—въ дачахъ Сысертскихъ заводовъ; *Орловскій*,—*Верхне*—и *Нижне-Кысканскіе*, *Тельминскій* и друг.—въ округѣ Златоустовскихъ заводовъ; *Балакинскій*—въ Гороблагодатскомъ округѣ и проч.

Ко второму разряду мѣсторожденій бурога желѣзняка надобно отнести тѣ, которыя преимущественно находятся на западномъ откренѣ южной части Уральскаго хребта и лежатъ между пластами древнихъ, сѣровато-желтыхъ песчаниковъ, перемежающихся съ глинистыми и тальковыми сланцами и заключающими въ себѣ слѣды кварцита и подчиненные пропластки известняковъ. Для примѣра рудниковъ, относящихся къ этому разряду мѣсторожденій, можно упомянуть слѣдующіе: *Бакальскій*—въ Златоустовскомъ округѣ, въ 22 верстахъ отъ Саткинскаго завода, рудники, расположенные въ горахъ Шуйдѣ, Баландихѣ и Ирѣ-Кысканѣ (иначе Буланской), и почти всѣ желѣзные рудники заводовъ Авзяно-Петровскаго, Кагинскаго и Узьнскаго.

Вершины только что поименованныхъ горъ, или, правильнѣе, небольшихъ хребтовъ: Шуйды, Баландихи и Ирѣ-Кыскана или Буланской горы, состоятъ изъ крутыхъ, часто отвѣсныхъ гребней кварцитовъ, какъ породъ, мало до-

ступныхъ для разрушенія, а отклонны ихъ заключаютъ обильныя мѣсторожденія бурыхъ желѣзняковъ, поверхностные выходы которыхъ, въ видѣ различнаго рода гнѣздъ, штоковъ и пластовъ, большею частью разрушились и въ настоящее время составляютъ предметъ добычи расположенныхъ тамъ рудниковъ: въ горѣ Шуйдѣ—*Успенскаго*, въ Баландахъ—*Баландинскаго*, и въ Ирѣ-Кысканѣ—*Верхне-Буланскихъ*, *Ивановскихъ*, *Тяжелыхъ*, *Охрянныхъ*, *Александровскаго* и *Эсперовскаго*. Хотя въ нѣкоторыхъ изъ этихъ мѣсторожденій бурые желѣзняки и образуютъ большія гнѣзда, взятыя сами по себѣ отдѣльно, имѣющія неправильную форму, но общее распредѣленіе ихъ всегда остается подобно бурымъ желѣзнякамъ перваго разряда, неизмѣнно согласнымъ съ положеніемъ породъ, ихъ заключающихъ. Этому разряду мѣсторожденій бурога желѣзняка болѣе другихъ свойственно заключать въ себѣ присутствіе постороннихъ примѣсей, къ числу которыхъ относятся: 1) *марганецъ* въ видѣ окисловъ. Иногда онъ окрашиваетъ бурые желѣзняки въ черный цвѣтъ. 2) *Желѣзный блескъ*, встрѣчающійся гнѣздами и небольшими прожилками въ бурыхъ желѣзникахъ, какъ напр. въ Охряномъ рудникѣ. 3) *Желѣзный колчеданъ* попадаетъ небольшими гнѣздами почти во всѣхъ изъ поименованныхъ рудниковъ. 4) *Свинцовый блескъ* находимъ былъ въ Верхне-Буланскомъ рудникѣ въ пустотахъ бурога желѣзняка, наполненныхъ желѣзною охрой. 5) *Известковый капельникъ* и *натекъ* часто попадаетъ въ пустотахъ бурога желѣзняка, но по красотѣ своей особенно замѣчательнъ въ Верхне-Буланскомъ рудникѣ.

Къ третьему разряду относятся бурые желѣзняки, которые лежатъ по восточному отклону Уральскаго хребта, между известняками, принадлежащими къ камешноугольной почвѣ. Къ подобнымъ мѣсторожденіямъ относятся рудники Каменскаго завода Екатеринбургскаго округа: *Разулевскій*, *Мартюшевскій*,—*Закаменный* и другіе, а также рудники Аланаевскихъ заводовъ: *Сухоложскій*,—*Зырянскій*,—*Вогульскій*,—*Талицкій* и др. Бурые желѣзняки встрѣчаются въ известнякахъ, образуя гнѣзда и даже штоки, окруженные съ поверхности довольно твердымъ конгломератомъ, который рабочіе называютъ *кожухомъ*. Онъ состоитъ изъ обломковъ различныхъ породъ, связанныхъ между собой желѣзистымъ цементомъ. Весьма незначительная глубина этихъ рудниковъ, въ которыхъ бурый желѣзнякъ находится большею частью въ породахъ разрушенныхъ, болѣе въ глинахъ, не даетъ возможности наблюдать положеніе руды въ низкихъ горизонтахъ и видѣть отношеніе ея къ окружающимъ породамъ. Однако, основываясь на томъ, что направление гнѣздъ бурыхъ желѣзняковъ совершенно согласуется съ простираніемъ слоевъ каменноугольнаго известняка, и на томъ, что мѣсторожденія этой руды не встрѣчаются въ сосѣдственныхъ другихъ породахъ, а также принимая въ соображеніе мѣсторожденія бурога желѣзняка первыхъ двухъ

разрядовъ, г. Антиповъ полагаетъ, что бурые желѣзняки эти не выполняютъ собою котловинъ и углубленій на поверхности известняковъ въ каменно-угольныхъ полосахъ восточнаго отклопа Уральскаго хребта, какъ думаютъ нѣкоторые, но находится въ самыхъ пластахъ известняковъ <sup>1)</sup>).

Въ четвертому разряду мѣсторожденій принадлежатъ пласты бурыхъ желѣзниковъ, лежащіе въ осадочныхъ породахъ по западному отклову сѣверной и средней части Уральскаго хребта. По своему обилію, добротности и большею частью чрезвычайно выгоднымъ условіямъ для разработки, рудники эти имѣютъ большое преимущество предъ всѣми другими разрядами мѣсторожденій бурога желѣзняка на Уралѣ. Сюда относятся: большая часть рудниковъ, находящихся въ заводскихъ дачахъ княгини Бутера-Радали и князей Голицыныхъ, а именно: *Осиновскій*, — *Елисаветинскій*, — *Зыковскій*, — *Таранчинскій*, — *Старо-Куртымскій*, — *Койво-Куртымскій* и др.; рудники, находящіеся въ дачахъ Бисертскаго, Кусье-Александровскаго и Архангелопашійскаго заводовъ и проч. Бурый желѣзнякъ образуетъ здѣсь различной величины пласты, согласно подчиненные песчаникамъ, конгломератамъ и глинистымъ сланцамъ. Породы эти вообще относятся къ системѣ пластовъ каменугольной почвы. Заключенная въ нихъ руда большею частью состоитъ изъ зернистаго песчаника, въ которомъ зерна бурога желѣзняка связаны между собой глинисто-желѣзистымъ цементомъ; но иногда песчаникъ переходитъ въ конгломератъ, какъ напр. въ Зыковскомъ, Елисаветинскомъ и др. рудникахъ, или въ сланецъ, какъ напр. въ Ольховскомъ рудникѣ, лежащемъ въ 5 верстахъ отъ Бисертскаго завода. Толщина пластовъ руды бываетъ различна; въ одномъ и томъ-же рудникѣ она нѣсколько разъ уменьшается и увеличивается, и часто достигаетъ нѣсколькихъ саженъ. Иногда въ рудникѣ встрѣчаются нѣсколько слоевъ, не въ дальнемъ разстояніи одинъ отъ другаго, какъ напр. въ Старо-Куртымскомъ рудникѣ. Здѣсь, на пространствѣ въ 60 саженъ по поверхности, находятся четыре рудныхъ слоя, перпендикулярно линіи простиранія пластовъ, и каждый слой имѣетъ толщину отъ 2 аршинъ до 3½ саженъ.

Въ слѣдующей таблицѣ нами приведенъ составъ бурыхъ желѣзниковъ изъ нѣкоторыхъ уральскихъ мѣсторожденій.

<sup>1)</sup> Горн. журн. 1860 г., № 1, стр. 39.

НАЗВАНІЯ МѢСТОРОЖ- ДЕНІЙ.	SiO <sup>3</sup>	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	Fe <sup>3</sup> O <sup>3</sup>	Fe	Mn <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	CaO	MgO	PO <sup>5</sup>	S	НО
Нижне-Туринскій рудникъ.	49.4	3.17	40.12	28.08	—	—	—	—	—	6.95
Левинскій рудникъ . . . .	9.27	1.55	75.44	52.75	0.52	—	—	—	—	12.91
Верхне-Балакинскій . . . .	12.03	2.32	72.91	50.28	1.16	—	—	—	Ы.	11.87
Нижне-Балакинскій . . . .	31.08	1.20	55.14	38.50	3.50	—	—	—	Д	9.40
Кедровскій рудникъ . . . .	28.53	4.30	58.92	41.24	—	—	—	—	Ф	8.60
Повиковскій рудникъ . . . .	18.00	2.54	65.36	46.50	—	0.90	—	—	—	12.00
Разгуляевскій рудникъ . . . .	21.80	2.90	63.00	44.10	—	1.00	—	—	Л	11.30
Закаменскій рудникъ . . . .	20.30	2.70	63.80	44.65	0.40	0.90	—	—	С	12.20
Логовскій рудникъ . . . . .	16.55	1.25	69.60	48.74	0.50	0.80	—	—	—	11.00
Староборскій рудникъ . . . .	16.80	6.20	74.50	52.15	0.40	—	—	0.57	—	1.50
Нагорный рудникъ . . . . .	18.60	4.70	72.40	50.68	0.60	—	—	0.73	СЛѢДЫ	2.80
Тяжелый рудникъ . . . . .	5.38	0.20	85.12	59.58	0.70	—	—	—	—	9.97
Успенскій рудникъ . . . . .	4.73	0.80	77.35	54.14	4.68	—	—	—	—	12.00
Верхне-Буланскій . . . . .	4.60	0.60	83.05	58.13	2.00	—	—	—	—	9.86
Буландинскій рудникъ . . . .	8.71	0.27	75.79	53.05	3.22	—	—	—	—	11.85
Михайловскій рудникъ . . . .	13.58	1.49	77.32	53.60	1.19	0.24	—	—	—	5.43
Ивановскій рудникъ . . . . .	5.73	1.10	81.91	56.86	1.62	—	—	—	—	9.90
Средне-Охряной рудникъ . . . .	2.65	0.44	84.22	57.39	1.42	—	—	—	—	10.85
Тильменскій рудникъ . . . . .	5.35	0.41	57.60	39.92	23.93	—	—	—	—	13.93
Орловскій рудникъ . . . . .	23.80	—	72.20	50.54	—	—	—	—	СЛѢД.	4.16
Исаковскій рудникъ . . . . .	16.30	—	75.65	52.95	—	—	—	0.51	—	7.61
Уральскій рудникъ . . . . .	9.15	1.75	80.00	56.00	—	—	—	0.41	—	8.80
Тесминскій рудникъ . . . . .	32.30	—	64.60	45.20	СЛѢДЫ.	—	—	—	—	3.44
Каменская руда № 1 . . . . .	16.13	1.20	71.58	50.11	—	—	—	—	—	11.15
» » № 2 . . . . .	19.14	2.98	65.48	45.83	—	—	—	—	—	12.13
» » № 3 . . . . .	9.75	2.20	74.10	51.87	—	—	—	—	—	13.29
» » № 4 . . . . .	19.68	3.34	63.09	44.16	—	—	—	—	—	13.06
» » № 5 . . . . .	7.54	1.67	79.29	55.50	—	—	—	—	—	11.25
» » № 6 . . . . .	16.86	3.31	65.87	46.00	—	—	—	—	—	12.96
» » № 7 . . . . .	9.14	2.53	75.78	53.05	—	—	—	—	—	13.71
» » № 8 . . . . .	12.02	2.10	73.23	51.26	—	—	—	—	—	12.86
» » № 9 . . . . .	16.71	4.12	68.20	47.77	—	—	—	—	—	10.72
» » № 10 . . . . .	11.02	1.5	78.89	51.72	—	0.24	—	—	—	12.31

**Желѣзный блескъ.**—Изъ числа другихъ видоизмѣненій желѣзныхъ рудъ, которыя встрѣчаются въ Уральскомъ хребтѣ, по, по незначительности, разработкѣ не подвергаются, можно упомянуть о желѣзномъ блескѣ, который былъ встрѣченъ небольшою жилой, толщиною въ 1½ вершка, въ сланцахъ, въ округѣ Елатеринбургскихъ заводовъ, по лѣвой сторонѣ рѣчки Березовки, и кромѣ того признаки его есть въ Богословскомъ округѣ и въ имѣніи княгини Бутера.

**Титанистый желѣзнякъ.**—Это видоизмѣненіе желѣзныхъ рудъ попадается въ уральскихъ золотыхъ россыпахъ.

### Желѣзныя руды Луганскаго округа.

Въ минералогическомъ отношеніи, всё встрѣчающіяся здѣсь руды могутъ быть отнесены къ разрядамъ колчеданистыхъ, шпатовыхъ, бурожелѣзняковыхъ, марганцовистыхъ, известковыхъ, песчанистыхъ и бѣдныхъ сланцеватыхъ, заключающихъ не болѣе 18 или 20 проц. чугуна. По образу-же залеганія здѣшнія руды можно раздѣлить на гнѣздовые, пластовидно-гнѣздовые и тонкослоистыя.

Перваго рода мѣсторожденія находятся въ Стиллѣ и Каракубѣ; ко второму разряду относятся мѣсторожденія Софьевскія, Государево-Баерацкія, Никитовскія, Скотавскія, Городищенскія и Краснокутскія; наконецъ тонкослоистыя мѣсторожденія встрѣчаются почти повсюду въ видѣ тонкихъ пропластковъ, выполняющихъ разсѣлины глинистыхъ сланцевъ, песчаниковъ и псамитовъ.

**Стильская руда.**—По лѣвой сторонѣ рѣчки Волновахи, около греческихъ селеній Стиллы и Каракубы, также по правой сторонѣ рѣчки Сухой Волновахи, около селенія Стиллы и Новотроицка, въ волнообразныхъ углубленіяхъ известняка и песчаника, равно и на границахъ прикосновенія этихъ породъ съ гранитами, порфирами и наконецъ въ самыхъ этихъ разрушенныхъ кристаллическихъ породахъ, залегаютъ скопленія бурыхъ желѣзняковъ въ видѣ гнѣздъ и неправильныхъ пластовъ. Постелью этимъ рудамъ служить большею частью мелкій кварцевый песокъ. Съ поверхности разработокъ бурые желѣзняки эти обыкновенно пузыристы и имѣютъ темнобурый цвѣтъ; на большей глубинѣ онѣ переходятъ въ желтобурые, съ глиною и кристаллами селенита. Часто они являются въ видѣ агломерата не вполне оруденѣлыхъ органическихъ остатковъ, встрѣчаемыхъ преимущественно въ каменноугольныхъ известнякахъ, какъ напр. ціатокриниты, потеріокриниты и *chaetetes capillaris*. По разложенію, произведенному  $\Theta$ . И. Караваевымъ, оказалось, что стильская руда содержитъ во 100 частяхъ:

Окиси желѣза . . . . .	69.43 проц., что соответствуетъ 48.6 проц. желѣза.
Кремнезема . . . . .	12.63 »
Глинозема . . . . .	0.86 »
Углекислой извести . . . . .	0.46 » » » 0.257 » извести.
Углекислой магнези . . . . .	слѣды »
Окиси марганца . . . . .	2.09 »
Фосфорной кислоты . . . . .	0.32 »
Воды . . . . .	12.80 »
	98.59

Руда селенія Скотоватой.—Руды здѣсь залегаютъ между пластами породъ, выполняющихъ Бахмутскую котловину и причисленныхъ горнымъ инженеромъ Иванцигимъ 1 къ формациі жирноваго песчаника. Въ Скотоватой открыто нѣсколько пластовъ, толщиною отъ 12 до 20 вершковъ, состоящихъ изъ глинистаго желѣзняка, залегающаго между глинами и песчаникомъ на небольшой глубинѣ. Пласты эти выклинились, сохраняя однакоже толщину отъ 1 до 2½ вершковъ, и по незначительной мощности не приняты въ разрядъ годныхъ для разработки мѣсторожденій.

Никитовская руда.—Близъ казеннаго селенія Никитовки открыты два мѣсторожденія желѣзныхъ рудъ, одно въ 15, а другое въ 20 верстахъ отъ Бахмутскаго завода. Первое представляетъ два круто-падающихъ пласта бурого желѣзняка, толщиною отъ 4 до 12 вершковъ. Второе мѣсторожденіе открыто крестьянами села Никитовки, въ трехъ верстахъ отъ этого селенія на западъ, по рѣчкѣ Попасовкѣ, втекающей въ р. Лугань. Это послѣднее мѣсторожденіе представляетъ шпатоватый желѣзнякъ, залегающій между глинистыми и песчанистыми сланцами, въ сосѣдствѣ выступающихъ наружу громаднхъ толщъ гипса. Руды эти по наружности такъ схожи съ известнякомъ, что жители первоначально выбирали только выступающія на поверхность части ея, гдѣ руда, подверженная дѣйствію воздуха и влажности превратилась въ бурый желѣзнякъ; настоящій-же шпатоватый желѣзнякъ отличается по наружности отъ известняка лишь большимъ вѣсомъ и сначала отбрасывался мѣстными жителями какъ пустая порода.

По разложенію Никитовской руды, какъ изъ перваго мѣсторожденія (№ 1), такъ и изъ мѣсторожденія по рѣчкѣ Попасовой (№ 2), произведенному въ лабораторіи Горнаго Департаментга Г. Евсегиѣвымъ, оказалось, что руды эти имѣютъ слѣдующій процентный составъ:

	№ 1.	№ 2.
Окиси желѣза . . . . .	70.61 проц. (Fe=49.42 пр.)	60.83 проц. (Fe=43.38 пр.)
Углекислой закиси желѣза . . . . .	—	2.78 »
Кремнезема . . . . .	10.68 »	10.46 »
Глинозема . . . . .	2.28 »	3.15 »
Углекислой извести . . . . .	0.28 »	2.43 »
Углекислой магнези . . . . .	—	2.02 »

Окиси марганца . . . . .	3.82	»	4.37	»
Фосфорной кислоты . . . . .	0.38	»	0.27	»
Воды . . . . .	11.41	»	12.24	»
	<u>99.46</u>		<u>98.75</u>	

Государево-Баерацкая руда. — Въ вершинахъ рѣчки Лугани, близъ селенія Государевъ-Баеракъ залегаютъ пластовидныя гнѣзда глинистаго бурого желѣзняка, въ системѣ красныхъ и бѣлыхъ сланцеватыхъ глинъ. Толщина этихъ пластовъ доходить отъ  $1\frac{1}{2}$  до  $1\frac{1}{2}$  аршинъ. Ноздреватый бурый желѣзникъ этого мѣсторожденія, по разложенію  $\Theta$ . Н. Савченкова, содержитъ во 100 частяхъ:

Окиси желѣза . . . . .	69.50	проц. соотв.	48.65	проц. желѣза.
Кремнезема . . . . .	11.91	»		
Глинозема . . . . .	8.66	»		
Углекислой извести . . . . .	0.22	»		
Углекислой магнезій . . . . .	0.155	»		
Окиси марганца . . . . .		слѣды		»
Фосфорной кислоты . . . . .	0.34	»		
Воды . . . . .	9.145	»		
	<u>99.42</u>			

Софiевская руда. — Къ юго-западу отъ вышеописанныхъ мѣстороженій встрѣчаются хотя также пластообразно-гнѣздовые скопленія рудъ, но они рѣзко отличаются отъ предыдущихъ правильностью и постоянствомъ своего направленія, и потому должны быть признаны болѣе благонадежными, чѣмъ Скотоватскія, Государево-Баерацкія и Никитовскія этого разряда. Мѣстороженія эти залегаютъ между сланцеватою глиною и псамитомъ, сопрягающимъ пласты каменнаго угля.

Главное изъ этихъ мѣстороженій находится въ земляхъ деревни Софiевки, иначе Верицагино или Петрова Милость. Здѣсь, на пространствѣ 500 сажень въ крестъ простиранія, обнаружено около 14 пластовъ отъ  $1\frac{1}{4}$  до  $1\frac{1}{2}$  аршинъ, имѣющихъ согласное направленіе съ выступающими здѣсь известняками и песчаниками NW  $7\frac{3}{4}$  и паденіе къ SW  $75^\circ$  до  $85^\circ$ .

Пласты эти простираются въ длину почти на 4 версты. Самыя богатая мѣстороженія залегаютъ здѣсь по склонамъ возвышенностей, служащихъ водораздѣломъ рѣчекъ Луганки, Садки и Буловины. Руды желѣзныя здѣсь состоятъ преимущественно изъ бурыхъ глинистыхъ желѣзняковъ, иногда марганцовистыхъ; сферосидериты встрѣчаются лишь вблизи пластовъ каменнаго угля, нерѣдко съ прожилками колчедана.

Софiевская руда изъ двухъ различныхъ пластовъ мѣстороженія, оказалась, по разложенію  $\Theta$ . И Титова, содержащею во 100 частяхъ:



	№ 1.	№ 2.
Окиси желѣза . . . . .	69.95 проц. (Fe=48.96 пр.)	78.75 проц. (Fe=55.1 пр.)
Кремнезема . . . . .	11.63 »	5.70 »
Глинозема . . . . .	3.78 »	1.83 »
Извести . . . . .	—	—
Магнези . . . . .	—	—
Окиси марганца . . . . .	1.67 »	1.12 »
Фосфорной кислоты . . . . .	—	—
Воды . . . . .	12.6 »	12.33 «
	<u>99.63</u>	<u>99.73</u>

Глины, окружающія здѣсь гнѣзда рудъ, нѣсколько плотнѣе Баерацкихъ, имѣютъ цвѣтъ желтый и сѣрый и переходятъ въ сланцы, въ которыхъ толщина рудныхъ пластовъ уменьшается.

Буловицкая руда.—По направленію тѣхъ-же мѣсторожденій, какъ и Софіевское, являются желѣзные руды еще въ деревнѣ Воыцковѣ, что на р. Буловицѣ. Въ 100 ч. руда эта содержитъ:

Окиси желѣза . . . . .	63.93 проц. соотв. 44.76 проц. желѣза.
Кремнезема . . . . .	11.62 »
Глинозема . . . . .	5.20 »
Углекислой извести . . . . .	1.40 »
Углекислой магнези . . . . .	0.38 »
Фосфорной кислоты . . . . .	0.22 »
Воды . . . . .	11.15 »
Окиси марганца . . . . .	5.71 »
	<u>99.62 »</u>

Здѣсь какъ псамиты, такъ и глинистые сланцы оплотнѣвши и въ нѣкоторыхъ мѣстахъ прорѣзаны тонкими жилами кварца. Мѣсторожденія въ земляхъ Софіевки и Воыцковой, кромѣ своей правильности, имѣютъ еще то достоинство, что такъ расположены и находятся въ такой мѣстности, что посредствомъ штоленъ могутъ быть легко осушены на глубину не менѣе 30 сажень.

Городищенская руда.—Въ земляхъ казеннаго села Городища желѣзные руды залегаютъ на лѣвой сторонѣ балки Городной, между известнякомъ и глинистымъ сланцемъ, выполняя клинообразную, неправильную разсѣлину, образовавшуюся между двумя этими породами. На 2 и 2½ саженьяхъ отъ поверхности онѣ или выклиниваются, или, тѣсно соединяясь съ известнякомъ, переходятъ въ сей послѣдній, превращая и его въ бѣдную желѣзную руду. Въ 100 ч. Городищенская руда содержитъ:

Окиси желѣза . . . . .	61.40 проц. соотв. 42.98 проц. желѣза.
Кремнезема . . . . .	16.56 »
Глинозема . . . . .	6.60 »

Углекислой извести . . . . .	7.10	»
Углекислой магнезiи . . . . .	0.48	»
Окиси марганца . . . . .	1.21	»
Фосфорной кислоты . . . . .	слѣды	
Воды . . . . .	6.64	»
	<u>99.99</u>	

Въ слѣдующей таблицѣ мы приводимъ еще результаты анализовъ рудъ изъ нѣкоторыхъ мѣсторожденiй Донецкаго бассейна:

Нумера.	Названiя рудъ.	Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	Fe	SiO <sup>3</sup>	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	CaO, CO <sup>2</sup>	MgO, CO <sup>2</sup>	Mn <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	PO <sup>5</sup>	НО.
1.	Желѣзняцкая руда. . . . .	67.57	47.30	8.80	3.22	1.47	0.30	5.70	2.55	9.60
2.	Каютовская руда. . . . .	64.07	44.85	13.56	7.62	0.52	0.05	1.30	1.38	10.36
3.	Корсунская руда. . . . .	52.22	36.56	28.80	8.26	—	—	0.56	—	11.16

Колчеданистыя руды преимущественно встрѣчаются на возвышенности Донецкаго края, по линiи потоковъ и рѣчекъ, несущихъ воды въ Донецъ, Донъ и Азовское море. Онѣ большею частью залегаютъ въ черныхъ колчеданистыхъ глинахъ и обпачены около деревень Поповки, Нагольной, Краснаго Кута и проч.

### Мѣсторожденiя Олонецкаго горнаго округа.

Въ Олонецкомъ горномъ округѣ разрабатываются и употребляются въ дѣло лишь тамошнiя озерныя и болотныя руды, хотя здѣсь и находятся мѣсторожденiя различныхъ желѣзныхъ рудъ. Впрочемъ большинство этихъ послѣднихъ въ здѣшней мѣстности на столько бѣдны, что они и не могутъ съ пользою итти на заводское дѣйствiе. Для примѣра, ниже мы приводимъ описанiе нѣкоторыхъ изъ нихъ.

Магнитный желѣзнякъ.—Эта желѣзная руда попадаетъ небольшими гнѣздами въ діоритахъ, близъ Кончозерскаго завода. Нерѣдко онъ бываетъ вкрапленъ здѣсь въ діоритѣ въ видѣ самыхъ мельчайшихъ зеренъ, такъ что присутствiе его въ этой породѣ можетъ быть дознано только по дѣйствию его на магнитную стрѣлку. Въ окрестностяхъ Койкара, Гр. П. Гельмерсенъ выломалъ два гнѣзда магнитнаго желѣзняка и это дало ему возможность убѣдиться, что здѣсь минералъ этотъ является въ діоритѣ въ видѣ совершенно отдѣльныхъ массъ, не имѣющихъ никакого соединенiя съ какими либо жилами или штоками. При Ангозерѣ магнитный желѣзнякъ частью вкрап-

лень въ діоритѣ, частью-же проходитъ въ немъ въ видѣ прожилковъ. Но въ послѣднемъ случаѣ онъ до того наполненъ сѣрымъ колчеданомъ, что не можетъ служить предметомъ добычи. Въ 1859 г., горный инженеръ Аносовъ открылъ мѣсторожденіе магнитнаго желѣзняка въ діоритѣ не далеко отъ дер. Пудожгоры, въ Повинецкомъ уѣздѣ.

**Желѣзный блескъ.**—На Сундозерѣ существуютъ старыя выработки желѣзнаго блеска. Здѣсь тонкія прожилки его разсѣяны по діориту, въ которомъ заключается эпидотъ въ видѣ мелкихъ зеренъ и небольшихъ гнѣздъ.

На полуостровѣ Нертнаволокъ, при дер. Пергубѣ, въ сѣверной части Онежскаго озера, проходятъ нѣсколько кварцевыхъ жилъ, параллельно одна другой и въ весьма близкомъ одна отъ другой разстояніи, въ направленіи 7 и 8 часовъ, въ господствующей здѣсь эпидотовой породѣ. Эти кварцевыя жилы, имѣющія отъ 9 до 20 дюймовъ толщины, пересѣчены прожилками желѣзнаго блеска, толщиною отъ 1 до 3 дюймовъ, разработка которыхъ слѣдовательно также не можетъ принести большой пользы.

Здѣсь сохранились весьма многіе шурфы, которыми производились прежде развѣдки мѣсторожденія желѣзнаго блеска. Въ шурфахъ этихъ является зеленая порода, пересѣченная жилами бѣлаго кварца, который въ зальбантахъ, и преимущественно въ серединѣ жилъ, заключаетъ въ себѣ прожилки груболистоватаго желѣзнаго блеска, идущія по направленію простиранія самаго кварца. Этотъ жильный кварцъ заключаетъ въ себѣ, кромѣ того, небольшія гнѣзда тонкочешуйчатаго хлорита.

При дер. Койкара на р. Сунѣ, мѣсторожденіе желѣзнаго блеска состоитъ изъ пласта тальковатаго хлоритоваго сланца въ 7 фут. толщиною, наполненнаго чешуйками желѣзнаго блеска и пересѣченнаго въ разныхъ направленіяхъ тонкими прожилками того-же минерала, листовато-кристаллическаго или плотнаго сложенія. Но самый значительный изъ этихъ прожилковъ, имѣвшій при началѣ разноса толщину въ 6½ дюймовъ, въ забой разноса, въ 21 футъ вышиною, достигъ только 17½ дюймовъ толщины. Можно вообще сказать, что если взять въ сложности всю толщину прожилковъ желѣзнаго блеска въ этомъ мѣсторожденіи, то и въ такомъ случаѣ оно, не смотря на богатство содержанія руды, не стоило-бы разработки. Впрочемъ очень можетъ быть, что при дальнѣйшихъ и точнѣйшихъ геологическихъ изысканіяхъ и болѣе старательныхъ горныхъ развѣдкахъ, здѣсь могутъ быть открыты болѣе благонадежныя мѣсторожденія желѣзистаго слюдянаго сланца.

На восточномъ берегу Онежскаго озера, въ окрестностяхъ дер. Пяльмы встрѣчаются доломиты, діориты и песчаники. Въ мѣстахъ прикосновенія доломита съ діоритомъ, въ этомъ послѣднемъ заключаются вкрапленныя части желѣзнаго блеска, а самыя плоскости прикосновенія покрыты налетомъ малахита и мѣдной сини. Количество желѣзнаго блеска въ діоритѣ здѣсь хотя и

значительно, но тѣмъ не менѣе, по изслѣдованіямъ горн. инж. Ободовскаго, оказалось нестоящимъ разработки, тѣмъ болѣе, что желѣзный блескъ въ значительной степени проникнуть здѣсь магнитнымъ колчеданомъ.

**Бурый желѣзнякъ.**—Южное побережье Онежскаго озера отъ устья р. Андомы, черезъ г. Вытегру до истока р. Свири, состоитъ исключительно изъ осадочныхъ породъ девонской системы и формациі горнаго известняка. Первая занимаетъ южный берегъ Онежскаго озера, и въ нѣкоторомъ разстояніи отъ него покрыта пластами горнаго известняка. Этотъ послѣдній дѣлится здѣсь на два яруса: верхній состоитъ изъ мягкихъ бѣлыхъ известняковъ, нижній—изъ желтыхъ, бѣловатыхъ и красныхъ песчаниковъ и пластовъ глины. Подъ бѣлыми песчаниками непосредственно лежатъ здѣсь разрушенные песчаники, въ которыхъ, на всемъ протяженіи этой формациі, на извѣстномъ горизонтѣ, залегаютъ пласты бурыхъ и глинистыхъ желѣзняковъ. Пласты эти отъ 2 и 3 дюймовъ достигаютъ до 2 и 3 футовъ толщины. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ эти рудные пласты переходятъ въ желѣзистые песчаники. На низменности между рѣками Илексою и Андомою, занимающей пространство по крайней мѣрѣ въ 120 кв. верстѣ, желѣзныя руды эти находятся совершенно обнаженными и заключаются въ рыхломъ пескѣ, изъ котораго ихъ можно выбирать просто руками. Здѣсь не рѣдко попадаются цѣлыя глыбы, по нѣскольку пудовъ вѣсомъ и состоящія изъ чистаго бурога желѣзняка. По краямъ этой низменности возвышается известнякъ въ видѣ отвѣсныхъ скалъ, и не подлежитъ сомнѣнію, что подъ этимъ известнякомъ желѣзныя руды продолжаютъ непрерывными, горизонтальными пластами. Запасы залегающихъ въ этой мѣстности желѣзныхъ рудъ, по произведеннымъ въ 1857 году развѣдкамъ, должны простираться до нѣсколькихъ милліоновъ пудовъ.

### Мѣсторожденія въ Сибири.

Въ Сибири, какъ въ западной, такъ и въ восточной, извѣстно много огромныхъ и прекрасныхъ мѣсторожденій желѣзныхъ рудъ, но до сихъ поръ они еще не разрабатываются въ подлежащемъ количествѣ. Здѣсь мы упомянемъ Тельбское мѣсторожденіе магнитнаго желѣзняка въ Алтайскомъ горномъ округѣ. Это мѣсторожденіе представляетъ жилу до 10 саж. толщиною въ зеленомъ камнѣ. Въ томъ-же округѣ, мѣсторожденія, доставляющія руду въ Томскій и Гурьевскій заводы, представляютъ котловины, наполненныя желѣзистою глиною, въ которой разсыпаны валуны бурога, краснаго и глинистаго желѣзняковъ.

**Иѣсторожденія въ В. Кн. Финляндскомъ.**

Разрабатывающіяся здѣсь мѣсторожденія двухъ родовъ: коренныя и происшедшія отъ разрушенія ихъ озерныя и болотныя руды. Къ первымъ принадлежатъ жилы и гнѣзда магнитнаго желѣзняка, которыя разрабатываются по преимуществу въ юго-западной части Финляндіи. Содержаніе рудъ этихъ обыкновенно простирается отъ 25 до 40 проц. Нерѣдко содержатъ онѣ титанъ, а также сѣрный колчеданъ и бываютъ обыкновенно перемѣшаны съ кварцемъ. Вообще руды эти трудноплавки и обрабатываются въ небольшомъ количествѣ, большая-же часть магнитнаго желѣзняка, проплавляемаго въ Финляндіи, доставляется сюда изъ Швеціи.

**ПРОБЫ ЖЕЛѢЗНЫХЪ РУДЪ****1. ПРОБЫ СУХИМЪ ПУТЕМЪ.**

При пробахъ сухимъ путемъ желѣзныхъ рудъ, получаемый королекъ постоянно содержитъ нѣкоторое количество углерода, а также кремній, фосфоръ, сѣру и марганецъ, смотря по свойствамъ руды. Сумма всѣхъ этихъ веществъ простирается отъ 3 до 5 и даже болѣе процентовъ. По этому процентное содержаніе желѣза въ рудѣ, получаемое при пробахъ сухимъ путемъ, всегда бываетъ выше того, которое получается при пробахъ мокрымъ путемъ, и болѣе приближается къ тому количеству, которое извлекается изъ рудъ въ большомъ видѣ. Кромѣ того, при пробахъ сухимъ путемъ, можно прямо судить и о свойствахъ чугуна и шлаговъ, которые образуются въ доменной печи, если при нихъ ввести тѣ-же флюсы, которые употребляютъ, или думаютъ употребить, и въ доменной плавкѣ. Въслѣдствіе всѣхъ этихъ причинъ, въ большей части случаевъ, отдають предпочтеніе пробамъ сухимъ путемъ, передъ пробами мокрыми, не смотря на то, что онѣ сопряжены съ нѣкоторыми затрудненіями и требуютъ большей опытности отъ производящаго пробы.

Желѣзныя пробы сухимъ путемъ производятся или въ тигляхъ съ угольной набойкой, или въ простыхъ тигляхъ безъ набойки.

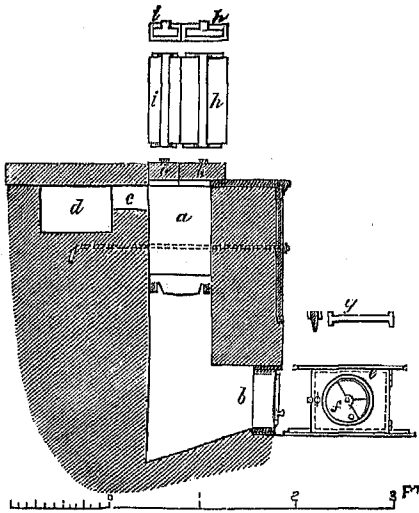
1. Въ тигляхъ, съ набойкой изъ порошка древеснаго угля, окись желѣза, заключенная въ рудѣ, возстановляется дѣйствіемъ угля, или образующейся изъ него при высокой температурѣ окиси углерода. При надлежащемъ количествѣ и соответствующихъ свойствахъ выбраннаго при подобной пробѣ флюса, желѣзный королекъ получается съ наибольшимъ содержаніемъ углерода, а шлаки — безъ всякаго содержанія желѣза.

2. При пробахъ въ тигляхъ безъ набойки, руда необходимо должна быть перемѣшана съ подлежащимъ количествомъ углистыхъ веществъ; образующіеся шлаки постоянно выходятъ съ содержаніемъ желѣза, и потому вѣсъ короляна приближается къ количеству желѣза, опредѣленному пробами мокрымъ путемъ.

### ПЕЧИ И ПРИВОРЫ.

Самодувныя печи. — Самодувная печь, употребляемая въ Лондонской горной школѣ для желѣзныхъ пробъ, имѣетъ слѣдующее устройство (Фиг. 6).

Фиг. 6.



*a* — горнъ, выложенный изъ огнепостояннаго кирпича; *b* — зольникъ или поддувало, запираемый заслонкой съ регуляторомъ, помощью котораго управляютъ притокомъ воздуха въ печь. Если дверь въ поддувало открыта, то воздухъ имѣетъ совершенно свободный доступъ; если же въ нее вставлена заслонка *c*, изображенная на чертежѣ отдѣльно, то воздухъ притекаетъ только черезъ большее или меньшее, смотря по обстоятельствамъ, отверстіе, оставленное при помощи регулятора *f*. Регуляторъ этотъ состоитъ изъ круга, сдѣланнаго изъ листоватоу желѣза. Онъ вращается на стержнѣ, помѣщенномъ въ

центрѣ заслонки и въ одной половинѣ его сдѣланъ полукруглый прорѣзъ. Въ самой заслонкѣ также продѣлано полукруглое отверстіе. Вращаясь на стержнѣ, регуляторъ *f* можетъ встать или въ такое положеніе, что сдѣланное въ немъ отверстіе вполне будетъ соответствовать отверстію заслонки, и въ такомъ случаѣ это послѣднее становится совершенно свободнымъ, или, при другихъ оборотахъ, регуляторъ будетъ закрывать это отверстіе только отчасти, или, наконецъ, можетъ и совершенно закрыть его. Пролетъ *d* сообщается съ прямой трубой 60 футовъ высоты. Въ эту трубу проводятся пролеты отъ пяти подобныхъ горновъ, соответственно которымъ и самая труба раздѣлена на пять совершенно отдѣльныхъ каналовъ. Наружныя стѣны печи, равно какъ и части ея, лежація ниже топки, выложены изъ простаго кирпича. Вкладка скрѣплена желѣзными связями и чугушной обшивкой. Верхнее отверстіе горна закрывается двумя огнепостоянными кирпичами *i* и *k*, которые скрѣплены между

собой съ двухъ концовъ желѣзными полосами и наугольниками. Притокомъ воздуха управляютъ не только что при помощи регулятора *f*, но также и закрывая болѣе или менѣе огнестояннымъ кирпичемъ каналъ *c*, сообщающійся съ трубой, а равно и закрывая или открывая особый клапанъ, помѣщенный на верху самой трубы. Благодаря веѣмъ этимъ устройствамъ, является полнѣйшая возможность слѣдить за температурою въ печи и доводить ее, по произволу, отъ темно-краснаго каленія и до точки плавленія шиккеля или марганца.

Эта печь чрезвычайно удобна для желѣзныхъ пробъ. Горючимъ матеріаломъ въ ней служитъ антрацитъ, который забрасывается сюда кусками отъ 1½ до 3 дюймовъ въ поперечникѣ, при чемъ онъ долженъ быть вполне отдѣленъ отъ мелочи и пыли просѣиваніемъ черезъ грохотъ.

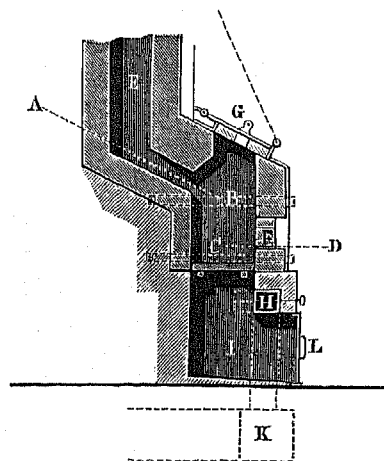
Для желѣзныхъ пробъ въ металлургической лабораторіи берлинской горной школы устроена самодувная печь изображенная на фиг. 6 и 7. Она дѣйствуетъ на древесномъ углѣ и развиваетъ температуру, вполне достаточную для предполагаемой цѣли. Въ ней можно за разъ производить до шестнадцати пробъ. *C* — колосники; каналъ *КН*, снабженный заслонкой, сообщается съ наружнымъ воздухомъ; *B* — горнъ, въ который ведутъ два отверстія *F* и *G*; изъ нихъ первое служитъ для установки тиглей въ печи, а послѣднее — для забрасыванія въ нее угля. Зольникъ *I* закрывается желѣзной заслонкой *L*, Труба *E* имѣетъ приблизительно 60 фут. высоты.

Печи съ дутьемъ. — Изъ нихъ мы упомянемъ здѣсь только о наиболѣе употребительныхъ.

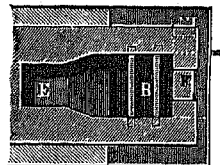
*Зефстремскій горнъ.* Онъ изображенъ на фиг. 9 и состоитъ изъ двухъ желѣзныхъ цилиндровъ *aa* и *bb*. Въ пространство между обоими цилиндрами вдувается черезъ *f* воздухъ, который потомъ, черезъ восемь отверстій *e*, оставленныхъ въ глиняной набойкѣ *d*, вступаетъ въ собственно горнило. Для поддержки угля въ большемъ объемѣ, иногда на плоскую часть горна *g* надѣвается еще кольцо *h*, которое такимъ образомъ увеличиваетъ высоту горна.

Этотъ горнъ употребляется для желѣзныхъ пробъ по преимуществу въ

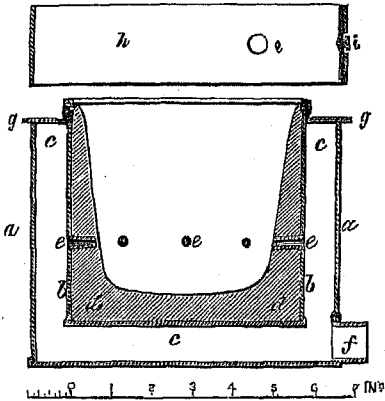
Фиг. 7.



Фиг. 8.



Фиг. 9.

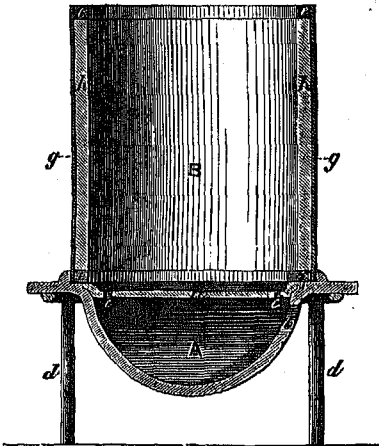


Швеціи, гдѣ онъ и былъ изобрѣтенъ; горючимъ матеріаломъ служитъ тамъ древесный уголь; но для этого горна также весьма пригодны и антрацитъ, и плотный коксъ, и смѣсь обоихъ этихъ веществъ, въ кускахъ, величиною въ 1 кубич. дюймъ. Въ большей части случаевъ, въ такомъ горну могутъ быть заразъ устанавливаемы только четыре тигля съ пробями.

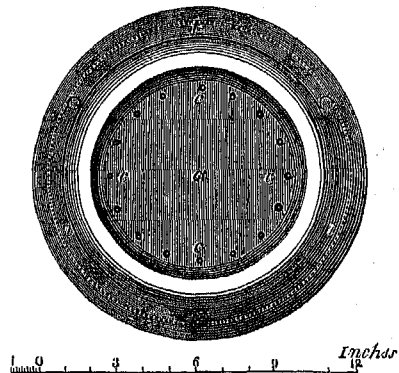
*Десилескій горнъ*, изображенный на фиг. 10 и 11, также можетъ быть съ удобствомъ примѣняемъ къ дѣлу желѣзныхъ

пробъ, и имѣеть то преимущество передъ зефстремскимъ горномъ, что въ немъ чрезвычайно удобно совершается очистка отъ золы и шлаковъ, остающихся горю-

Фиг. 10.



Фиг. 11.



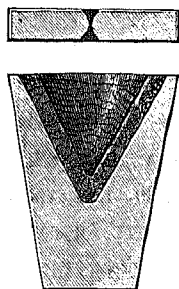
чимъ матеріаломъ. Горнъ этотъ (*B*) установленъ на желѣзныхъ ножкахъ *d* и состоитъ изъ желѣзнаго цилиндра *g*, снабженнаго со внутренней стороны футеровкой изъ огнепостоянной глины. Воздухъ вдвухается черезъ отверстіе *b* въ котлообразную часть *A*, сдѣланную изъ чугуна и помещенную ниже пода печи *a*; въ самое-же топильное пространство онъ проходитъ шестнадцатью отверстіями *c*, расположенными по окружности пода. Горнъ этотъ особенно пригоденъ для пробы тѣхъ желѣзныхъ рудъ, которые требуютъ сильнаго жара и постепенно повышающейся температуры. Несомнѣнное достоинство этого горна заключается между прочимъ въ томъ, что поставленные въ него тигли, по



причинѣ чрезвычайно равномернаго осяданія горючаго матеріала, подвергаются меньшимъ случайностямъ опрокинуться.

Тигли и ихъ приготовленіе.—Здѣсь мы скажемъ только о тѣхъ тигляхъ, которые употребляются при желѣзныхъ пробахъ, и о приготовленіи угольной набойки.

Въ Лондонѣ, масса для этихъ пробирныхъ тиглей составляется изъ 2 частей необожженной и 1 части обожженной глины, хорошихъ качествъ. Смѣсь 2 килограммовъ необожженной и 1 килограмма обожженной глины достаточна для приготовления приблизительно шести съ половиною дюжинъ тиглей и двухъ дюжинъ крышекъ, при чемъ всѣ оскребки идутъ также на дѣло послѣднихъ. Форму тиглямъ придаютъ подобную изображенную на фиг. 12, гдѣ тигель представленъ въ половину натуральной величины.



Набойка тиглей дѣлается изъ смѣси 4 частей древесно-угольнаго порошка и 1 части патоки. 400 грам. угольнаго порошка и 100 грам. патоки достаточны для набивки сорока восьми тиглей. Вся эта масса, послѣ прибавленія къ ней нѣкотораго количества воды, тщательно растирается въ ступкѣ, до полнѣйшаго уничтоженія въ ней комьевъ и до сообщенія ей такой вязкости, что она становится вполне способною къ принатію впечатлѣній при сдавливаніи руками. Въмѣсто патоки, въ Берлинѣ употребляютъ гуммиарабикъ, разведенный въ водѣ до такой густоты, что если смочить имъ пальцы, то послѣдніе слегка слипаются. Въ Шведціи-же, предназначенный къ приготовленію набойки угольный порошокъ просто смачивается водой.

Приготовленная однимъ изъ только что описанныхъ способовъ масса накладывается до верху въ тигель и затѣмъ вдавливается туда бронзовымъ пестомъ, величина котораго равна внутренней вмѣстимости, какую долженъ имѣть пабитый тигель. Для того, чтобы набойка имѣла совершенно гладкую поверхность, необходимо пестъ слегка обмазать масломъ и нажимать его въ массу постепенно и съ одинаковымъ усиліемъ, строго наблюдая при этомъ, чтобы онъ двигался все время по одному направленію, не уклоняясь въ стороны, и затѣмъ его также осторожно вынуть изъ тигля. Если набойка сразу не удастся, то ее слѣдуетъ вынуть изъ тигля, а его набить вторично, и ни въ какомъ случаѣ не должно позволять себѣ дѣлать какія нибудь поправки въ испорченной набойкѣ, такъ какъ эти исправленные мѣста, при плавкѣ, дадутъ возможность впитываться въ нихъ расплавленнымъ веществамъ.

Набитые тигли просушиваются, а потомъ закрываются крышками и прокаливаются въ муфелѣ, при температурѣ краснаго каленія. Прокаливаніе это ведется до тѣхъ поръ, пока не исчезнетъ появляющееся вначалѣ по

окружности тигля пламя. Тогда тигли вынимаются изъ муфеля и охлаждаются. Съ нихъ снимаютъ крышки и разсматриваютъ набойку, которая должна быть крѣпкая, плотная, гладкая и безъ малѣйшихъ трещинъ.

Для прохода газовъ во время производства пробъ, крышки на этихъ тигляхъ должны быть съ отверстіями, которые иногда оставляются въ краяхъ крышки, но лучше, если они сдѣланы по срединѣ.

#### Ф Л Ю С Ы.

Въ то время, какъ находящаяся въ рудѣ желѣзная окись возстановляется дѣйствіемъ угля, сопровождающія ее вещества пустой породы требуютъ различныхъ примѣсей для образованія жидкаго шлака. Сообразно природѣ пустой породы примѣси эти должны имѣть или кислотныя или основныя свойства.

**Кремнеземъ.**—Онъ употребляется какъ флюсъ при желѣзныхъ пробахъ только въ тѣхъ случаяхъ, когда руды сами содержатъ его мало, что, между прочимъ, случается не часто. Лучше всего употреблять для этой цѣли кварцъ или горный хрусталь, которые раскаливаются до красна и бросаются въ воду, чрезъ что становятся весьма хрупкими и удобными для измельченія. По относительной чистотѣ, горный хрусталь постоянно должно предпочитать бѣлому песку и нѣкоторымъ сортамъ песчаника, которые также идутъ какъ флюсъ при пробахъ.

**Стекло.**—Зеркальное или оконное стекло, и равно крош-гласъ, накаливаются до красна, бросаются въ воду и затѣмъ истираются въ порошокъ. Этотъ флюсъ содержитъ отъ 60 до 70 проц. кремнезема и, по причинѣ своей легкоплавкости, съ большимъ удобствомъ можетъ замѣнять собой кремнеземъ или кремнекислый глиноземъ. Употребляемое въ Лондонѣ зеркальное стекло содержитъ 60.69 проц. кремнезема и кромѣ того известъ, кали и проч. Зеленое бутылочное стекло содержитъ закись желѣза, а флинтъ-гласъ—окись свинца, и потому оба эти сорта при пробахъ употребляемы быть не могутъ.

**Фарфоровая глина.**—По составу она представляетъ собой кремнекислый глиноземъ, и такъ какъ она вовсе не содержитъ желѣза, то и считается весьма пригодной для желѣзныхъ пробъ. Корнваллійская глина, употребляемая для пробъ въ Лондонской горной школѣ, содержитъ 46.23 проц. кремнезема, 41.13 проц. глинозема и 12.64 проц. воды. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ употребляютъ эту глину сырою, въ другихъ же—ее предварительно пожигають. Въ послѣднемъ случаѣ ее предварительно тщательно истирають, а потомъ самое прокаливаніе производятъ весьма постепенно и осторожно. Безъ этой предосторожности, въ ней образуются твердые комья. Въ обожженомъ состояніи глина эта содержитъ 53 проц. кремнезема и 47 проц. глинозема.

Глинистый сланецъ. — Употребляемый весьма часто какъ флюсъ при доменныхъ процессахъ, глинистый сланецъ находитъ себѣ также иногда применение и при желѣзныхъ пробахъ. Въ смѣси съ известью онъ даетъ прекрасный плавень, но почти постоянное въ немъ содержаніе отъ 2 до 5 проц. желѣзной окиси вредитъ точности пробъ. Въ особенности не долженъ онъ содержать желѣзнаго колчедана. Для примѣра, мы приводимъ здѣсь результаты анализа глинистаго сланца, полученные Риллэ:

Кремнезема . . . . .	59.23
Глинозема . . . . .	22.01
Окиси желѣза . . . . .	5.33
Извести и магнезіи . . . . .	2.00
Кали . . . . .	2.40
Воды . . . . .	9.00
	<hr/>
	99.97

Огнепостоянная глина. — По составу — водный кремнекислый глиноземъ. Въ смѣси съ известью даетъ весьма хорошій плавень и можетъ замѣнить собой глинистый сланецъ. Часто содержитъ отъ 1 до 7 проц. желѣзной окиси, что дѣлаетъ ее негодною къ употребленію.

Доменные шлаки. — Главнѣйшимъ образомъ состоятъ они изъ кремнекислыхъ соединеній глинозема и извести. Для пробъ должно выбирать только бѣлые, сѣрые или почти безцвѣтные образцы ихъ. Въ порошокъ они составляютъ весьма полезный плавень для рудъ кремнеземистыхъ и бѣдныхъ пустою породой.

Буровое стекло. — Вещество это для желѣзныхъ пробъ слишкомъ легкоплавко, и къ тому же оно соединяется при относительно низкой температурѣ съ желѣзной окисью, раньше нежели начинается возстановленіе. Но, несмотря на всѣ эти недостатки, иногда приходится прибѣгать къ употребленію буроваго стекла. Въ этихъ случаяхъ необходимо увеличивать количество извести въ смѣси, чтобы хотя черезъ то сдѣлать ее болѣе трудноплавкою.

Известь. — Лучше всего употреблять обожженую, негашеную известь въ порошокъ, хотя можно также прибѣгать и къ посредству известняка, мѣла, мрамора и т. п. отличій углекислой извести. Такъ какъ известнякъ часто содержитъ фосфористые и сѣрнистые металлы, то, вмѣсто него, лучше прибѣгать къ посредству доломита, но въ такомъ случаѣ необходимо пробы производить при болѣе высокой температурѣ, чтобы получить надлежаще жидкій шлакъ. Углекислая известь содержитъ 56 проц. извести и 44 проц. углекислоты, такъ что 100 частей ѣдкой извести соотвѣтствуютъ 178<sup>1</sup>/<sub>2</sub> частямъ углекислой ея соли.

Плавиковый шпатъ. — Для пробъ выбираются бѣлые образцы его, свободные отъ всякихъ металлическихъ соединеній. Присутствіе въ немъ кварца

не вредить дѣлу. Онъ плавится при довольно высокой температурѣ и представляетъ драгоценный плавецъ, по способности своей образовывать съ кремнеземомъ и кремнекислыми соединениями легкоплавкіе шлаки. Его можно употреблять въ дѣло или вмѣсто извести, или въ смѣси съ послѣдней, или наконецъ замѣнять имъ глину. Онъ содержитъ 51.28 проц. кальція и 48.72 проц. фтора 100 ч. плавиковога шпата эквивалентны 72 ч. извести.

#### ВЗЯТІЕ ИЛИ УМЕНЬШЕНІЕ НА ПРОБУ.

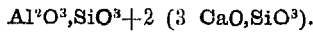
Изъ разныхъ мѣстъ кучи, въ которой сложена руда, берутъ лопатой куски ея и составляютъ изъ нихъ новую кучу, вѣсомъ приблизительно въ одинъ или болѣе пудъ. Куски эти разбиваютъ на болѣе мелкіе, перемѣшиваютъ между собой и разстилаютъ ровнымъ слоемъ на какой-нибудь площади. Отсюда, снова изъ разныхъ мѣстъ, собираютъ приблизительно одну четверть всей руды, снова измельчаютъ ее, перемѣшиваютъ, вторично разстилаютъ ее и т. д. Операцию эту продолжаютъ нѣсколько разъ и куски наконецъ доводятъ до той крупности, когда они проходятъ черезъ грохотъ, имѣющій 40, 60 и даже 80 отверстій въ квадр. дюймѣ. Полученную въ послѣднемъ случаѣ массу руды, которая, благодаря только что описаннымъ операціямъ, выражаетъ приблизительно средній составъ всей руды, окончательно измельчаютъ въ порошокъ, который и подвергается пробѣ. Первоначальные крупныя куски разбиваются просто молотками на чугушной плитѣ, окончательное-же измельченіе ихъ должно необходимо производить въ фарфоровой ступкѣ, избѣгая при этомъ употребленія всякихъ желѣзныхъ инструментовъ.

Нѣкоторыя желѣзныя руды, какъ напр. нѣкоторые глинистые желѣзняки, представляютъ на столько однородный составъ во всей массѣ, что при нихъ не за чѣмъ прибѣгать къ уменьшенію на пробу, а достаточно взять одинъ какой-нибудь кусокъ изъ кучи, измельчить его и пробовать, потому что въ этомъ случаѣ составъ этого одного куска самъ по себѣ уже будетъ выражать приблизительно средній составъ всей рудной массы. Передъ пробой руду обыкновенно просушиваютъ при температурѣ отъ 110° до 120° Ц., и тѣмъ освобождаютъ ее отъ гигроскопической влажности, количество которой, сообразно со свойствами самой руды, атмосферическимъ состояніемъ и проч., бываетъ весьма различно.

#### ВЫБОРЪ И КОЛИЧЕСТВО ФЛЮСА.

Качества выбираемаго флюса находятся въ прямой связи съ природою сопровождающей руду пустой породы, а количество его зависитъ какъ отъ ко-

личества этой послѣдней, такъ и отъ количества всего взятаго на пробу вещества. Во всякомъ случаѣ испытываемыя руды смѣшиваются съ флюсами въ такихъ между собой отношеніяхъ, чтобы образовать шлакъ совершенно чистый, хорошо сплавленный и притомъ въ достаточномъ количествѣ для того, чтобы совершенно закрыть собою получаемый во время пробы металлическій королекъ. Типомъ шлака, къ образованію котораго должно стремиться при пробахъ сухимъ путемъ, можно считать доменный шлакъ, который по составу соотвѣтствуетъ слѣдующей формулѣ:



Формулѣ этой соотвѣтствуетъ слѣдующій процентный составъ:

Кремнезема . . . 38	}	или приблизительно	{	2 1/2 части.
Глинозема . . . 15				1
Извести . . . 47				3

Слѣдующая смѣсь различныхъ флюсовъ даетъ при сжиганіи шлакъ, который по составу весьма близокъ къ этому:

Кварцъ . . . . . 1 . . . . .	}	. . . . . 1.92	}	=	{	36.5 проц.					
Фарфоровая глина . 2							{	Кремнезема . 0.92	. . . . . 0.82	15.5	>
								Глинозема . 0.82			
Известь . . . . . 2 1/2 . . . . .											

Стекло . . . . . 2 1/2	{	Кремнезема . . . . . 1.75	. . . . . 0.75	}	=	{	35 проц.
		Глинозема и др основ. 1)					
Известь . . . . . 2 1/2 . . . . .							

Глинист. сланецъ или огнепост. глина. 3	{	Кремнезема . . 1.8	. . . . . 0.9	}	=	{	35 пр.
		Глинозема . . 0.9					
Известь . . . . . 2 1/2 . . . . .							

Зная составъ руды, не трудно вычислить количество флюса, необходимаго для образованія подобнаго шлака съ основаціями или кремнеземомъ пустой породы, да кромѣ того слѣдуетъ прибавить еще нѣкоторое количество флюса, чтобы масса образующагося шлака была вполне достаточна для покрытія всего металлическаго королька.

Примѣръ намъ пояснить дѣло. Руда изъ Клевендалъ, состоящая по преимуществу изъ углекислой закиси желѣза,

1) Въ этомъ числѣ около 30 проц. щелочей, извести и проч., по ихъ плавкости, разматриваются какъ эквивалентные глинозему.

	Содержитъ въ 10 граммахъ <sup>1)</sup> .	Для образованія нормального шлака необходимо.	Для образованія покрышки слѣдуетъ къ тому прибавить.	Слѣдовательно сумма примѣсей.
Кремнезема . . . . .	0.86	Песка . . 1 гр. +	. . . . . 1/2 гр.	1 1/2 грам.
Глинозема . . . . .	0.79	. . . . . 0 » +	Фарф. глины 1 »	1 »
Извести, магнезiи и другихъ основанiй .	1.30	Извести. 1 1/4 » +	. . . . . 1 1/4 »	2 1/2 »

<sup>1)</sup> Воплиѣ достаточныхъ для пяти пробъ.

Для опредѣленiя отношенiя кремнезема къ основанiямъ въ рудѣ, въ практикѣ нѣтъ необходимости прибѣгать къ точному химическому анализу, который сверхъ того требуетъ и значительной затраты времени. Достаточно бываетъ навѣску руды обработать въ холоду слабою азотной или уксусной кислотами, которыя растворяютъ только известъ и магнезiю, затѣмъ прокипятить руду съ хлористоводородною кислотой, которая, растворивъ все желѣзо, оставляетъ въ остаткѣ глину и кварцъ. При нѣкоторомъ же навѣскѣ, не представляется почти необходимости прибѣгать и къ этому грубому анализу; опытный пробиреръ прямо по виду руды можетъ опредѣлить надлежащiй для нея флюсъ. Въ сомнительныхъ случаяхъ, во избѣжанiе ошибки, можно произвести предварительныя испытанiя, сплавляя руду съ слѣдующими количествами плавней:

	Части по вѣсу.		
	1	2	3
Стекло. . . . .	4	2 1/2	1
Известъ . . . . .	1 1/2	2 1/2	4

Всѣ эти три смѣси могутъ быть сплавляемы одновременно, а полученные при нихъ продукты укажутъ и на то, какой именно флюсъ долженъ быть употребленъ для пробы. Въмѣсто только что поименованныхъ плавней въ нихъ съ успѣхомъ можно ввести смѣсь глины и извести.

Для полученiя хорошихъ результатовъ при пробахъ рудъ и заводскихъ продуктовъ, практика указала на употребленiе слѣдующихъ количествъ флюсовъ, разсчитывая ихъ здѣсь на 10 вѣсовыхъ единицъ взятой руды.

1. Для рудъ, несодержащихъ или почти несодержащихъ пустой породы, какъ напр., для нѣкоторыхъ магнитныхъ желѣзняковъ, бурыхъ и красныхъ желѣзняковъ, для желѣзнаго блеска и желѣзной слюдки, а равно и для нѣкоторыхъ продуктовъ, напр. окалины и пр.:

- |                                |  |                                 |                                 |
|--------------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------|
| 1. Стекла . . . . .            | отъ 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> до 2 | 2. Песка . . . . .              | отъ 1 до 0                      |
| Извести . . . . .              | » 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> до 3   | Фарфоровой глины . . . . .      | » 2                             |
|                                |  | Извести . . . . .               | » 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> |
| 3. Доменныхъ шлаговъ . . . . . | » 5                                    | 4. Фтористаго кальція . . . . . | » 5                             |

или, по Бруно Керль <sup>1)</sup>:

- |                         |                                    |
|-------------------------|------------------------------------|
| 5. Мѣлу . . . . .       | 1                                  |
| Плавик. шпата . . . . . | 1                                  |
| Глины . . . . .         | 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> до 2 |

2. Для рудъ, главную породу которыхъ составляетъ кремнеземъ, какъ напр. многія отличія бурыхъ и красныхъ желѣзняковъ, а изъ продуктовъ—сварочные и пудлинговые шлаки:

- |                     |   |                               |   |
|---------------------|---|-------------------------------|---|
| 1. Стекла . . . . . | 1 | 2. Фарфоровой глины . . . . . | 2 |
| Извести . . . . .   | 4 | Извести . . . . .             | 4 |

или, по Б. Керль, для кремнеземистыхъ рудъ:

- |                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| 3. Мѣлу . . . . .            | 2                             |
| Фтористаго кальція . . . . . | 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> |
| Глины . . . . .              | 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> |

Для бѣдныхъ рудъ:

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 4. Мѣлу . . . . .            | 2  |
| Фтористаго кальція . . . . . | 3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> до 4                               |
| Глины . . . . .              | 7 <sup>1</sup> / <sub>10</sub> до 8 <sup>1</sup> / <sub>10</sub> |

Для шлаковъ:

- |                              |                                    |
|------------------------------|------------------------------------|
| 5. Мѣлу . . . . .            | 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> до 2 |
| Фтористаго кальція . . . . . | 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> » 2  |
| Глины . . . . .              | 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>      |

3. Для рудъ, въ породѣ которыхъ преобладаютъ углекислая известь, углекислая магнезія, закись марганца и проч. основанія, какъ напримѣръ, для известковистыхъ красныхъ желѣзняковъ, для шпатоватыхъ желѣзняковъ и т. п.:

- |                     |                                    |                            |                               |
|---------------------|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 1. Стекла . . . . . | 4 до 3                             | 2. Песка . . . . .         | 1                             |
| Извести . . . . .   | 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> до 2 | Фарфоровой глины . . . . . | 2                             |
|                     |                                    | Извести . . . . .          | 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> |

или, по Б. Керль, для известковистыхъ рудъ:

- |                    |                                    |
|--------------------|------------------------------------|
| 3. Глины . . . . . | 1 до 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> |
| Кварца . . . . .   | 2 » 4                              |

<sup>1)</sup> Handbuch d. metal. Hüttenkunde, Bd. III, S. 100.

При одновременномъ содержаніи марганца прибавляется 1 лишняя часть мѣлу.

4. Для рудъ, содержащихъ кремнеземъ и глиноземъ, какъ-то: глинистыхъ желѣзняковъ, углистыхъ желѣзняковъ и проч.:

1. Стекла . . . . .	отъ 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> до 0	2. Фарфоровой глины. . . . .	отъ 0 до 2
Извести . . . . .	» 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> » 3	Извести . . . . .	» 2 » 3
3. Мѣлу . . . . .	отъ 2 до 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>		
Фтористаго кальция . . . . .	» 2 » 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>		

при бѣдныхъ рудахъ даже и до 3 или 4 частей.

При пробахъ съ бурой, по Бруно Керль, выбираютъ слѣдующія смѣси:

1. Для чистыхъ рудъ, съ малымъ содержаніемъ землистыхъ примѣсей:

Прокаленной буры . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Мѣлу . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>

2. Для известковистыхъ рудъ:

Прокаленной буры . . . . .	отъ 3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> до 3
Мѣлу . . . . .	» 1 » 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>

3. Для кремнеземистыхъ рудъ:

Прокаленной буры . . . . .	отъ 1 до 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Мѣлу . . . . .	» 3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> » 3

## ПРОИЗВОДСТВО ПРОБЫ.

Пробы въ самодувномъ горну.—Навѣска тонкоистолченной руды въ 1 пробирный пудъ или болѣе, смотри по вмѣстимости тигля, тѣсно перемѣшивается съ надлежащимъ количествомъ стекла, извести или другихъ примѣсей. Перемѣшиваніе это производится или помощью шпателя на гласированной бумагѣ, или помощью пестика въ агатовой ступкѣ. Вся смѣсь осторожно сыпается въ высушенный тигель съ угольной набойкой и уколачивается тамъ; на эту смѣсь насыпаютъ тонкій слой фтористаго кальция, а сверху все засыпается, до самыхъ краевъ тигля, угольнымъ порошкомъ, который плотно уколачиваютъ. Иногда фтористый кальцій не употребляютъ; вмѣсто того, чтобы засыпать пробу сверху мелкимъ углемъ, иногда въ тигель вставляютъ пробку изъ древеснаго угля или пускаютъ въ ходъ набойку изъ старыхъ тиглей.

Сверху тигель или закрываютъ продиравленной глиняной крышкой, которую примазываютъ, или-же просто замазываютъ все отверстіе его глиной, и три или четыре такихъ тигля устанавливаются въ подставкахъ на одномъ



огнепостоянномъ кирпичѣ, который, въ свою очередь, ставится на рѣшетку горна. Кирпичъ этотъ обсыпается горящими углями и затѣмъ всю печь, весьма исподволь, наполняютъ горючимъ матеріаломъ (древеснымъ углемъ, коксомъ или смѣсью обонхъ, смотря по устройству печи). Гораздо-же еще лучше наполнить печь сначала всю холоднымъ углемъ и затѣмъ огонь разводить сверху. Правда въ этомъ случаѣ, требуется несравненно болѣе времени для разжиганія всего горючаго матеріала, но за-то и достигается самое постепенное повышеніе температуры въ пробѣ, и кромѣ\* того, холоднымъ горючимъ матеріаломъ несравненно удобнѣе осторожно обложить поставленные въ печь тигли и при этомъ исполнѣ избѣгать опасности опрокинуть ихъ.

Если огонь разводится снизу, то когда въ печи произойдетъ полное горѣніе, что совершается обыкновенно приблизительно черезъ 10 минутъ послѣ нагрузки, температуру въ горну понижаютъ, открывая верхнюю его крышку и закрывая нѣсколько поддувало. Это дѣлается съ тою цѣлью, чтобы дать возможность углекислотѣ и водѣ, которые находятся въ пробуемой смѣси, по возможности осторожно изъ нея выдѣлиться. При такой температурѣ горнъ поддерживается 10 минутъ, а за тѣмъ закрываютъ его крышку, открываютъ поддувало и температуру доводятъ до ярко-бѣлаго каленія. При хорошей тягѣ, въ печи, дѣйствующей коксомъ, по Нерси достаточно отъ 30 до 40 минутъ для совершеннаго расплавленія пробы, при одной нагрузкѣ горючаго. Въ горной школѣ въ Берлинѣ, гдѣ горнъ дѣйствуетъ на древесномъ углѣ и разжигается сверху, проба длится полтора часа и требуетъ двухъ нагрузокъ горючаго. Б. Керль опредѣляетъ время отъ 1½ до 2 часовъ для пробы въ печи съ хорошей тягой <sup>1)</sup>.

Когда, по истеченіи надлежащаго времени, уголь прогоритъ до уровня тиглей, то крышку въ горну открываютъ и, заперевъ поддувала, даютъ тиглямъ постепенно охладиться. Нѣкоторые оставляютъ печь закрытою до совершеннаго прогоранія углей, но мы отдаемъ предпочтеніе первому способу, такъ какъ въ послѣднемъ случаѣ, холодный воздухъ, врываясь въ печь, вдругъ охватываетъ тигли и такимъ образомъ нарушается условіе постепеннаго охлажденія. Охлажденные тигли вынимаютъ изъ горна отдѣльно или вмѣстѣ съ кирпичемъ, разбиваютъ ихъ и такимъ образомъ освобождаютъ изъ нихъ и королекъ чугуна и покрывающій его шлакъ. Послѣдній осторожно разбивается въ ступкѣ и могущіе въ немъ запутаться мелкіе желѣзные корольки извлекаются изъ него магнитомъ. Затѣмъ всѣ эти корольки взвѣшиваются.

При хорошо удавшейся пробѣ шлакъ долженъ быть безцвѣтный, прозрач-

<sup>1)</sup> Hüttenkunde, III, S. 102.

ный и стекловатый, или бѣлый, свѣтло-сѣрый или синеватый, непрозрачный, эмалевидный и несодержащій желѣзныхъ королекъ.

Королекъ долженъ имѣть темно-сѣрый цвѣтъ, въ изломѣ долженъ быть кристаллическій или половинчатый, съ гладкою поверхностью и долженъ легко отдѣляться отъ сопровождающаго его шлага.

Если-же шлагъ получается порошкообразный, или спекшійся, пузырчатый, и вдобавокъ въ массѣ своей заключаетъ тонкія частицы или мелкіе королеку желѣза, то это служитъ указаніемъ, что или температура въ горну во время пробы не была достаточно высока, или что примѣси не были надлежаще выбраны. Иногда раздробленіе чугунаго королька въ пробѣ бываетъ слѣдствіемъ того, что тигли слишкомъ рано вынимаютъ изъ печи и такимъ образомъ потрясаютъ находящіеся въ нихъ еще расплавленные вещества. Если шлагъ получается непрозрачный, нехорошо сплавленный, а металлическіе королеку имѣютъ весьма гладкую поверхность, нѣсколько ковкіи и трудно отдѣляются отъ окружающаго ихъ шлага, то это можетъ указать на избытокъ въ смѣси извести или магнезій или на недостатокъ въ ней глинозема. Если шлагъ вполнину сплавлепъ, темнаго цвѣта, а желѣзо находится въ видѣ тонкихъ пластинокъ, или если шлагъ имѣетъ смоляной блескъ, зеленый или зелено-вато-сѣрый цвѣтъ, а желѣзные королеку гладкіи и не содержатъ графита, то это служитъ признакомъ преобладанія кремнія. Въ хорошо сплавленномъ шлагѣ, полученномъ слѣдовательно изъ правильно составленной шихты, темный цвѣтъ указываетъ на богатство въ рудѣ глинозема, свѣтлый цвѣтъ указываетъ на преобладаніе въ ней извести, фіолетовый—на содержаніе въ ней марганца, а буроватый—на содержаніе магнезій<sup>1)</sup>.

Чугунные королеку, полученные при пробѣ одной и той-же руды, не должны между собой различаться въ вѣсѣ болѣе, чѣмъ на нѣсколько десятыхъ процента. Въ доказательство мы приводимъ въ слѣдующей таблицѣ результаты нѣсколькихъ пробъ, перечисленныхъ на 100 частей руды.

	Первый рядъ.				Второй рядъ.				Третій рядъ.			
Глинистый желѣзякъ . . .	32.2	32.3	32.2	32.3	32.5	32.1	32.4	31.7	32.3	32.2	32.2	—
Известковист. красн. желѣзн.	35.6	35.8	35.5	35.7	35.3	35.6	35.6	35.1	35.5	35.8	35.4	35.5
Шпатоватый желѣзякъ . .	39.8	39.7	39.9	—	39.3	39.2	39.3	39.0	39.3	39.9	39.1	39.8
Крoвавикъ. . . . .	71.2	71.9	71.0	71.8	71.3	71.6	71.8	—	71.0	71.8	71.0	71.2

<sup>1)</sup> Kerl, Hüttenkunde, Bd. III, S. 105.

Въ каждомъ ряду находятся три или четыре пробы одной и той-же руды, кои всё заразъ плавились въ одной печкѣ. Взвѣшиванія, для вѣрности, производились разными лицами.

Присутствіе въ рудѣ нѣкоторыхъ постороннихъ веществъ часто обнаруживаетъ при пробахъ весьма значительное вліяніе на существенныя свойства какъ металлическаго королька, такъ и шлака. По этому поводу были сдѣланы слѣдующія наблюденія:

*Фосфоръ.*—Корольки, получаемые при пробахъ содержащихъ фосфоръ шлаковъ, или нѣкоторыхъ озерныхъ и болотныхъ рудъ, обыкновенно бываютъ бѣлы, тверды, и хрупки.

*Стъра.*—Содержація стъру руды даютъ королекъ бѣлый или свѣтло-сѣрый, жилковатаго сложенія; шлаки весьма часто окрашены въ синій цвѣтъ. Содержаніе сѣры въ рудахъ зависитъ по преимуществу отъ сѣрнаго колчедана, гипса и тяжелаго шпата.

*Марганецъ.*—Королекъ съ поверхности гладкій, не содержитъ графита, твердый, подъ молоткомъ легко ломается, обнаруживая былый, кристаллическій, или плотно-зернистый изломъ. Шлакъ стекловатый, прозрачный, по цвѣту похожій на аметистъ или янтарь, или непрозрачный, эмалевый, желтовато-зеленаго или бурога цвѣта. Подобные продукты часто получаютъ при пробахъ шпатоватыхъ желѣзняковъ и нѣкоторыхъ отличій земляныхъ бурыхъ желѣзняковъ.

*Титанъ.*—Королекъ гладкій, легко разбивающійся подъ молоткомъ, изломъ темно-сѣрый, матовый, иногда кристаллическій. Онъ плотно пристаеъ къ шлаку, который часто имѣетъ смоляной блескъ, черный цвѣтъ и съ поверхности бываетъ морщиноватымъ. Кромѣ того, весьма часто, какъ поверхность шлака, такъ и самаго королька, бываетъ покрыта тонкой пленкой сперодо-азотистаго титана, мѣднаго цвѣта. Шлакъ часто бываетъ и стекловатый, съ синимъ отливомъ.

*Хромъ.*—Иногда королекъ бываетъ гладкій, хорошо сплавленный, съ блестящимъ кристаллическимъ изломомъ, оловянно бѣлаго цвѣта; иногда онъ бываетъ бѣлый, дурно сплавленный, или губчатый и свѣтло-сѣраго цвѣта, смотря по количеству заключающагося въ немъ хрома. Весьма многіе сплавы желѣза и хрома чертятъ стекло. Шлакъ темный, съ смолянымъ блескомъ и часто окруженный тонкимъ металлическимъ слоемъ.

Пробы въ печахъ съ дутьемъ.—Главнѣйшимъ образомъ пробы эти отличаются отъ производящихся въ самодувномъ горну тѣмъ, что при нихъ тигли или вставляются дномъ въ кварцевый песокъ, или примазываются непосредственно къ огнестоянному кирпичу, служащему подставкой. При пробахъ въ Зефстремскомъ горну необходимо наблюдать, чтобы тигли находились непосредственно противъ сопелъ, такъ чтобы струя дуваемаго воздуха

ударилъ въ то мѣсто ихъ, гдѣ предполагается королекъ. Дутье должно производиться со всевозможною осторожностью, чтобы чрезъ то достигнуть по возможности постепеннаго повышенія температуры. При этихъ условіяхъ, находящаяся въ рудѣ окись желѣза возстапавливается раньше, чѣмъ начнется дѣйствіе сродства кремнезема. Если-же температуру повысить вдругъ, то можетъ образоваться кремнекислая соль желѣза, которая возстапавливается чрезвычайно трудно. Получаса или сорока пяти минутъ вполне достаточно для производства пробы.

Пробы въ тигляхъ везъ пайбойки. — Эти пробы въ Англіи производятся весьма часто. Для нихъ употребляются, какъ и въ предыдущихъ способахъ, или сырыя или обожженные руды, и навѣска берется приблизительно отъ 6 до 60 граммовъ (100 до 1000 грапъ). Какъ примѣсъ, при нихъ большею частью употребляется смѣсь глинистаго сланца съ известью, или стекла съ известью, наблюдая въ нихъ количественныя отношенія, сообразно приведеннымъ нами выше правиламъ. Но кромѣ того, при этихъ пробахъ руда перемѣшивается еще съ порошкомъ древеснаго угля, или кокса, или антрацита. Количество этихъ возстапавливающихъ веществъ должно быть нѣсколько болѣе того, какое окажется по расчету необходимымъ для возстапвленія окиси желѣза; 100 частей по вѣсу окиси желѣза требуютъ для своего возстапвленія  $22\frac{1}{2}$  ч. углерода. Необходимые для этихъ пробъ сосуды — или графитовые тигли, или глиняные корнваллійскіе. Графитовые тигли способны выдерживать болѣе высокую температуру и могутъ служить нѣсколько разъ, тогда какъ глиняные тигли иногда въ печи размягчаются, такъ что ихъ необходимо весьма осторожно охлаждать, прежде чѣмъ выпутъ изъ печи. При употребленіи графитовыхъ тиглей шлаки получаютъ безъ содержанія желѣза, а королекъ — темносѣраго цвѣта и содержащій графитъ. Весьма часто однако листочки графита на наружной поверхности шлака смѣшиваются съ частицами желѣза.

Тигли покрываются крышками, которыя примазываются, а за-тѣмъ ставятся въ печь, дѣйствующую коксомъ или антрацитомъ, и доводится до бѣлокалильнаго жара. Приблизительно по истеченіи часа проба оканчивается. При хорошо веденой пробѣ шлаки должны получаться стекловатые и прозрачные, и при проходящемъ свѣтѣ имѣть слегка зелеповатое или сѣроватое окрашиваніе. Королекъ долженъ быть хорошо сплавленъ. И при этихъ пробахъ, какъ и при предыдущихъ, необходимо шлаки измельчать и извлекать магнитомъ могущіе въ нихъ зачутаться мелкіе королекки желѣза.

Для примѣра приводимъ здѣсь результаты двухъ пробъ краснаго желѣзнака изъ Ульверстона, пробы эти произведены въ корнваллійскихъ тигляхъ.

I		II	
	Граммы.		Граммы.
Руды . . . . .	32.39	Руды . . . . .	32.39
Глинистаго сланца. . .	16.19	Стекла. . . . .	12.95
Извести . . . . .	19.43	Извести . . . . .	19.43
Антрацитоваго порошка.	7.77	Антрацитоваго порошка	7.77
Общій вѣсъ . . . . .	75.78	Общій вѣсъ. . . . .	72.54
Вѣсъ полученнаго желѣза	22.54	Вѣсъ получен. желѣза	22.34
Желѣзо въ процентахъ .	69.5	Желѣзо въ процентахъ	69.0

Изломъ королька имѣлъ свѣтло-сѣрый цвѣтъ.

Весьма часто прибѣгаютъ къ пробамъ сухимъ путемъ для опредѣленія количества примѣсей, которыя должны быть потомъ введены въ доменную плавку. Эти пробы непременно должны производиться въ тигляхъ съ набойкой изъ древеснаго угля, графита или другихъ углестыхъ веществъ, которыя предупреждаютъ соприкосновеніе руды со стѣнками тигля, могущими иначе оказать замѣтное вліяніе на плавкость руды. Флюсы при этихъ пробахъ должны употребляться непременно тѣ-же, какіе предлагаютъ употреблять и въ большемъ видѣ.

## 2. ПРОБЫ МОКРЫМЪ ПУТЕМЪ.

Между довольно многими предложенными способами пробованія желѣзныхъ рудъ мокрымъ путемъ, въ практикѣ имѣютъ приложение только три, какъ дающіе особенно точные результаты и отличающіеся наибольшою простотою. Само собою разумѣется, что и изъ этихъ трехъ способовъ каждый имѣетъ свои достоинства и свои недостатки, на которые ниже мы обратимъ вниманіе, чтобы чрезъ то облегчить читателямъ выборъ того или другаго способа, въ случаѣ если имъ самимъ придется примѣнять ихъ къ дѣлу.

### А. ПРОБЫ ПО ОБЪЕМУ.

Двѣ изъ только что упомянутыхъ нами пробъ мокрымъ путемъ опредѣляютъ содержаніе желѣза въ рудѣ объемомъ израсходованныхъ на нихъ растворовъ, одна—кислаго-хромовокислаго кали, а другая—марганцовокислаго кали (хамелеона). Каждая изъ этихъ пробъ состоитъ изъ слѣдующихъ манипуляцій :

1. Растворенія руды въ хлористоводородной или слабой сѣрной кислотѣ.
2. Превращенія заключающейся въ рудѣ окиси желѣза въ закись.
3. Перевода этой полученной закиси обратно въ окись при помощи титрованной жидкости и вычисленія, по объему этой послѣдней, содержанія желѣза въ рудѣ.

Первыя двѣ изъ этихъ манипуляцій, какъ совершенно общія для обоихъ способовъ пробованія, могутъ быть здѣсь вообще для нихъ обоихъ и описаны.

## 1. РАСТВОРЕНІЕ.

Въ раствореніе поступаетъ руда въ видѣ возможно мелкаго порошка, просушеннаго при  $100^{\circ}$  или  $120^{\circ}$  Ц. Лучше всего растворять руду въ колбѣ, въ которой можно-бы было впоследствии произвести и остальные манипуляціи. Растворимость рудъ бываетъ различна, наиболѣе-же трудно растворяются желѣзные блескъ и красный желѣзнякъ. Чѣмъ труднѣе растворяется руда, тѣмъ до наиболѣе тонкаго состоянія долженъ быть доведенъ порошокъ ея навѣски и тѣмъ крѣпче должны быть употребляемыя для нея кислоты. Въ то время, какъ для полнаго растворенія бурыхъ, шпатоватыхъ и глинистыхъ желѣзняковъ достаточно небольшого только количества хлорпестоводородной или сѣрной кислотъ средней крѣпости, для красныхъ, а также и магнитныхъ желѣзняковъ, необходимо брать самую крѣпкую хлорпестоводородную кислоту, и при томъ въ довольно значительномъ количествѣ. Кипяченіе способствуетъ растворенію; при раствореніи красныхъ желѣзняковъ иногда необходимо поддерживать его въ теченіи даже нѣсколькихъ часовъ. Азотная кислота, равно какъ и царская водка, ни въ какомъ случаѣ употребляемы быть не должны. Для увеличенія растворимости нѣкоторыхъ сортовъ красныхъ и магнитныхъ желѣзняковъ навѣску ихъ, передъ раствореніемъ, лучше прокаливать втеченіи 10 или 15 минутъ въ атмосферѣ водорода или углеродистаго водорода. Операцию эту удобно можно выполнить, по способу Розе, въ тигль, закрытомъ продиравленной крышкою, чрезъ которую и притекаетъ постоянно по трубкѣ газъ. Возстановленная такимъ образомъ руда не представляетъ уже затрудненій при раствореніи. Фрезениусъ <sup>1)</sup>, для облегченія растворимости нѣкоторыхъ рудъ, совѣтуетъ ихъ предварительно сплавлять съ кислымъ сѣрнокислымъ кали, и затѣмъ растворять въ слабой сѣрной кислотѣ. Сплавленіе это должно производиться при осторожно повышающейся температурѣ, которая подъ конецъ операции доводится до бѣло-калильнаго жара. Но причинъ заключающихся въ нѣкоторыхъ углистыхъ и глинистыхъ желѣзнякахъ органическихъ веществъ, окрашивающихъ собою нерастворимый остатокъ, трудно бываетъ замѣтить когда вся окись желѣза растворится. Мы считаемъ вполне достаточнымъ, если такая руда, въ видѣ весьма тонкаго порошка, будетъ кипѣть въ кислотѣ втеченіи 20 или 30 минутъ. Остающееся иногда

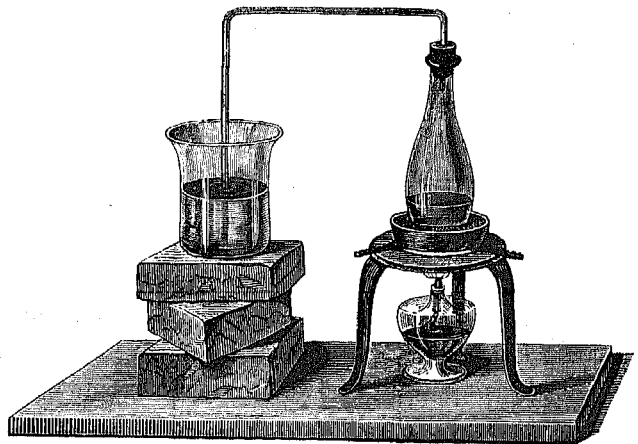
<sup>1)</sup> Quantitative Analyse; 1863, S. 791.

въ нерастворимомъ остаткѣ желѣзо, по преимуществу то, которое входитъ въ составъ руды въ видѣ сѣрнаго колчедана; рѣдко превосходить 0.5 проц. относительно первоначально взятаго количества руды, и потому можетъ быть оставлено безъ вниманія. Но во всякомъ случаѣ будетъ лучше, если подобныя руды хорошенько пожечь и тѣмъ перевести находящеяся въ колчеданѣ желѣзо въ растворимое окисленное состояніе, и тогда снова повторить пробу.

Для всѣхъ пробъ минеральнымъ хамелеономъ должно сѣрною кислотѣ, какъ растворяющему средству, отдать полное предпочтеніе передъ хлористоводородной.

Весьма часто является необходимость опредѣлить въ рудѣ не общее содержаніе желѣза, но порознь указать на количество закиси и окиси его. Въ этихъ случаяхъ, раствореніе должно производиться по возможности безъ доступа воздуха, чтобы чрезъ то предупредить могущій послѣдовать переходъ находящейся въ рудѣ закиси желѣза въ окись. Проводить въ сосудѣ, въ которомъ производится раствореніе, струю углекислоты изъ особаго прибора, не всегда удобно, потому что требуетъ установки постороннихъ приборовъ. Той-же цѣли можно достигнуть и несравненно проще, стоитъ только кислоту влить въ колбу, прокипятить ее хорошенько для вытѣсненія изъ нея воздуха, а затѣмъ бросить въ нее кусочекъ кислаго углекислаго натра. Когда вся колба наполнится углекислою, въ нее осторожно сыпаютъ навѣску руды, а колбу закрываютъ каучуковой пробкой, чрезъ которую проходитъ газоотводная трубка, изогнутая двумя колѣнами. Другой конецъ этой трубки,

Фиг. 13.



какъ видно на фиг. 13, опускаютъ въ стаканъ, наполненный прокипяченной водой. Когда раствореніе руды окончилось, лампу изъ подъ колбы отнимаютъ, и тогда вода изъ стакана по газоотводной трубкѣ проходитъ въ колбу и наполняетъ ее до тѣхъ поръ, пока конецъ трубки остается въ нее погруженнымъ. Этимъ путемъ

достигается разбавленіе находящагося въ колбѣ раствора до желаемой крепости, а вмѣстѣ съ тѣмъ и охлажденіе его. Для опредѣленія въ рудѣ порознь закиси и окиси необходимо дѣлать двѣ пробы, первая укажетъ на

количество желѣза, соответствующаго закиси, а вторая—на общую его сумму; разность дастъ количество его, соответствующее окиси.

Руды, предназначенныя для пробъ кислымъ-хромовокислымъ кали, и тѣ, которыя предполагается пробовать хамелеономъ, не должны быть растворимы въ одинаковыхъ количествахъ кислоты: избытокъ кислоты ни мало не вредитъ тѣмъ растворамъ, которые пробуются кислымъ-хромовокислымъ кали, тогда какъ для пробъ хамелеономъ, испытуемый растворъ долженъ имѣть только слабо-кислыя свойства, а потому и руды для этихъ послѣднихъ пробъ должны быть растворимы въ возможно маломъ количествѣ кислоты, или, если это невозможно, то избытокъ послѣдней долженъ быть уравниваемъ углекислымъ натромъ. Въ особенности необходимо это тогда, когда для растворенія употребляется хлористоводородная, а не сѣрная кислота.

## 2. Раскисленіе.

Во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ имѣютъ цѣлью опредѣленіе въ рудѣ всего количества желѣза, а не отдѣльно его закиси, необходимо, чтобы вся окись желѣза, которая или прямо находилась въ рудѣ, или явилась продуктомъ окисленія закиси во время растворенія руды въ кислотахъ, была превращена въ закись. Для этого раскисленія употребляются въ практикѣ слѣдующія вещества:

*Цинкъ.*—Назначенный для раскисленія окиси желѣза цинкъ долженъ совершенно не содержать въ себѣ желѣза, или, если такого достать невозможно, то содержаніе его въ немъ должно быть точно опредѣлено, и при пробахъ должно вводить отвѣшенное количество такого цинка. Продажный цинкъ въ большей части случаевъ содержитъ желѣзо, количество котораго весьма нерѣдко доходитъ до 0.1 проц. Такой цинкъ лучше перегонять въ глиняныхъ ретортахъ, передъ употребленіемъ въ пробахъ желѣзныхъ рудъ и тѣмъ избавить его отъ находящагося въ немъ желѣза. Свинецъ принадлежитъ также къ числу обыкновенныхъ спутниковъ продажнаго цинка; количество его наименѣе значительно въ листовомъ цинкѣ. При раствореніи цинка въ слабой хлористоводородной кислотѣ свинецъ является въ видѣ чернаго нерастворимаго остатка и не оказываетъ ни малѣйшаго вліянія на точность пробы.

Предназначенный для употребленія при желѣзныхъ пробахъ цинкъ, расплавляютъ въ тиглѣ, при температурѣ слабого краснаго каленія, и выливаютъ съ нѣкоторой высоты въ горячую воду, при чемъ онъ получается въ видѣ небольшихъ зеренъ (*bean shot*). Вылитый подобнымъ-же образомъ въ холодную воду, онъ является болѣе перистымъ (*feathered shot*) и въ такомъ видѣ менѣе удобенъ къ употребленію. Съ одинаковымъ успѣхомъ могутъ идти въ дѣло также и обрѣзки отъ цинковыхъ листовъ.



Кислотный растворъ руды нагревають, прибавляютъ къ нему кусочекъ кислаго углекислаго натра, чтобы образовать внутри сосуда углекислую атмосферу, а за тѣмъ бросаютъ въ него по немногу зернышки цинка. По мѣрѣ перехода окиси желѣза въ закись (или дву-трехъ-хлористаго желѣза въ однохлористое), цвѣтъ раствора постепенно блѣднѣетъ. Когда наконецъ исчезнетъ и зеленое окрашиваніе его, въ которое онъ постепенно переходитъ изъ бурого или желтаго, то подогреваніе все-таки поддерживаютъ до окончательнаго растворенія цинка, а затѣмъ растворъ разбавляютъ въ той же колбѣ большой массой воды. Нѣкоторые пробиреры переливаютъ растворъ изъ той колбы, гдѣ совершалось возстановленіе, въ другую, для освобожденія его отъ нерастворившагося еще цинка, но мы посоветуемъ при этихъ пробахъ по возможности избѣгать всякихъ переливаній, полосканій и проч. Необходимо только наблюдать, чтобы весь цинкъ непремѣнно былъ переведенъ въ растворъ передъ производствомъ титрованія, потому что иначе онъ во время самой пробы будетъ дѣйствовать возстановляюще и будетъ причиной невѣрности пробы, которая въ этомъ случаѣ покажетъ количество желѣза болѣе истиннаго.

*Однохлористое олово.* — Въ горячихъ растворахъ однохлористое олово раскисляетъ окись желѣза еще легче и быстрѣе, нежели цинкъ. И въ этомъ случаѣ обезцвѣчиваніе раствора служитъ признакомъ окончанія реакціи. Однохлористое олово приливается къ желѣзному раствору по каплямъ изъ пипетки до тѣхъ поръ, пока окрашиваніе раствора не сдѣлается уже весьма слабымъ; тогда, до окончательнаго обезцвѣчиванія, послѣ каждой вновь прилитой капли даютъ секунду постоять раствору; этимъ путемъ избѣгаютъ прилитіи реактива въ избыткѣ, а слѣдовательно избѣгаютъ и всякаго со стороны его вліянія на результатъ пробы. Для опредѣленія избытка однохлористаго олова въ растворѣ хотя и существуютъ весьма чувствительные реактивы, какъ напр. растворъ іода въ іодистомъ калиѣ и крахмалѣ <sup>1)</sup>, но они въ этомъ-то случаѣ употреблены быть не могутъ.

*Сѣрнистокислый натръ.* — Соль эта можетъ быть употреблена въ дѣло или въ видѣ кристалловъ или въ растворѣ; но во всякомъ случаѣ ее должно предохранять по возможности отъ доступа воздуха, изъ котораго она поглощаетъ кислородъ и затѣмъ становится негодною къ употребленію. Возстановленіе ею производится слѣдующимъ образомъ: кислотный растворъ желѣзной руды разбавляютъ холодной водой, прибавляютъ къ нему сѣрнистокислаго натра и слегка подогревають до совершеннаго его обезцвѣчиванія; затѣмъ его быстро доводятъ до кипѣнія и поддерживаютъ въ такомъ положеніи до тѣхъ поръ, пока ни прекратится выдѣленіе изъ него сѣрнистой кислоты, легко узнаваемой по запаху. Для того, чтобы убѣдиться окончательно, не

<sup>1)</sup> Fresenius, Quantitative Analyse, S. 243.

осталось ли въ растворѣ сѣрнистой кислоты, слѣдуетъ къ нему прибавить кусочекъ цинка, и если остались тамъ хотя слѣды сѣрнистоокислаго натра, тотчасъ-же слышится запахъ сѣрнистаго водорода.

Этотъ способъ раскисленія имѣетъ одинаковые недостатки съ однохлористымъ оловомъ, т. е. что избытокъ раскисляющаго реактива какъ въ томъ такъ въ другомъ случаѣ не остается безъ вліянія на результатъ пробы. Передъ хлористымъ оловомъ сѣрнистоокислый натръ имѣетъ то неудобство, что при немъ необходимо прибѣгать къ кипяченію, и самое раскисленіе совершается медленно, но за-то онъ имѣетъ и то преимущество, что при немъ избытокъ раскисляющаго вещества можетъ быть легко удаленъ, тогда какъ при однохлористомъ оловѣ это почти невозможно.

Сѣрнистоокислый амміакъ можетъ быть также употребляемъ для этой цѣли, но только онъ еще болѣе непроченъ.

Во всѣхъ случаяхъ легко узнать все-ли желѣзо переведено въ закись, стоитъ только взять каплю испытуемаго раствора и смѣшать на фарфоровой пластинкѣ съ каплей сѣрносинеродистаго калия. Кровянокрасный цвѣтъ укажетъ на присутствіе окиси.

Раскисненный растворъ разбавляютъ холодной водой, и если раствореніе производилось въ хлористоводородной кислотѣ, то его подкисляютъ сверхъ того слегка сѣрною кислотой и такимъ образомъ доводятъ до такого состоянія, въ которомъ онъ годенъ для испытанія титрованными растворами.

### 3. Анализъ мѣрью.

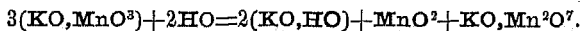
#### а. Приготовленіе титрованныхъ жидкостей.

1. *Кислое хромовокислое кали.*  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .—Находящаяся въ продажѣ у драгетовъ соль эта достаточно чиста; въ случаѣ-же надобности ее можно перерешить кристаллизациею. Соль эту расплавляютъ въ фарфоровомъ тиглѣ, выливаютъ оттуда въ фарфоровую чашку и даютъ охладиться подъ эксикаторомъ, при чемъ она сама собою растрескивается, и въ такомъ видѣ отъ нея навѣшиваютъ необходимое количество <sup>1)</sup>). Растворяя  $\frac{1}{10}$  эквивалента или 14.759 грамм. этой соли въ 1 литрѣ перегнанной воды, получаютъ растворъ, который въ состояніи перевести 0.6 эквивалента, или 16.8 грам. желѣза изъ закиси въ окись. Такимъ образомъ каждый кубическій сантиметръ этого раствора соотвѣтствуетъ 0.0168, грам. желѣза; или если растворить 8.785 грам. соли, то каждый кубич. сантиметръ раствора будетъ соотвѣтствовать 0.01 грам. желѣза, или, въ каждомъ граммѣ руды будетъ

<sup>1)</sup> Fresenius, S. 235.

заключаться столько процентовъ желѣза, сколько на него израсходовано кубическихъ сантиметровъ раствора. Сохраняя растворъ кислаго хромовокислаго кали въ хорошо закрытыхъ банкахъ, его можно держать годъ и болѣе безъ малѣйшаго измѣненія. Хотя при этомъ отчасти вода и испаряется изъ раствора, но она скопляется тутъ-же въ пустой части банки и дѣлаетъ только необходимымъ взбалтываніе раствора передъ его употребленіемъ. Намъ случилось однажды оставить подобный растворъ, 1000 частей котораго, въ мартѣ 1858 года, соответствовали 9.865 частямъ желѣза; въ маѣ-же 1860 года 1000 ч. его соответствовали 9.888 ч. желѣза.

2. *Марганцовокислое кали или минеральный хамелеонъ.  $\text{KO, Mn}^2\text{O}^7$ .* — Въ фарфоровомъ, глиняномъ или желѣзномъ тиглѣ сплавляютъ вмѣстѣ 2 ч. по вѣсу ѣдкаго кали и 1 ч. хлорноватокислаго кали. Когда масса совершенно расплавится, прибавляютъ къ ней 2 части тонкоизмельченной, чистой перекиси марганца и всю массу перемѣшиваютъ желѣзнымъ прутикомъ. Масса при этомъ становится твердою, тогда жаръ усиливаютъ до вторичнаго ея расплавленія, за тѣмъ ее охлаждаютъ и обрабатываютъ приблизительно 40 ч. по вѣсу воды. Черезъ полученный растворъ пропускаютъ втеченіи нѣсколькихъ дней струю углекислоты, даютъ ему отстояться и наконецъ сливаютъ. Образовавшееся при плавленіи марганцовокислотное кали разлагается при стояніи подъ водой на перекись марганца, водную окись калия и марганцовокислое кали:



Пропусканіе углекислоты необходимо для насыщенія избытка окиси калия, который иначе повлечь-бы разложеніе раствора.

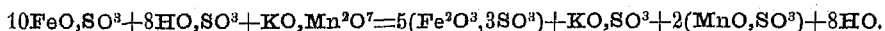
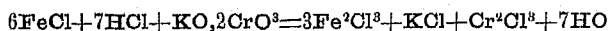
Этотъ растворъ можно прямо употреблять въ дѣло, но будетъ гораздо лучше, если его окристаллизовать, и ужъ полученные кристаллы, по мѣрѣ надобности, растворять въ водѣ. По этому растворъ обыкновенно сгущаютъ выпариваніемъ, охлаждаютъ его, и полученные при этомъ кристаллы отдѣляютъ отъ приставшаго къ нимъ маточнаго щелока, просушивая ихъ на гипсовой пластинкѣ. Крѣпость титрированной жидкости хамелеона стараются обыкновенно придать такую, чтобы 10 или 15 куб. сантиметровъ ея соответствовали 0.1 грам. желѣза.

#### ОПРЕДѢЛЕНІЕ ТИТРА.

Хотя, растворяя опредѣленный вѣсъ кислаго хромовокислаго кали или марганцовокислаго кали въ извѣстномъ объемѣ воды и можно достаточно вѣрно сказать, какому количеству желѣза будетъ соответствовать каждый

извѣстный объемъ этой жидкости, тѣмъ не менѣе несравненно лучше, и даже необходимо, примымъ опытомъ опредѣлять крѣпость титрированнаго раствора. Это становится тѣмъ болѣе неизбѣжнымъ, что при долгомъ стояннн раствора кислаго хромовокислаго кали вода можетъ частью изъ него испариться, и чрезъ то крѣпость его увеличится, при стояннн-же раствора хамелеона, онъ частью можетъ разложиться и чрезъ то сдѣлаться слабѣе. По этому-то и необходимо время отъ времени непосредственнымъ опытомъ провѣрить крѣпость раствора.

Въ обоихъ случаяхъ пробованія, находящаяся въ растворѣ закись желѣза, превращается дѣйствіемъ титрированнаго раствора въ окись; совершающіяся реакціи могутъ бѣть выражены слѣдующими уравненіями:



Для опредѣленія крѣпости (*титра*) этихъ титрированныхъ растворовъ употребляютъ или металлическое желѣзо, или соль желѣзной закиси, или наконецъ щавелевую кислоту. Для опредѣленія титра хамелеона могутъ быть употреблены всѣ эти вещества, тогда какъ для кислаго хромовокислаго кали—только первыя два.

*Желѣзо.* — Для опредѣленія титра желѣзомъ лучше всего употреблять фортепьянныя струны, которыя представляютъ собой желѣзо наиболѣе чистое и содержатъ приблизительно 99.5 проц. <sup>1)</sup> чистаго желѣза, а остальные 0.5 проц. состоятъ изъ небольшого количества углерода, кремнія и проч. Это желѣзо, для практическаго примѣненія при опредѣленн титра, можно считать за совершенно чистое. Для опредѣленія-же титра растворовъ, предназначенныхъ для самыхъ точныхъ разложеній, необходимо брать желѣзо, осажденное гальваническимъ путемъ, которое обыкновенно вовсе не содержитъ постороннихъ веществъ и можетъ быть разсматриваемо, какъ химически чистое. Опредѣлявл. титръ растворовъ помощью этого желѣза, Перси дѣлалъ анализъ желѣзной проволоки, которую онъ передъ тѣмъ обыкновенно употреблялъ для той-же цѣли; содержаніе въ ней металлическаго желѣза оказалось: 99.534, 99.420, 99.706, 99.592 и 99.537 проц.

Отвѣсивъ отъ проволоки приблизительно 0.2 гр., ее растворяютъ въ длинной ретортѣ въ сѣрной кислотѣ. Раствореніе это производится или въ атмосферѣ углекислоты, для чего въ колбу бросаютъ кусочекъ кислаго углекислаго натра, или просто въ воздухѣ. Такъ какъ въ последнемъ случаѣ желѣзо можетъ при растворенн отчасти окислиться, то не мѣшаетъ послѣ того пустить въ дѣло одно изъ вышепоименованныхъ возстановляющихъ средствъ.

<sup>1)</sup> По Фрезеніусу—99.7 проц.

За тѣмъ растворъ разбавляютъ приблизительно 200 куб. сантиметр. холодной воды и приступаютъ къ титрованію, соблюдая при этомъ всѣ правила, о которыхъ будетъ говорено ниже. Раздѣляя число, выражающее навѣску проволоки (0.2) на число кубическихъ сантиметровъ израсходованнаго раствора, опредѣляютъ количество желѣза, которое можетъ быть превращено изъ закиси въ окись однимъ кубическимъ сантиметромъ раствора.

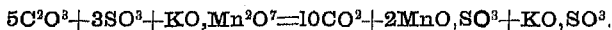
*Соли закиси желѣза.* Чаще другихъ употребляются для этой цѣли желѣзный купоросъ и двойная сѣрнокислая соль закиси желѣза и окиси аммонія. Обыкновенный продажный купоросъ для этой цѣли негоденъ, такъ какъ онъ бываетъ обыкновенно нѣсколько окисленъ съ поверхности; но если его предварительно очистить сѣрнистымъ водородомъ, по правиламъ, указаннымъ уже нами на стр. 146, то тогда онъ съ успѣхомъ можетъ быть употребленъ въ дѣло. Въ этомъ состояніи составъ его вполне соответствуетъ формулѣ  $\text{FeO}, \text{SO}^3 + 7\text{HO}$ , и онъ содержитъ 20.14 проц. металлическаго желѣза. Туккей приготовилъ эту соль по описанному на стр. 145 — 146 способу. Опредѣляя въ ней количество желѣза растворомъ кислаго хромовокислаго кали, титръ котораго предварительно былъ найденъ при помощи гальванически-осажденнаго желѣза, онъ нашелъ его равнымъ 20.14 и 20.13 проц. Когда же титръ раствора былъ выведенъ при помощи желѣзной проволоки, то число для желѣза въ купоросѣ (безъ поправки) вышло равнымъ 20.22 проц., слѣдовательно ошибка составляла 0.08 проц. приращенія.

*Двойная соль сѣрнокислой закиси желѣза и сѣрнокислой окиси аммонія.*—Составъ ея  $\text{NH}^4\text{O}, \text{SO}^3 + \text{FeO}, \text{SO}^3 + 6\text{HO}$ . Она бываетъ окристаллована въ хорошо выполненные кристаллы, весьма удобно получается въ чистомъ состояніи, хорошо сохраняется на воздухѣ и содержитъ  $\frac{1}{7}$  часть или 14.286 проц. по вѣсу желѣза. Недостатокъ этой соли заключается лишь въ томъ, что ее трудно бываетъ вполне освободить отъ гигроскопической влажности. Всего лучше для этой цѣли измельчать кристаллы ея въ порошокъ, который за-тѣмъ сжимать между пропускной бумагой. При всякомъ другомъ искусственномъ просушиваніи, даже въ безвоздушномъ пространствѣ, соль эта отчасти окисляется. Когда, при подобныхъ условіяхъ, желали просушить навѣску этой соли втеченіи четырнадцати дней, то она приняла желтовато-бурый оттѣнокъ и по пробѣ содержала только 14.116 проц. желѣза, соответствующихъ закиси, остальное его количество перешло въ окись.

Готовятъ эту соль чрезъ выпариваніе смѣси водныхъ растворовъ желѣзнаго купороса и сѣрнокислаго амміака. Для опредѣленія титра отвѣшиваютъ около 1.4 грам. этой соли, растворяютъ приблизительно въ 200 куб. сантиметрахъ холодной воды и прибавляютъ къ раствору около 20 куб. сантиметровъ слабой сѣрной кислоты. Вѣсъ соли, раздѣленный на семь разъ взятое число кубическихъ сантиметровъ титрованного раствора, укажетъ то

количество желѣза, которое превращается изъ закиси въ окись однимъ куб. сантиметромъ этого раствора.

*Щавелевая кислота.*—Изъ обыкновенной, продажной, щавелевой кислоты готовить совершенно чистую, растворяя первую въ слегка теплой водѣ, такъ чтобы нѣкоторое количество ея осталось нераствореннымъ, и затѣмъ, процеживая и вываривая полученный растворъ. Кристаллы просушиваютъ при обыкновенной температурѣ на пропускной бумагѣ. Составъ ихъ  $C^2O^3$ ,  $HO+2HO$ , а эквивалентъ 63. Навѣску ея въ 6.3 грам. растворяютъ въ 1 литрѣ воды и отфильтровываютъ отъ всего количества 50 куб. сантиметровъ, которые слѣдовательно будутъ заключать въ себѣ 0.315 грам. окристаллованной щавелевой кислоты. Это количество раствора разбавляютъ водой, подкисляютъ слегка сѣрной кислотой, употребляя ея для этой цѣли отъ 6 до 8 куб. сантим., и нагреваютъ до  $60^\circ$  Ц. Отъ прилитія къ этому раствору раствора хамелеона, щавелевая кислота превращается въ угольную:



Одинъ эквивалентъ щавелевой кислоты соответствуетъ въ этомъ случаѣ двумъ эквивалентамъ желѣза:



а слѣдовательно каждые 50 кубич. сантим. воднаго раствора, содержащія 0.315 грам. щавелевой кислоты = 0.28 гр. желѣза. Раздѣляя 0.28 на число израсходованныхъ куб. сантим. раствора, получаютъ количество желѣза, которое однимъ куб. сантиметромъ этого раствора можетъ быть превращено изъ закиси въ окись.

Для вѣрности пробы необходимо, чтобы щавелевая кислота была совершенно чиста и суха, и послѣднее изъ этихъ двухъ условій достигается довольно трудно.

### ПРОИЗВОДСТВО ПРОВЫ.

а. *Кислымъ хромовокислымъ кали.*—Способъ опредѣленія количественнаго содержанія въ рудахъ желѣза, помощью титрованного раствора кислаго хромовокислаго кали, былъ впервые предложенъ д-ромъ Пенни въ Глазгофѣ. Берутъ навѣску руды въ одинъ граммъ, растворяютъ ее въ соляной кислотѣ, восстанавливаютъ содержащуюся въ ней желѣзную окись однимъ изъ выше нами показанныхъ способовъ, разбавляютъ растворъ водой и еще подкисляютъ кислотой, а затѣмъ переливаютъ его въ лабораторный стаканъ, куда при-

ливаютъ изъ бюретки также и титрованный растворъ. Жидкость въ стаканѣ постоянно помѣшивается стеклянной палочкой; образующаяся въ ней окись хрома сообщаетъ ей зеленый цвѣтъ, который, по мѣрѣ прибавленія титрованного раствора становится темнѣе и темнѣе, и въ то-же время, по мѣрѣ приближенія операциі къ концу, красный цвѣтъ прибавляемаго титрованного раствора исчезаетъ все медленнѣе. Если при этомъ растворъ принимаетъ желтый или красноватый оттѣнокъ, то это служитъ доказательствомъ, что въ немъ недостаточно свободной кислоты и поэтому дальнѣйшее возстановленіе хромовой кислоты приостановилось; этотъ недостатокъ должно тотчасъ-же пополнить, подкисляя снова растворъ. Для опредѣленія момента, когда вся закись желѣза превратится въ окись, при пробахъ кислымъ хромовокислымъ кали необходимъ другой растворъ (*test solution*) изъ 0.15 или 0.20 грам. красного синильнаго кали въ  $\frac{1}{2}$  литръ воды. Растворъ этотъ берутъ стеклянной палочкой и располагаютъ въ видѣ капель, изъ коихъ каждая не должна превосходить  $\frac{1}{8}$  дюйма въ діаметрѣ, на фарфоровой плиткѣ или просто на глиняной бумагѣ. Время отъ времени захватываютъ, также стеклянной палочкой, капли испытуемаго раствора и смѣшиваютъ ихъ съ только что названными каплями. Если при этомъ капля принимаетъ густой синій цвѣтъ (турбиоловой сини), то можно смѣло продолжать приливать титрованный растворъ, если-же окрашиваніе получается слабое, то приливаніе послѣдняго раствора должно производить съ большою осторожностью и такъ продолжать до тѣхъ поръ, пока капля испытуемаго раствора, при смѣшеніи съ каплей раствора красного синильнаго кали, не дастъ и слѣдовъ синяго окрашиванія. Тогда пробу должно считать оконченною и замѣтить число израсходованныхъ кубическихъ сантиметровъ титрованного раствора. Для повѣрки, послѣ того можно прилить красного синильнаго кали и прямо въ стаканъ, въ которомъ находится испытуемый растворъ, и въ этомъ случаѣ не должно произойти ни малѣйшаго синяго окрашиванія, во время-же опыта въ стаканъ этотъ ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ опускать, не обтеревъ, даже ту палочку, которая прикасалась къ раствору синильнаго кали.

Органическія вещества, которыя весьма часто сопровождаютъ желѣзные руды, не оказываютъ никакого химическаго дѣйствія на пробу; но когда количество ихъ велико, какъ напримѣръ въ нѣкоторыхъ образцахъ углистыхъ желѣзняковъ, то они сообщаютъ растворамъ темный цвѣтъ и чрезъ то препятствуютъ вѣрному наблюденію за окрашиваніемъ ихъ при окончаніи процесса титрованія. Подобные растворы можно хотя отчасти освѣтлить процѣживаніемъ. Процѣживаніе должно производить или до возстановленія желѣза, или послѣ него. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ необходимо положить въ воронку кусочекъ цинка и сверху постоянно закрывать ее часовымъ стекломъ, а самое цѣженіе вести по возможности быстро. Также можно подобныя руды, передъ пробую,

пожигать на шерберѣ подѣ муфелемъ или на бунзеновской газовой горѣлкѣ. Всѣ нерастворимыя постороннія вещества, сопровождающія руду, какъ примѣръ кремнеземъ, земли, кремнекислыя соединенія и проч., остаются безъ всякаго вліянія на ходъ пробы, а потому и нѣтъ никакой надобности удалять ихъ изъ раствора.

Чтобы показать читателямъ, на сколько согласуются результаты этихъ пробъ съ истиннымъ содержаніемъ желѣза въ испытуемомъ веществѣ, мы приводимъ слѣдующіе результаты:

Вѣсъ желѣзной проволоки въ граммахъ.	Число дѣлений на бюретѣ израсходованнаго раствора кислого хромовокисл. кали.	Вычисленное количество желѣза (200 дѣлений бюрета=10 грам.)
0.246	76.25	9.954 грам
0.325	101.00	9.950
0.394	122.25	9.947
0.204	63.50	9.946

Среднее, или титръ . . . . . 9.949

Если 100 ч. взятой проволоки содержать 95.5 проц.

чистаго желѣза, то настоящій титръ долженъ быть . 9.989

Тотъ-же растворъ, титрованный при помощи желѣзнаго купороса, далъ слѣдующіе результаты:

Вѣсъ купороса въ граммахъ.	Число дѣлений бюрета.	200 дѣлений=чистому желѣзу.
1.619 (=0.326 желѣза)	101.50	9.923
1.295 (=0.261 желѣза)	81.25	9.917

Среднее, или титръ . . . . . 9.920

в. *Минеральнымъ хамелеономъ.*—Способъ этотъ придуманъ Маргеритомъ и усовершенствованъ Левенталемъ и Ленсеномъ. Растворяютъ приблизительно 1 грам. руды, раскисляютъ желѣзо, разбавляютъ растворъ водой и подкисляютъ его сѣрной кислотой, если первоначальное раствореніе производилось не въ этой кислотѣ. Растворъ этотъ лучше всего оставлять въ той-же колбѣ, въ которой онъ и приготовленъ. Онъ долженъ быть совершенно холодный, и если разбавленіе его водой не вполне достигаетъ этой цѣли, то необходимо колбу охлаждать снаружи. Такъ какъ марганцовокислое кали дѣйствуетъ на органическія вещества, то лучше избѣгать, при этихъ пробахъ, тѣхъ бюретовъ, которые внизу снабжены каучуковыми трубками и нажимными кранами. Послѣ наполненія бюрета, должно выждать нѣкоторое время, потому что на поверхности титрованного раствора постоянно появляются пузырьки, мѣшающіе вѣрно замѣтить горизонтъ этой жидкости. Колбу съ испытуемымъ растворомъ ставятъ на бѣлую бумагу и приливаютъ, при постоянномъ взбалтываніи колбы, въ нее титрованный растворъ хамелеона. Первые капли его исчезаютъ чрезвычайно быстро, но, по мѣрѣ приближенія пробы къ



окончанію, розовый цвѣтъ ихъ все долѣе и долѣе удерживается въ жидкости; въ то-же время и сама жидкость принимаетъ желтоватый оттѣнокъ. Чѣмъ медленнѣе исчезаютъ капли въ жидкости, тѣмъ осторожниѣе приливается къ ней и растворъ хамелеона. Подъ конецъ приливаніе это должно производить лишь капля по каплѣ и продолжать его такимъ образомъ до тѣхъ поръ, пока вдругъ одна прибавленная капля не сообщитъ всей жидкости розоваго оттѣнка. Тогда замѣчаютъ число сантиметровъ израсходованнаго раствора. Иногда бываетъ, что въ это время розовый оттѣнокъ снова исчезаетъ, тогда, для повѣрки, пускаютъ еще одну каплю хамелеона, при чемъ розовое окрашиваніе должно тотчасъ-же снова возвратиться. Сѣрная кислота, прибавленная къ солянокислому раствору, увеличиваетъ ясность этой реакціи. Если титрованный растворъ приливать очень быстро, или если испытуемая жидкость не достаточно кисла, и при томъ, при приливаніи хамелеона, не достаточно взбалтывается, то въ ней часто появляется бурый осадокъ, который иногда бываетъ весьма трудно снова перевести въ растворъ. Осадокъ этотъ состоитъ изъ перекиси марганца и окиси желѣза. Если же испытуемая жидкость не достаточно разбавлена водой, или подвергнута испытанію въ горячемъ состояніи, то изъ нея отдѣляется хлоръ и проба получается невѣрная. При большомъ избыткѣ кислоты, въ особенности хлористо-водородной, исчезовеніе розоваго окрашиванія происходитъ весьма быстро даже и въ концѣ операціи, такъ что весьма трудно бываетъ замѣтить приближеніе пробы къ окончанію, а потому несравненно лучше всегда, когда приходится руду растворять въ хлористо-водородной кислотѣ, послѣ того прибавлять къ раствору нѣкоторый избытокъ сѣрной кислоты, а хлористо-водородную кислоту удалять изъ него выпариваніемъ.

Органическія вещества, какъ сами по себѣ дѣйствующія на растворъ хамелеона, должны быть при этихъ пробахъ удаляемы изъ рудъ или предварительнымъ ихъ пожиганіемъ, или отцѣживаніемъ раствора.

Слѣдующій рядъ пробъ покажетъ намъ, на сколько точны могутъ быть результаты, получаемые при пробахъ хамелеономъ. Растворяющимъ средствомъ служила сѣрная кислота.

Вѣсъ желѣзной проволоки въ граммахъ.	Число дѣленій на бюреткѣ употребленнаго хамелеона.	Количество желѣза, вычисленное (200 дѣленій=10 гр.) въ граммахъ.
2.354	73.75	9.855
3.465	108.75	9.837
4.546	142.50	9.857
3.044	95.25	9.867

Средній результатъ, или титръ. . . . . 9.854

Если проволока содержитъ 99.5 проц. чистаго желѣза, то титръ долженъ быть. . . . . 9.805

Тотъ-же растворъ хамелеона, титрованный желѣзнымъ купоросомъ, далъ слѣдующія цифры:

Всѣхъ желѣзнаго купороса въ граммахъ.	Число дѣзій на биретѣ.	200 дѣзій = чистому железу.
1.619 (=0.326 желѣза)	102.75	9.802
1.295	82.25	9.796
2.267	143.50	9.825
Средній результатъ . . .		9.802

Противъ раствора хамелеона можно сдѣлать лишь одно возраженіе, это то, что растворы его весьма легко разлагаются на воздухѣ. По этому лучше имѣть постоянно соль эту въ кристаллахъ, которые сохраняются весьма удобно, и приготовить изъ нихъ растворъ только въ такомъ количествѣ, чтобы ему не приходилось долго стоять безъ употребленія.

Результаты, которые мы привели выше, были получены въ мартѣ 1862, когда была приготовлена и значительная масса раствора хамелеона. Остатокъ этого раствора, опробованный въ мартѣ 1863 года, далъ слѣдующія цифры для 10 грам. желѣза:

	Первая проба.	Вторая проба.	Средній результ.
1. Съ желѣзной проволокой . . .	9.811 грам.	9.783 грам.	9.797 грам.
2. Съ желѣзнымъ купоросомъ . . .	9.766 »	9.747 »	9.757 »

Разница, которая произошла втеченіи 12 мѣсяцевъ относительно перваго опредѣленія съ желѣзной проволокой составляетъ 0.057 грам., а съ желѣзнымъ купоросомъ—0.045 грам.

Для того, чтобы показать въ какой мѣрѣ оказываютъ вліяніе органическія вещества на точность пробы, мы приводимъ далѣе нѣсколько примѣровъ.

1. Углистый желѣзнякъ, содержащій 6.96 проц. органическихъ веществъ, далъ слѣдующіе результаты:

	Проц. желѣза.
а. Съ титрованнымъ растворомъ кислаго хромовокислаго кали (100 гр.=4.87 желѣза) въ непроцѣженномъ растворѣ сырой руды.	26.785
в. Тоже, въ растворѣ предварительно прокаленной руды. . .	26.785
с. Съ титрованнымъ растворомъ хамелеона (100 гр.=4.88 желѣза) въ процѣженномъ растворѣ руды. . . . .	26.783
д. Тоже, въ растворѣ непроцѣженномъ . . . . .	29.280

Въ d. розовое окрашиваніе раствора не вполнѣ было достигнуто даже и тогда, когда и еще израсходовали на него нѣсколько кубич. сантиметр. хамелеона.

2. Углистый желѣзнякъ изъ Блокевича, съ 30 проц. органическихъ веществъ:

	Проц. желѣза.
а. Съ хамелеономъ, въ растворѣ предварительно пожженой руды.	28.44
в. Съ кислымъ хромовокислымъ кали, въ растворѣ, отцѣженномъ отъ органическихъ веществъ . . . . .	28.47
с. Тоже, въ неотцѣженномъ растворѣ. . . . .	28.38
д. Тоже, но съ другимъ растворомъ кислаго хромовокислаго кали.	28.30

Содержаніе органическихъ веществъ въ этой рудѣ весьма значительно.

Два предварительныя опредѣленія въ ней количества желѣза, помощью кислаго хромовокислаго кали, въ растворахъ, не достаточно разбавленныхъ, дали 26.85 и 26.77 проц. желѣза. Ошибка впрочемъ происходила единственно отъ механическаго вліянія органическихъ примѣсей, потому что, когда тотъ-же растворъ былъ процѣженъ, то стало ясно видно, что въ немъ кислаго хромовокислаго кали прилито недостаточно.

Сравнивая способы Пенни и Маргерита между собой, мы видимъ, что въ послѣднемъ необходимъ только одинъ растворъ хамелеона и окончаніе операціи узнается прямо по розовому окрашиванію опытуемаго раствора. Это даетъ возможность оканчивать пробу гораздо скорѣе, нежели при способѣ д-ра Пенни, гдѣ во время пробы необходимо безпрестанно прибѣгать къ раствору краснаго синильнаго кали. Тѣмъ не менѣе, способъ съ кислымъ хромовокислымъ кали имѣетъ слѣдующія преимущества:

1. Кислое хромовокислое кали не требуетъ для себя особаго лабораторнаго подготовленія; находящаяся въ продажѣ соль эта достаточно чиста и вполне пригодна для этого назначенія. Тогда какъ приготовленіе хамелеона сопряжено съ нѣкоторыми затрудненіями.

2. Растворъ его можетъ быть приготовленъ весьма скоро, тотчасъ-же послѣ приготовленія пушенъ въ дѣло и сохраняемъ весьма продолжительное время безъ измѣненія.

3. Отдѣленіе хлора во время операціи и присутствіе въ испытуемой рудѣ органическихъ веществъ остаются безъ всякаго вліянія на точность пробы.

4. Получаемые при этомъ способѣ результаты столь-же тождественны, какъ и при пробахъ марганцовокислымъ кали.

Изъ постороннихъ металлическихъ соединеній, которыя случайно могутъ попасться въ рудѣ, оказываютъ на титрованные растворы вліяніе, подобно солямъ закиси желѣза, слѣдующія:

1. Однохлористое олово, вслѣдствіи чего необходимо избѣгать избытка; его при его употребленіи на возстановленіе желѣза.

2. Соли закиси мѣди, которыя могутъ переходить въ соли окиси.

3. Соли закиси марганца, въ томъ только случаѣ, когда растворъ ихъ концентрированъ и не подкисленъ; въ кислыхъ-же и разбавленныхъ растворахъ онѣ остаются безъ вліянія.

Безъ вліянія на результаты мокрыхъ пробъ остаются:

1. Соли цинка.

2. Соли окисей вышепоименованныхъ металловъ.

3. Сѣрнокислыя и хлористыя соли земель и щелочей.

Въ слѣдующей таблицѣ мы привели результаты, полученные при обоихъ способахъ мокрыхъ пробъ и, для сравненія съ ними, результаты, полученные сухимъ путемъ.

Навская руды в 1 граммъ.	Мокрымъ путемъ.	Сухымъ путемъ.	Флюсы в граммахъ.	Примѣчанія.
Кровавикъ . . . . .	69.75	73.4 73.2	Стекла . . . 0.20 Извести . . . 0.30	Королекъ темно-сѣраго цв., сод. графитъ, нѣсколько ко- вокъ. Шлакъ бѣлый, непроз- рачный, кристаллическій.
Тоже . . . . .	68.08	70.4 70.3	Извести . . . 0.30 Песку . . . 0.05 Фарф. глины. 0.20	Тоже. Королекъ темносѣрый. Шлакъ стекловатый, просвѣ- чивающій и бездѣтный.
Тоже . . . . .	57.57	59.6	Стекла . . . 0.20	
	57.62	59.9	Извести . . . 0.30	
Бурый желѣзнякъ . . .	43.45	45.0	Стекла . . . 0.25	Королекъ темносѣрый.
	43.42		Извести . . . 0.35	Шлакъ стекловатый, непроз- рачный.
Известковистый красный желѣзнякъ . . . . .	35.35	35.3 35.6	Стекла . . . 0.40 Извести . . . 0.15	Королекъ темносѣрый. Шлакъ сѣро-бѣлый, полу- стекловатый.
		35.5	Извести . . . 0.15	Королекъ половичатый; шлакъ непрозрачный, стекло- ватый.
Шпатоватый желѣзнякъ.	1) 33.95 2) 34.19	39.8	Стекла . . . 0.30	Королекъ сѣрый; гладкій съ поверхности и твердый.
		39.6 39.9	Извести . . . 0.20	Шлакъ стекловатый, жел- товатозеленаго цвѣта.
Тоже . . . . .	34.25	40.4	Извести . . . 0.20	Шлакъ стекловатый, просвѣ- чивающій янтарнаго цвѣта.
		39.4 40.0	Песку . . . 0.20 Фарф. глины. 0.20	
Глинистый желѣзнякъ. .	37.55	42.1 42.8	Извести . . . 0.15 Стекла . . . 0.25 Извести . . . 0.25	Королекъ темносѣрый. Шлакъ стекловатый сѣро- ватобѣлаго цвѣта.
Тоже . . . . .	29.37	32.3 32.2	Стекла . . . 0.30 Извести . . . 0.20	Шлакъ просвѣчивающій.
Тоже . . . . .	34.41	37.5	Извести . . . 0.20	
Пудлинговый шлакъ . .	31.05	62.6	Стекла . . . 0.10	Королекъ темносѣрый; шлакъ сѣрый, стекловатый.
			Извести . . . 0.40. Фарфор. глины. 0.20	Королекъ бѣлый, хрупкій, плотно зернистый; шлакъ стекловатый, бѣлый, непроз- рачный.
Тоже . . . . .	56.54	63.2 64.1	Извести . . . 0.40 Стекла . . . 0.10	Шлакъ такой-же.
Тоже . . . . .	57.57	64.0 62.1 61.7	Извести . . . 0.40 Извести . . . 0.40	
Песокъ, содержащій тита- нистый желѣзнякъ . . . .	32.13	34.3	Стекла . . . 0.25 Извести . . . 0.15 Фарфор. глины. 0.10	Чугунъ въ меляхъ король- кахъ; поверхность чистая и гладкая; вломъ тусклый, темносѣрый. Шлакъ черный, твердый, съ смолянымъ блес- комъ и бронзовою побѣла- достью.

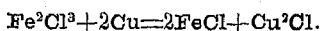
1) Возстановленъ цинкомъ.

2) Возстановленъ сѣрнистокислымъ натромъ.

## В. ОПРЕДѢЛЕНІЕ ПО ВѢСУ.

Самая непріятная, невѣрная и часто требующая весьма значительнаго времени работа, при обоихъ способахъ опредѣленія по объему, заключается въ переводѣ окиси желѣза въ закись. По этому Фуксъ предложилъ другой способъ пробоваія, въ которомъ все желѣзо, наоборотъ, должно находиться въ видѣ окиси.

Навѣску тонкоизмельченной руды, въ 1 или 1½ грам. при богатыхъ рудахъ, и въ 2 или 3 грам. при бѣдныхъ <sup>1)</sup>, ссыпаютъ въ длинногорлую колбу и растворяютъ въ хлористоводородной кислотѣ, къ которой, для окончательнаго перевода всего желѣза въ дву-трехъ хлористое соединеніе, прибавляютъ немного хлорновато-кислаго кали. Окончаніе этой реакціи узнается во первыхъ по весьма явственному запаху хлора, а во вторыхъ по появленію синяго окрашиванія, если каплю этого раствора смѣшать съ каплей раствора краснаго синильнаго кали. Тогда колбу наполняютъ водой на столько, чтобы она не могла только выплеснуться изъ нея при кипѣніи, и жидкость кипятятъ до окончательнаго выдѣленія изъ нея слѣдовъ хлора, и затѣмъ, прекращая кипѣніи, прибавляютъ къ ней приблизительно 6 граммовъ пластинокъ, осажденной гальваническимъ путемъ мѣди, которую можно считать наиболѣе чистою. Эта операція можетъ производиться различно: или загнутыя спиралью пластинки прямо бросаются въ растворъ, или пластинки эти привѣшиваются къ одному концу платиновой проволоки, другой конецъ которой прикрѣпленъ къ пробкѣ, или наконецъ мѣдная пластинка выбирается довольно длинная, такъ что когда одинъ конецъ ея находится опущеннымъ въ растворъ, то другой выставляется изъ колбы. Для закрыванія колбы служитъ каучуковая пробка съ проходящей стеклянной трубкой. Кипяченіе жидкости должно производить медленно, но безостановочно, до тѣхъ поръ, пока желѣзный растворъ ни сдѣлается совершенно безцвѣтнымъ или только слегка зеленоватымъ. Нѣсколько болѣе продолжительное кипяченіе не вредитъ дѣлу и потому можетъ быть присовѣтовано. Тогда вынимаютъ пробку, и, если пластинка сама частью высовывалась изъ колбы, или была привѣшена къ платиновой проволокѣ, то ее быстро вытаскиваютъ и бросаютъ въ стаканъ, наполненный перегнанной водой, или, если пластинка была прямо брошена въ колбу, то выливаютъ весь растворъ въ чашку, достаютъ оттуда пластинку и также тщательно промываютъ водой. Затѣмъ пластинку высушиваютъ пропускной бумагой и взвѣшиваютъ. Слѣдующее уравненіе выражаетъ происходящую при этомъ реакцію:



<sup>1)</sup> Fresenius, S. 792.

Здѣсь мы видимъ, что каждый эквивалентъ переходящей въ растворъ мѣди соотвѣтствуетъ 1 эквиваленту желѣза, по этому искомое количество желѣза получится, если мы помножимъ число, выражающее уменьшеніе вѣса мѣди послѣ операціи на 28(=Fe) и раздѣлимъ на 31.68 (=Cu).

Въ рудахъ, которыя содержатъ и закись и окись желѣза, сначала опредѣляютъ только количество окиси, не прибавляя къ раствору хлорноватокислаго кали, а второй пробой опредѣляютъ все желѣзо; разность между обоими результатами укажетъ на количество закиси.

Выше мы указали на преимущества этого способа передъ титрованіемъ; но способъ этотъ имѣетъ тотъ важный недостатокъ, что при немъ, во время кипяченія раствора съ мѣдью, которое въ большей части случаевъ должно поддерживать не менѣе двухъ часовъ, должно избѣгать малѣйшаго доступа воздуха въ приборъ, такъ какъ это обстоятельство можетъ повлечь за собой новое окисленіе и слѣдовательно большее количество мѣди перейдетъ въ растворъ. Тѣмъ не менѣе, по относительной легкости своей и простотѣ употребляющихся при немъ приборовъ, способъ этотъ можетъ быть рекомендованъ для употребленія на тѣхъ заводахъ, лабораторіи которыхъ не снабжены бюретами и т. п. приборами, необходимыми при титрованіи. Въ случаяхъ присутствія въ рудахъ значительнаго количества титановой и мышьяковой кислотъ, способъ этотъ даетъ невѣрные результаты.

## ОПРЕДѢЛЕНІЕ ГЛАВНѢЙШИХЪ СОСТАВНЫХЪ ЧАСТЕЙ ВЪ ЖЕЛѢЗНЫХЪ РУДАХЪ.

Цѣль этой статьи не заключается въ указаніи способовъ для производства полного количественнаго анализа желѣзныхъ рудъ и потому мы въ ней пропускаемъ многія тѣла, которыя весьма часто сопровождаютъ желѣзныя руды. Мы ограничиваемся въ ней только указаніями на такія составныя части, которыя почти безъ исключенія можно найти въ каждой желѣзной рудѣ и познаніе которыхъ имѣетъ громадное значеніе не только въ научномъ, но и въ практическомъ отношеніи для заводовъ. И такъ какъ для каждаго завода важно опредѣлить отношеніе между этими составными частями въ возможно короткое время, то мы и укажемъ здѣсь на нѣкоторые наиболѣе простые способы опредѣленія ихъ.

1. *Гигроскопическая влажность.*— Доставляемыя на заводъ руды содержать въ себѣ постоянно воду въ этомъ состояніи. Появляется она въ нихъ частью изъ рудничныхъ источниковъ, частью отъ дождей и т. п. ат-

мосферическихъ явленій. Мелкія руды содержатъ обыкновенно ее въ болѣе значительномъ количествѣ, нежели руды штуфныя. При покупкѣ руды по вѣсу, необходимо обращать вниманіе на количество гигроскопической влажности. Для опредѣленія ея лучше всего брать довольно значительныя количества руды, напр. нѣсколько пробирныхъ пудовъ. Такую навѣску нагреваютъ нѣсколько разъ по четверти часа на желѣзномъ противнѣ и послѣ каждого нагреванія взвѣшиваютъ до тѣхъ поръ, пока два смѣжныя взвѣшиванія не дадутъ совершенно одинаковыхъ результатовъ. Потери въ вѣсѣ соотвѣтствуетъ количеству отдѣлившейся влажности. Нагреваніе лучше всего производить на водяной банѣ, если не имѣется сушильнаго аппарата съ термометромъ.

2. *Химически соединенная вода.* — Опредѣленіе ея необходимо въ бурыхъ и нѣсколько разложившихся отъ времени шпатоватыхъ желѣзнякахъ, рѣже въ магнитныхъ и красныхъ желѣзнякахъ. Въ рудахъ, состоящихъ изъ одной окиси желѣза, опредѣленіе воды этой производится простымъ прокаливаніемъ и вывѣшиваніемъ происходящей при этомъ потери; въ рудахъ же, заключающихъ закись желѣза, необходимо улавливать отдѣляющіеся при прокаливаніи водяные пары въ трубкѣ съ хлористымъ кальціемъ, привѣсъ которой въ этомъ случаѣ укажетъ на количество воды. Подобнымъ же образомъ должна быть опредѣляема вода и въ тѣхъ рудахъ, которые содержатъ углекислыя земли (известь, магнезію). Вода въ желѣзныхъ рудахъ не всегда находится соединенною съ желѣзной окисью, но, напротивъ того, часто она соединена съ сопровождающими желѣзную руду посторонними веществами, какъ напр. глинами и пр. Подобно тому, какъ опредѣленіе химически соединенной воды производится изъ той-же навѣски, которая служила и для опредѣленія гигроскопической влажности, такъ и остальные вещества, входящія въ составъ руды, опредѣляются изъ той же навѣски, изъ которой уже выдѣлена вся химическая вода.

3. *Углекислота.* — Въ шпатоватыхъ и глинистыхъ желѣзнякахъ количество углекислоты можетъ быть легко опредѣлено вычисленіемъ. Во многихъ случаяхъ можно опредѣлить ее по уменьшенію въ вѣсѣ, которое происходитъ при прокаливаніи руды, принимая только въ соображеніе то количество кислорода, которое въ то же время поглощается находящеюся въ рудѣ желѣзной закисью. Если же руда содержитъ въ себѣ также еще какіе-нибудь горючіе или летучія вещества, то уже необходимо прибѣгать къ Генслеровскому или какому-нибудь другому прибору для опредѣленія углекислоты).

4. *Органическія вещества (углеродъ).* — Весьма многіе глинистые желѣзняки содержатъ въ себѣ болѣе или менѣе значительную примѣсь углеродистыхъ веществъ. Если количество воды и углекислоты въ такой рудѣ зара-

1) Fresenius, quantital. Analyse, S. 366.

нѣе опредѣлено, то стоитъ только ее прокалить при свободномъ доступѣ воздуха и тогда уменьшеніе вѣса, за вычетомъ суммы углекислоты и воды, укажетъ на количество органическихъ веществъ.

Точнѣе выходитъ опредѣленіе, если его производить изъ получаемаго при раствореніи рудъ остатка, подобно тому, какъ это дѣлается въ лондонской горной школѣ <sup>1)</sup>.

Остатокъ, получающійся при раствореніи рудъ въ кислотахъ, состоитъ, кромѣ кремнезема, изъ нерастворимыхъ кремнекислыхъ соединений глинозема, значительной части щелочей и изъ органическихъ веществъ. Его собираютъ на цѣдилку, промываютъ водой и сушатъ, а за тѣмъ тщательно отдѣляютъ отъ цѣдилки, чтобы не захватить вмѣстѣ съ нимъ отъ нея и кусочковъ бумаги <sup>2)</sup> и подвергаютъ въ Бруннеровомъ аппаратѣ дѣйствию газообразной фтористоводородной кислоты. Обработавъ послѣ того массу слабой соляной кислотой, собираютъ нерастворимый черный остатокъ на небольшую взвѣшенную цѣдилку, просушиваютъ и взвѣшиваютъ. Такъ какъ при этой обработкѣ все-таки часть неорганическихъ веществъ, какъ напр. фтористый кальцій, остается нерастворенною, то, при точныхъ анализахъ, необходимо черный остатокъ, послѣ взвѣшивания, жечь при доступѣ воздуха и изъ его вѣса вычесть вѣсъ помучающейся при этомъ золы.

5. *Марганецъ*.—Точное опредѣленіе количества марганца въ желѣзныхъ рудахъ весьма важно для практики.

а) Растворъ желѣзной руды въ соляной кислотѣ процѣживаютъ отъ нерастворимаго остатка и кипятятъ съ хлорноватовислымъ кали или азотной кислотой для переведенія всего желѣза въ окись. Затѣмъ избытокъ кислоты уравниваютъ углекислымъ натромъ и прибавляютъ къ раствору нѣкоторый избытокъ углекислаго барита; при этомъ вся окись желѣза и глиноземъ осаждаются. Перемишавъ хорошенько растворъ съ углекислымъ баритомъ стеклянной палочкой, его оставляютъ стоять нѣкоторое время въ тепломъ мѣстѣ, а потомъ процѣживаютъ. Изъ полученнаго раствора баритъ выдѣляютъ сѣрной кислотой и отцѣживаютъ, а къ полученному въ этомъ послѣднемъ случаѣ раствору прибавляютъ хлорноватовислого натра, содержащаго въ себѣ и кислый углекислый натръ, и все это оставляютъ стоять 24 часа. Полученный осадокъ водной окиси марганца отцѣживаютъ, промываютъ, сушатъ, прокалываютъ и взвѣшиваютъ въ видѣ записи съ окисью <sup>3)</sup>. Изъ обработаннаго углекислымъ

<sup>1)</sup> The Iron Ores of Great Britain, Memoirs of the Geological Survey, 1856, Part I, p. 49.

<sup>2)</sup> Если растворъ не желаютъ употребить для дальнѣйшихъ изслѣдованій, то лучше промывать этотъ осадокъ декантiroваніемъ и затѣмъ выпаривать остающуюся съ осадкомъ жидкость.

<sup>3)</sup> Wöhler, Prakt. Uebungen in der chemischen Analyse, S. 28. Водная окись марганца почти постоянно содержитъ нѣкоторые слѣды извести.



баритомъ раствора, который такимъ образомъ совершенно освобожденъ отъ желѣза и глинозема, марганецъ можетъ быть выдѣленъ также и сѣрнистымъ аммоніемъ.

б) Подкисленный азотной кислотой растворъ руды, послѣ кипяченія, почти уравниваютъ углекислымъ натромъ, а затѣмъ прибавляютъ къ нему избытокъ уксуснокислаго натра, кипятятъ и горячій процѣживаютъ. Полученный осадокъ, кромѣ желѣза заключаетъ также и глиноземъ и фосфорную кислоту. Отцѣженный растворъ доводятъ амміакомъ въ колбѣ до щелочной реакціи, прибавляютъ къ нему нѣсколько капель брома и, заткнувъ плотно колбу, оставляютъ ее стоять на 24 часа. Затѣмъ ее нагреваютъ, быстро процѣживаютъ, сушатъ, прокалываютъ и взвѣшиваютъ полученную записъ съ окисью марганца <sup>1)</sup>. Въ растворѣ остаются известъ и магнезія.

6. *Цинкъ, мѣдь, свинецъ.* — Лишь въ весьма рѣдкихъ случаяхъ желѣзные руды содержатъ значительныя количества всѣхъ этихъ металловъ въ одно время. Бурые желѣзняки изъ пластовыхъ мѣсторожденій часто содержатъ цинкъ въ видѣ галмелъ, также свинцовый блескъ, но весьма рѣдко мѣдныя руды. Для опредѣленія этихъ металловъ, необходимо брать большія навѣски руды, напримѣръ отъ 15 и до 150 грам. Мѣдь и свинецъ осаждаютъ сѣрнистымъ водородомъ изъ слабо-кислаго раствора руды, отцѣживаютъ ихъ сѣрнистые осадки отъ раствора, промываютъ ихъ водой, содержащей сѣрнистый водородъ и растворяютъ въ азотной кислотѣ. При этомъ мѣдь и небольшое количество свинца переходятъ въ растворъ, большая-же часть свинца остается нерастворенною въ видѣ сѣрнокислой окиси. Для окончательнаго выдѣленія свинца, въ азотнокислый растворъ прибавляютъ сѣрной кислоты и нагреваютъ до окончательнаго отдѣленія изъ жидкости бурыхъ паровъ. Затѣмъ ее разбавляютъ нѣсколько водой и процѣживаютъ; собранный на цѣдилку сѣрнокислый свинецъ промываютъ сначала водой, подкисленной сѣрной кислотой, а потомъ виннымъ спиртомъ, затѣмъ его сушатъ, прокалываютъ и взвѣшиваютъ. Остающуюся въ растворѣ мѣдь осаждаютъ сѣрнистымъ водородомъ, собираютъ сѣрнистый осадокъ на цѣдилку, промываютъ, сушатъ, прокалываютъ съ сѣрнымъ цвѣтомъ въ атмосферѣ водорода и взвѣшиваютъ.

Цинкъ осаждаютъ сѣрнистымъ аммоніемъ изъ первоначальнаго раствора, изъ котораго уже мѣдь и свинецъ выдѣлены сѣрнистымъ водородомъ.

7. *Кремнеземъ.* — Для практическихъ цѣлей въ большинствѣ случаевъ вполне достаточно, если принять, что весь остатокъ, получающійся при раствореніи руды въ соляной кислотѣ, состоитъ изъ кремнезема. Тѣмъ не менѣе остатокъ этотъ заключаетъ въ себѣ небольшое количество глинозема,

<sup>1)</sup> Iron ores, I, 50.

еще того меньше окиси желѣза, извести, магнезиі, щелочей и нѣкоторыхъ органическихъ веществъ. Для точнаго опредѣленія количества кремнезема, руду сплавляютъ въ платиновомъ тиглѣ съ 4 частями смѣси углекислыхъ кали и натра, сплавъ растворяютъ въ хлористоводородной кислотѣ; выпариваютъ до суха на водяной банѣ, сухой остатокъ смачиваютъ хлористоводородной кислотой и затѣмъ все растворяютъ въ водѣ. При этомъ кремнеземъ остается въ осадкѣ въ видѣ бѣлаго порошка, его промываютъ, сушатъ, прокаливаютъ и взвѣшиваютъ.

8. *Глиноземъ.* — Въ желѣзныхъ рудахъ глиноземъ встрѣчается частью въ соединеніи съ кремнеземомъ, частью-же свободнымъ, замѣщая собою окись желѣза. Такъ какъ иногда важно бываетъ опредѣлить количество того и другаго, то руду прокаливаютъ въ платиновомъ тиглѣ съ восьмернымъ по вѣсу количествомъ углекислаго натра, не доводя смѣси до плавленія, но только до нѣкотораго спеканія; массу обрабатываютъ водой, растворъ отцѣживаютъ отъ нерастворимаго остатка, подкисляютъ соляной кислотой и осаждаютъ глиноземъ амміакомъ. Всѣхъ глинозема, въ этомъ случаѣ, указываетъ на его содержаніе въ рудѣ въ видѣ свободномъ. Но надо замѣтить, что проба эта ни въ какомъ случаѣ не можетъ считаться точною, такъ какъ, не смотря на все предосторожности относительно температуры, все-таки и часть кремнекислаго глинозема можетъ быть разложена содой. Тѣмъ не менѣе, если брать навѣску руды въ 0.5 грам. и прокалявать ее съ содой не долѣе 20 минутъ, то результатъ получается вполне удовлетворительный для практики. Общее содержаніе глинозема опредѣляется слѣдующимъ образомъ:

Если руда не заключаетъ въ себѣ ни марганца, ни фосфорной кислоты, то изъ раствора ея осаждаютъ амміакомъ желѣзо вмѣстѣ съ глиноземомъ, осадокъ быстро процѣживаютъ, промываютъ горячей водой, сушатъ, прокаливаютъ и взвѣшиваютъ. Изъ другой навѣски опредѣляютъ титрованіемъ желѣза, по вычисленію опредѣляютъ, какому количеству окиси оно соотвѣтствуетъ и, вычтя это послѣднее количество изъ суммы глинозема и окиси желѣза, опредѣляютъ глиноземъ. При осажденіи амміакомъ окиси желѣза и глинозема, вмѣстѣ съ ними постоянно садится и нѣкоторая часть магнезиі, а если цѣженіе совершается не достаточно быстро, то и небольшая часть извести, только количество обо ихъ этихъ тѣлъ здѣсь столь ничтожно, что остается положительно безъ всякаго значенія для практики.

Если въ рудѣ находится марганецъ и отдѣленіе его совершается по вышеприведенному способу *a*, то глиноземъ переходитъ въ осадокъ вмѣстѣ съ окисью желѣза, при настаиваніи раствора съ углекислымъ баритомъ, и можетъ быть опредѣленъ по предыдущему.

Если опредѣленіе марганца производилось по способу *b*, то глиноземъ получается въ уксуснокисломъ осадкѣ.

Кромѣ опредѣленія глинозема по разности, его весьма удобно можно опредѣлить и непосредственнымъ взвѣшиваніемъ. Для этого кислый растворъ, въ которомъ находятся желѣзо и глиноземъ, уравниваютъ углекислымъ натромъ и разбавляютъ при кипяченіи ѣдкимъ кали. Весь глиноземъ при этомъ переходитъ въ растворъ, тогда какъ окись желѣза на чисто осаждается. Подкисливъ растворъ хлористоводородной кислотой изъ него осаждаютъ глиноземъ ѣдкимъ и углекислымъ амміакомъ, промываютъ горячей водой, сушатъ, прокалываютъ и взвѣшиваютъ. Если руда содержала фосфорную кислоту, то она получается здѣсь-же, и потому, опредѣливъ количество ея изъ другой навѣски, должно его вычесть изъ вѣса полученнаго при этомъ глинозема.

9. *Известь и магнезія* остаются въ томъ растворѣ, который помощью сѣрнистаго аммонія освобожденъ отъ желѣза, марганца, глинозема и фосфорной кислоты. Растворъ этотъ подкисляютъ соляной кислотой и кипятятъ для выдѣленія изъ него сѣрнистаго водорода. Когда жидкость освѣтлится и сѣра соберется въ комья, то растворъ процѣживаютъ, прибавляютъ къ нему избытокъ амміака и щавелевой кислотой осаждаютъ известь. Черезъ сутки осадокъ этотъ собираютъ на цѣдилку, сушатъ и прокалываютъ съ нѣкоторымъ количествомъ углекислаго амміака, при температурѣ слабо-краснаго каленія. При этомъ вся известь переходитъ въ углекислое соединеніе, въ видѣ котораго ее и взвѣшиваютъ. Можно также полученную щавелевокислую известь прокалить довольно сильно въ платиновомъ тиглѣ, затѣмъ смочить ее сѣрною кислотой и снова прокалить. При этомъ известь вся опредѣляется въ видѣ сѣрнокислой соли.

Приливая растворъ фосфорнокислаго натра въ тотъ растворъ, изъ котораго щавелевой кислотой выдѣлена известь, въ присутствіи избытка амміака, осаждаютъ магнезію въ видѣ  $2\text{MgO} \cdot \text{NH}^4\text{O} \cdot \text{PO}^5$ . Отцѣживая этотъ осадокъ, черезъ сутки послѣ его образованія, промывая, просушивая, прокалывая и взвѣшивая, узнаютъ количество фосфорнокислой магнезіи, содержащей въ себѣ 36.04 проц. магнезіи. По вѣсу этой соли опредѣляютъ и количество ея основанія.

10. *Сѣра и фосфоръ*.—Почти нѣтъ тѣлъ, которыя оказывали-бы болѣе сильное вліяніе на свойства желѣза, какъ сѣра и фосфоръ. Поэтому опредѣленіе ихъ въ рудѣ весьма важно; а такъ какъ часто даже весьма малыя количества ихъ оказываютъ уже значительное вліяніе на продуктъ, то опредѣленіе это должно выполняться съ возможною точностью. Это послѣднее въ особенности касается фосфора. Многія руды, которыя долго были принимаемы за совершенно не содержація фосфора и которыя тѣмъ не менѣе были совершенно негодны для приготовленія чугуна, служащаго матеріаломъ для бессемеровою стали, оказались при новыхъ, болѣе точныхъ испытаніяхъ, фосфористыми, и при этомъ содержаніе въ нихъ фосфора было крайне ничтожно.

Сѣра находится въ желѣзныхъ рудахъ или прямо соединенною съ нѣкоторыми металлами (желѣзомъ, свинцомъ, мѣдью, цинкомъ) или въ видѣ сѣрной кислоты, которая соединена съ известью или баритомъ и входитъ въ составъ сопровождающей руду породы. Поэтому, при раствореніи рудъ въ кислотахъ, сѣра можетъ и переходить въ растворъ, и оставаться въ нерастворимомъ остаткѣ. Солянокислый растворъ подкисляютъ нѣсколько азотной кислотой, кипятятъ и осаждаютъ изъ него хлористымъ баріемъ образовавшуюся въ немъ сѣрную кислоту. Нерастворимый-же остатокъ, промытый и высушенный, сплавляютъ въ платиновомъ тиглѣ съ 4 частями смѣси углекислыхъ кали и натра, съ прибавкой нѣкотораго количества азотнокислаго кали. Сплавленную массу выщелачиваютъ водой, при чемъ въ растворъ переходятъ образовавшіяся во время плавленія сѣрнокислыя щелочи. Продолживъ растворъ отъ нерастворимаго остатка, его подкисляютъ хлористоводородной кислотой и осаждаютъ изъ него сѣрную кислоту, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, хлористымъ баріемъ.

Фосфоръ опредѣляется въ видѣ фосфорной кислоты и весьма хорошій, и вмѣстѣ съ тѣмъ простой, способъ для этого опредѣленія предложенъ Фрезеніусомъ <sup>1)</sup>. Руду растворяютъ въ хлористоводородной кислотѣ, процеживаютъ растворъ отъ нерастворимаго остатка и кипятятъ, прибавляя къ нему нѣсколько сѣрнистокислаго натра для переведенія окиси желѣза въ закись. Затѣмъ растворъ почти уравниваютъ углекислымъ натромъ, прибавляютъ къ нему избытокъ углекислаго натра, снова кипятятъ и капля по каплѣ вливаютъ въ него двутрехъ—хлористое желѣзо, до тѣхъ поръ, пока не получится осадокъ краснаго цвѣта. Этотъ послѣдній собираютъ на цѣдилку, промываютъ кипяткомъ, растворяютъ въ хлористоводородной кислотѣ и прибавляютъ къ раствору избытокъ винной кислоты. Прибавивъ къ этому-же раствору избытокъ амміака и сѣрнокислой магнезій, получаютъ осадокъ, подобный тому, о которомъ нами было уже говорено при описаніи способовъ опредѣленія магнезій. Его процеживаютъ черезъ сутки послѣ его образованія, промываютъ водой съ амміакомъ, сушатъ, прокалываютъ и взвѣшиваютъ. По количеству фосфорнокислой магнезій, зная, что она содержитъ 63.96 проц. фосфорной кислоты, опредѣляютъ количество послѣдней.

Исслѣдованія надъ этимъ способомъ самого Фрезеніуса, равно какъ и многія опредѣленія, сдѣланныя по нему въ Лондонской горной школѣ, удостоверяютъ въ его достаточной точности.

При этомъ должно замѣтить, что кремнеземъ и мышьякъ мѣшаютъ точности этой пробы, а потому ихъ необходимо тщательно удалять. Отъ перваго освобождаются сплавленіемъ руды съ углекислымъ натромъ, растворе-

) Quantitative Analyse, S. 342 u. 345.

ніемъ сплава въ соляной кислотѣ и проч., мышьякъ-же долженъ быть осажденъ сѣрнистымъ водородомъ изъ слабокислой жидкости, при легкомъ нагрѣваніи.

Другой способъ опредѣленія фосфорной кислоты, также довольно употребительный, предложенъ Зонненшейномъ <sup>1)</sup>. Испытуемые этимъ способомъ растворы не должны содержать органическихъ веществъ, что, къ сожалѣнію, при желѣзныхъ рудахъ не всегда имѣетъ мѣсто; растворы должны быть густые и могутъ содержать свободныя соли и азотную кислоту, а отъ кремнезема и мышьяка должны быть предварительно освобождены. Такой растворъ разбавляютъ въ лабораторномъ стаканѣ растворомъ молибденовокислаго амміака въ большомъ избыткѣ азотной кислоты. Количество этого послѣдняго раствора должно быть таково, чтобы на 1 ч. фосфорной кислоты приходилось около 40 ч. молибденовой кислоты. Перемишавъ между собой оба раствора оставляютъ ихъ на сутки въ тепломъ мѣстѣ (не превающемъ 40° Ц.). Тогда часть жидкости отливаютъ въ другой стаканъ и снова пробуютъ описаннымъ способомъ, вся-ли фосфорная кислота изъ нея выдѣлена. Если результатъ этой послѣдней пробы окажется удовлетворительнымъ, то полученный желтый осадокъ ( $2(3\text{NH}^4\text{PO}^5) + 15(\text{NH}^4\text{O}, \text{MoO}^3)$ ) собираютъ на цѣдилку, промываютъ смѣсью равныхъ частей водъ и раствора молибденовокислаго амміака, затѣмъ его растворяютъ въ ѣдкомъ амміакѣ, избытокъ послѣдняго нѣсколько уравниваютъ соляной кислотой и изъ раствора осаждаютъ фосфорную кислоту, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, сѣрникой магнезіей. Способъ этотъ можетъ быть примѣняемъ только въ тѣхъ случаяхъ, когда фосфорная кислота входитъ лишь въ небольшомъ количествѣ въ испытуемое вещество.

## ПОДГОТОВЛЕНІЕ РУДЪ КЪ ПЛАВКѢ.

Для успѣшнаго хода плавки, поступающія въ нее руды должны быть свободны отъ вредныхъ примѣсей, не должны быть особенно плотны, и наконецъ куски ихъ должны быть надлежащимъ образомъ измельчены. Выполненіе всѣхъ этихъ условій имѣетъ столь громадное значеніе какъ на качества такъ и на количество получаемыхъ продуктовъ, что каждый правильно организованный заводъ необходимо долженъ не пренебрегать ни однимъ способомъ, который содѣйствовалъ бы приданію рудамъ вышепоименованныхъ свойствъ, если только эти способы не превосходятъ предѣлы нѣкоторыхъ эконоимическихкихъ расчетовъ.

<sup>1)</sup> Fresenius, S. 333.

Подъ именемъ вредныхъ примѣсей, которыя необходимо должны быть удалены изъ руды предварительной подготовкой, обыкновенно понимаютъ сѣру и фосфоръ. Въ обширномъ смыслѣ этого слова, вредными примѣсями въ желѣзной рудѣ должны также считаться и углекислота и вода, которыя, не будучи выдѣлены изъ руды передъ плавкой, понижаютъ температуру внутри доменной печи и тѣмъ производятъ нѣкоторое разстройство въ процессѣ плавки. Для выдѣленія фосфора изъ руды до сихъ поръ не придумано еще рациональнаго способа. Сѣра, если она находится въ рудѣ въ видѣ сѣрнистыхъ соединенийъ металловъ, можетъ быть удалена вывѣтриваніемъ и обжиганіемъ руды; если же она находится въ видѣ сѣрнокислыхъ солей, то до нѣкоторой степени освобождаютъ руды отъ нея выщелачиваніемъ. Понадающіеся иногда въ рудахъ мышьякъ (мышьяковые колчеданы) и мышьяковистокислыя соединения, также выдѣляются изъ руды при обжиганіи; тѣмъ-же путемъ выдѣляются изъ нихъ и вода и углекислота.

Надлежащая пористость руды, которая способствуетъ ихъ болѣе успѣшному возстановленію и обуглероживанію дѣйствіемъ доменныхъ газовъ, достигается также частью ихъ провѣтриваніемъ, частью-же пожиганіемъ, хотя и не во всѣхъ рудахъ въ одинаковой степени.

Если руды поступаютъ въ печь въ видѣ слишкомъ мелкихъ кусковъ, или въ видѣ порошка, или если куски руды не имѣютъ въ себѣ достаточной крѣпости, такъ что, находясь въ печи подъ давленіемъ лежащихъ сверху нихъ слоевъ руды и горючаго матеріала, они сами собою разсыпаются въ порошокъ, то онѣ препятствуютъ правильному теченію газовъ снизу вверхъ печи. Въ этихъ случаяхъ газы стараются избирать себѣ иной путь, не между кусками руды, а пробираясь вдоль стѣнъ печи; вдуваемый же воздухъ часто прямо вырывается назадъ черезъ тѣ же фурменныя отверстія, черезъ которыя его вдувають въ печь. Слѣдствіемъ всего этого является самое неправильное и неровное распределеніе температуры въ печи, а вмѣстѣ съ тѣмъ нарушается и весь строй плавки. Не слѣдуетъ также пускать руды и въ слишкомъ крупныхъ кускахъ. Въ этомъ случаѣ весьма трудно достигнуть полнаго ихъ возстановленія и обуглероживанія.

По этому каждой плавкѣ должны предшествовать: 1) вывѣтриваніе руды и совокупное съ нимъ выщелачиваніе растворимыхъ составныхъ частей; 2) пожиганіе и 3) измеленіе ихъ.

## 1. ВЫВѢТРИВАНІЕ ЖЕЛѢЗНЫХЪ РУДЪ.

Подъ словомъ *вывѣтриваніе руды* подразумѣваютъ тѣ измѣненія, которыя происходятъ въ нихъ, если ихъ подвергнуть продолжительному дѣйствію

атмосферы. Выдѣленіе изъ рудъ сѣры и пріобрѣтеніе ими нѣкоторой разрыхленности суть главнѣйшія слѣдствія вывѣтриванія.

Совокупнымъ дѣйствіемъ воздуха и сырости, находящіяся въ рудѣ сѣрнистые металлы, какъ напр. сѣрный, мѣдный и магнитный колчеданы, окисляются и переходятъ въ сѣрнокислыя соли (купоросы), которыя за-тѣмъ растворяются въ дождевой водѣ и такимъ образомъ выдѣляются изъ руды. Подобнымъ-же образомъ мало по-малу выщелачивается изъ нея и находящійся въ ней гипсъ. Болѣе или менѣе совершенное выдѣленіе этихъ веществъ изъ руды находится въ прямой связи съ ея сложеніемъ: чѣмъ плотнѣе руда, тѣмъ сильнѣе она противустоитъ разложенію и выдѣленію сопровождающихъ ее вредныхъ примѣсей.

Разрыхленіе различныхъ желѣзныхъ рудъ процессомъ вывѣтриванія также не одинаково. Въ болѣе значительной степени совершается оно въ тѣхъ рудахъ, которыя способны къ химическому измѣненію (окисленію) отъ дѣйствія воздуха и влажности. Поэтому желѣзный блескъ и красный желѣзнякъ, какъ состоящіе изъ одной окиси, почти не претерпѣваютъ измѣненія при лежаніи на воздухѣ; магнитный желѣзнякъ хотя отчасти и окисляется, но такъ какъ руда эта въ большей части случасяъ бываетъ весьма плотная, то окисленіе это ограничивается только одной поверхностью кусковъ, весьма слабо распространяясь въ ихъ средину. Наибольшимъ измѣненіямъ подвергаются шпатоватые желѣзняки. Вся входящая въ нихъ закись постепенно переходитъ въ окись, углекислота изъ нихъ выдѣляется и окончательнымъ продуктомъ является въ нихъ водная окись желѣза. Многія желѣзныя руды, не особенно плотныя, хотя отъ дѣйствія воздуха и не претерпѣваютъ измѣненія въ своемъ химическомъ составѣ, тѣмъ не менѣе, пропитываясь влажностью, которая замерзаетъ въ нихъ зимою, онѣ разрыхляются въ весьма значительной степени.

Для того, чтобы подвергнуть руды вывѣтриванію, не слишкомъ крупныя куски ихъ складываютъ въ кучи на открытомъ мѣстѣ, гдѣ они подвергаются всевозможнымъ атмосферическимъ переменамъ. Кучи эти не должны быть ни слишкомъ высоки, ни слишкомъ низки. Въ первомъ случаѣ, въ особенности если руда состоитъ изъ весьма мелкихъ кусковъ, или даже и изъ порошка, воздухъ не въ состояніи будетъ проникать внутрь кучи, во второмъ случаѣ руда отъ дѣйствія вѣтровъ и проч. слишкомъ скоро просыхаетъ. Весьма полезно время отъ времени кучу переворачивать, т. е. переводить тѣ куски, которые лежали внизу, на верхъ и обратно. Въ южныхъ, бѣдныхъ дождями климатахъ, дѣйствіе вывѣтриванія бываетъ несравненно слабѣе, нежели въ климатахъ болѣе холодныхъ, гдѣ рудныя кучи непрерывно подвергаются попеременному дѣйствію дождей, тепла и морозовъ. По причинѣ неодинаковости въ различные годы всѣхъ этихъ атмосферическихъ явленій, равно какъ и

вслѣдствіи слишкомъ большаго разнообразія въ плотности различныхъ сортовъ рудъ, нѣтъ почти возможности опредѣлить, даже и приблизительно, сколько времени должно продолжаться вывѣтриваніе руды. Одно только, что можно сказать по этому поводу; что ни одно отличие желѣзной руды, даже при всѣхъ благоприятныхъ условіяхъ, не должно поступать въ плавку ранѣе какъ послѣ двухъ годоваго лежанія на воздухѣ. Слишкомъ продолжительное вывѣтриваніе также не должно быть допускаемо, потому что оно, въ особенности при легко вывѣтривающихся рудахъ, влечетъ распаденіе ихъ на очень мелкіе куски и даже разсыпаніе въ порошокъ, или дѣлаетъ ихъ уже до такой степени рыхлыми, что онѣ разсыпаются впоследствии при обжиганіи, или въ доменной печи.

## 2. ОБЖИГАНІЕ.

Подъ словомъ *обжиганіе* разумѣютъ накаливаніе рудъ до температуры, недостаточной для ихъ плавленія, и при полномъ доступѣ воздуха. Этимъ процессомъ достигаютъ совершенно тѣхъ-же результатовъ, какъ и при вывѣтриваніи, но только несравненно скорѣе и, при правильно веденной операциі, въ высшей степени. Сѣрнистые и мышьяковистые металлы при этомъ разлагаются совершенно, и заключающіеся въ нихъ сѣра и мышьякъ улетучиваются; равнымъ образомъ и вода и углекислота совершенно при этомъ выдѣляются. Только фосфоръ, входящій въ составъ нѣкоторыхъ рудъ въ видѣ фосфорнокислыхъ солей, противустоитъ какъ дѣйствию вывѣтриванія, такъ и обжиганію. Обжиганіе въ значительной степени разрыхляетъ руды. Даже желѣзный блескъ и красный желѣзнякъ при этомъ весьма многочисленныя поры, — явленіе впрочемъ свойственное всѣмъ минераламъ, которые раскаливаютъ и затѣмъ быстро охлаждають, даже если раскаливаніе и не причинило ни малѣйшаго химическаго измѣненія въ ихъ составѣ. Большую пористость приобретаетъ магнитный желѣзнякъ, такъ какъ обжиганіе обуславливаетъ въ немъ и нѣкоторое окисленіе; руды, состоящія изъ водной окиси желѣза, равно какъ и шпатоватые желѣзняки и сферосидериты, при этомъ окончательно выдѣляютъ всю воду и углекислоту и переходятъ въ безводную окись желѣза, при чемъ они становятся также и въ высшей степени пористыми.

Такимъ образомъ дѣйствию обжиганія двоякое, въ немъ мы замѣчаемъ и явленіе простаго прокаливанія, и явленія, происходящаго вслѣдствіи окисленія составныхъ частей руды. Простое прокаливаніе обуславливалобы самое неполное разложеніе сѣрнистыхъ и сѣрно-мышьяковистыхъ металловъ, а именно: изъ сѣрнаго колчедана ( $\text{FeS}^2$ ) при этомъ могла-бы выдѣлиться только половина всей сѣры, изъ магнитнаго колчедана ( $n\text{FeS} + \text{Fe}^2\text{S}^3$ ) — только не-



большая часть ея, а изъ мышьяковаго колчедана ( $\text{FeS}^2 + \text{FeAs}^2$ ) — приблизительно половинное количество сѣры и мышьяка. Между тѣмъ какъ если это прокаливаніе совмѣстно съ окисленіемъ то во всѣхъ вышепоименованныхъ случаяхъ окончательнымъ продуктомъ является окись желѣза, развѣ съ самымъ ничтожнымъ содержаніемъ мышьяка или сѣры. Поэтому-то, во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ кромѣ механическаго дѣйствія высокой температуры на руды, имѣется въ виду и химическое измѣненіе въ ихъ составѣ, необходимо обращать самое строгое вниманіе на то, чтобы воздухъ притекалъ къ рудамъ постоянно и въ надлежащемъ количествѣ. Но даже и при этихъ условіяхъ разложеніе рудъ рѣдко бываетъ полное, такъ какъ въ высшей степени трудно, чтобы окисляющее дѣйствіе оказывало свое вліяніе и внутри обжигаемыхъ кусковъ; тѣмъ не менѣе, благодаря образующимся въ этихъ кускахъ трещинамъ, окисленіе это весьма значительно. Руды содержащія сѣру и мышьякъ ни въ какомъ случаѣ не должны быть обжигаемы съ чистыми рудами, такъ какъ выдѣляющіяся изъ первыхъ нечистоты эти весьма легко могутъ передаться послѣднимъ.

Степень жара, которому подвергаются обжигаемыя руды, имѣетъ весьма значительное вліяніе на результатъ операціи. Температура средняго ярко-краснаго каленія должна почитаться наиболѣе подходящею. При болѣе высокой температурѣ легко можетъ произойти спеканіе въ рудѣ и тѣмъ въ значительнѣйшей степени, чѣмъ болѣе руда содержитъ кремнекислыхъ соединеній, или тому подобныхъ способныхъ плавиться веществъ. Чистыя окись и закись желѣза при обыкновенной температурѣ рудообжигальныхъ приборовъ совершенно неплавятся; но, будучи смѣшаны съ гранатомъ, полевымъ шпатомъ, роговой обманкой, глиной, известковымъ шпатомъ и пр., онѣ выказываютъ пооползновеніе къ спеканію, которое въ значительной степени облегчается тѣмъ обстоятельствомъ, что очень часто всѣ эти примѣси находятся весьма тѣсно перемѣшанными съ ними. Шпатоватый желѣзнякъ самъ по себѣ неплавовъ, но даже самая ничтожная въ немъ примѣсь кремнезема или кремнекислыхъ соединеній дѣлаетъ его способнымъ спекаться. Спекшаяся, и вслѣдствіе того лишившаяся пористости руда оказываетъ весьма неблагопріятное вліяніе на ходъ доменнаго процесса. Она сильно противустоитъ возстацовляющему и обуглероживающему дѣйствію печныхъ газовъ и потому легко переходитъ въ шлакъ. Во избѣжаніе всѣхъ этихъ неудобствъ, совѣтуемъ за лучшее, при обжиганіи рудъ мѣшать между собой руды, способныя спекаться, съ такими, которыя этой способности не имѣютъ и вести операцію такъ, чтобы при ней по возможности менѣе получать рудной мелочи и пыли.

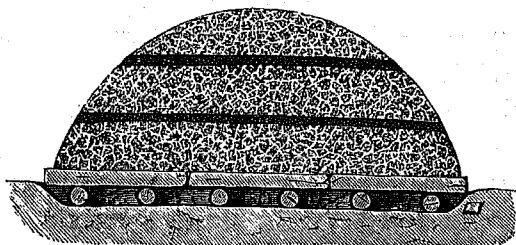
Обжиганіе желѣзныхъ рудъ можетъ совершаться въ кучахъ, въ стойлахъ и наконецъ въ печахъ.

*Обжиганіе въ кучахъ* представляетъ собою весьма простую операцію,

такъ какъ правильность ея вовсе не зависитъ отъ свойствъ подвергаемыхъ ей рудъ. Форму этимъ кучамъ придаютъ или шарообразно-сферическую, или усѣченного конуса, или усѣченной пирамиды, или наконецъ удлиненной пирамиды. Форма эта не оказываетъ ни малѣйшаго влiянiя на ходъ операци; въ этомъ отношенiи имѣетъ еще нѣкоторое значенiе величина кучъ. Высота ихъ не должна превосходить 6 или 7 футовъ, потому что при большей высотѣ и недостаточности горючаго матеріала верхніе слои кучи не будутъ вовсе или будутъ весьма слабо обжигаться, при изобиліи-же горючаго матеріала непременно начнется въ нѣкоторыхъ мѣстахъ шлакованіе. Кучи съ круговымъ или квадратнымъ основаніемъ имѣютъ обыкновенно въ поперечникѣ отъ 15 до 20 фут. Форму удлиненныхъ усѣченныхъ пирамидъ весьма полезно придавать кучамъ, составленнымъ изъ легко-обжигаемыхъ рудъ, въ особенности если обжиганіе ихъ должно быть совершено въ возможно-короткое время. Ширину имъ придаютъ отъ 6 до 7 футовъ, а высоту часто только отъ 3 до 4 фут., но за то увеличиваютъ ихъ длину.

Для установки кучи выбираютъ предварительно выровненное, не слишкомъ сырое мѣсто, на которомъ прежде всего располагаютъ горючій матеріалъ слоемъ въ 6 или 8 дюймовъ. Горючимъ матеріаломъ при этомъ служатъ или дрова, или куски каменнаго угля, при чемъ промежутки между ними выполняются мелкимъ горючимъ матеріаломъ (вѣтками, угольною мелочью, еловыми шишками, щепками, торфомъ и проч.), который иначе пропалъ-бы совершенно безъ употребленiя; съ другой стороны это выполненіе промежутковъ, необходимо остающихся между крупнымъ горючимъ матеріаломъ, предотвращаетъ проваливаніе въ эти промежутки самихъ рудныхъ штуффовъ, которые, между прочимъ, величиною не должны быть крупнѣе кулака. На подстилку горючаго матеріала располагаютъ слой руды въ 2 или 3 фута, затѣмъ слой мелкаго горючаго матеріала въ 2 или 3 дюйма, а потомъ снова слой руды и т. д. до тѣхъ поръ пока высота кучи не достигнетъ желаемаго размѣра. При этомъ крупные куски руды располагаются внизу,

Фиг. 14.



а по мѣрѣ удаленiя ихъ отъ основной подстилки горючаго матеріала, величина ихъ уменьшается, и наконецъ, сверху куча покрывается рудной мелочью. Фиг. 14 изображаетъ обыкновенную сферической формы кучу. Покрышка изъ рудной мелочи служитъ для защиты кучи, отъ слишкомъ сильнаго притока воздуха и тѣмъ обуславливаетъ медленное горѣніе внутри ея и предотвращаетъ напрасную трату горючаго матеріала. Но съ другой стороны, слишкомъ

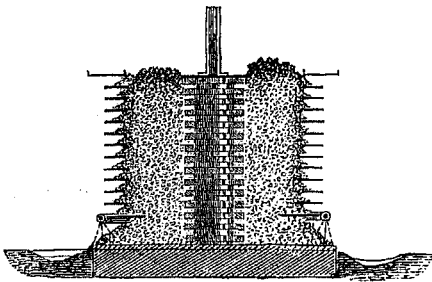
толстая покрывка можетъ повлечь за собой уже черезъ чуръ медленное горѣніе, вслѣдствіе чего будетъ развиваться внутри кучи большое количество восстанавливающихъ газовъ и тѣмъ окислительное дѣйствіе обжиганія будетъ нарушено. Поэтому весьма полезно въ срединѣ кучи, по ея вертикальной оси, оставлять прямой каналъ, который, начинаясь у самой нижней подстилки горючаго матеріала, проходилъ-бы черезъ всю кучу и оканчивался сверху отдушиной, закрывая или открывая которую можно было-бы по произволу управлять силой горѣнія внутри кучи.

Нѣкоторыя желѣзныя руды, какъ напримѣръ, многіе углистые желѣзняки, содержатъ въ себѣ такое количество горючихъ веществъ, что при составленіи изъ нихъ кучи нѣтъ надобности переслаивать ихъ съ горючимъ матеріаломъ; достаточно только расположить такую кучу на подстилкѣ изъ дровъ или каменнаго угля, и разжечь эти вещества, то руда черезъ нѣсколько времени загорается и сама, и продолжаетъ горѣть сама собою втеченіи цѣлаго мѣсяца и болѣе.

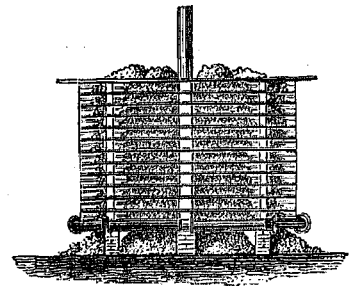
Время, потребное для полного пожога руды въ кучѣ измѣняется, сообразно величинѣ и расположенію кучи, свойствамъ руды и степени ихъ вывѣтрелости. Небольшія кучи, легко обжигающихся рудъ оканчиваютъ операцію втеченіи 8—14 дней, тогда какъ другія руды, какъ напримѣръ, нечистый магнитный желѣзнякъ, требуетъ для окончательнаго пожога нѣсколькихъ недѣль и даже мѣсяцевъ.

Въ Марціалѣ, въ Штиріи, ввели нѣкоторое усовершенствованіе въ устройствѣ рудообжигательныхъ кучъ, устраивая ихъ слѣдующимъ образомъ: на восьми кирпичныхъ столбикахъ (фиг. 15, 16 и 17), установленныхъ на

Фиг. 15.



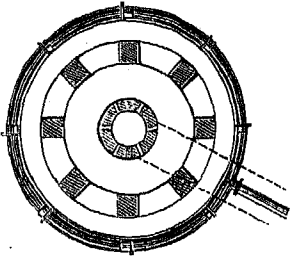
Фиг. 16.



чугунной плитѣ и расположенныхъ кругомъ, имѣющимъ отъ  $1\frac{1}{2}$  до 2 сажень, помѣщаютъ чугунное кольцо, которое на  $12\frac{1}{2}$  дюймовъ вдается внутрь кучи. Надъ нимъ подобнымъ-же образомъ располагаютъ еще одиннадцать колець, которые между собой раздѣлены небольшими кирпичными стѣнками, а наконецъ, сверху помѣщается еще чугунное кольцо, полутора сажень въ на-

ружномъ діаметрѣ, и выступающей на  $1\frac{1}{2}$  дюймовъ далѣе остальныхъ колець. Въ срединѣ возвышается труба, сложенная изъ кирпича въ клѣтку и закрываемая сверху плитой. Діаметръ трубы 25 дюймовъ.

Фиг. 17.



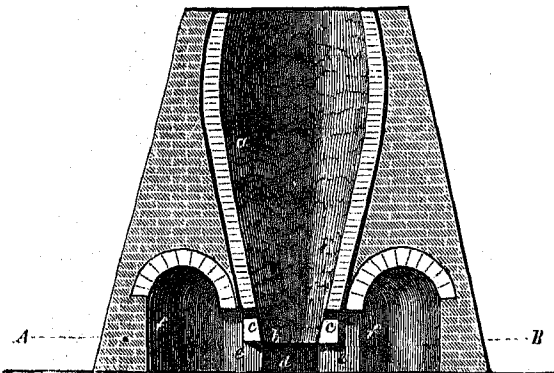
Въ самомъ низу такой кучи настилаютъ первоначально дрова, а затѣмъ каменноугольная мелочь и руда (шпатоватый желѣзнякъ, содержащій колчеданъ) попеременными слоями накладываются до верху кучи. Такой конструкции кучи даютъ весьма хорошіе результаты. Въ Марціалѣ каждая подобная куча пожигаетъ отъ 400 до 425 пуд. сырой руды въ день, при чемъ среднимъ числомъ получается около 340 пуд. руды обожженной.

*Обжиганіе въ печахъ.* — Печи имѣютъ то преимущество передъ кучами, что въ нихъ горючій матеріалъ даетъ несравненно большее полезное дѣйствіе, и во вторыхъ онѣ избавляютъ отъ работы, необходимой постоянно на постановку кучи. Вотъ почему въ настоящее время обжиганіе рудъ въ кучахъ можно встрѣтить только весьма рѣдко, въ большинствѣ-же случаевъ оно замѣнено обжиганіемъ печнымъ, которое постоянно несравненно скорѣй ведетъ къ несравненно совершеннѣйшимъ результатамъ.

Печи, въ которыхъ производится обжиганіе рудъ, можно раздѣлять на два класса: 1) на такія, гдѣ руда и горючій матеріалъ находятся переложенными попеременными слоями и 2) на такія, гдѣ горючій матеріалъ сожигается въ отдѣльной топкѣ и на руду дѣйствуютъ лишь развивающіеся при его горѣніи газы.

Перваго рода печи суть старѣйшія, и типомъ ихъ можетъ служить печь, построенная на королевскомъ прусскомъ заводѣ въ Верхней Силезіи (фиг. 18 и 19).

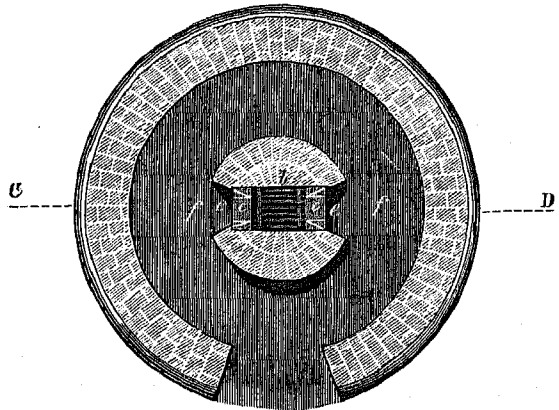
Фиг. 18.



Шахта *a* имѣетъ высоту отъ 14 до 18 футовъ. Верхняя часть ея, на некоторомъ разстояніи отъ колошника, приближается къ цилиндрической формѣ и имѣетъ  $7\frac{1}{2}$  фут. въ діаметрѣ; отсюда она идетъ къ колошнику въ видѣ усѣченного конуса, такъ какъ діаметръ колошника нѣсколько менѣе діаметра этого распара и равенъ  $6\frac{1}{2}$  футамъ. Внизъ отъ распара, шахта, изгибаясь

по эллипсису принимаетъ также форму усѣченного конуса, нижнее дно котораго имѣетъ въ діаметрѣ только 3 фута. Внутреннія стѣны печи (*футеровка*)

Фиг. 19.



выложены изъ огнепостояннаго кирпича, и узкое пространство, оставленное между ними и наружной кладкой, или *кожухомъ* (*Rouhge-mäure, Mantel*), изъ обыкновеннаго кирпича, выполнено обломками кирпичей, пескомъ и т. п. дурными проводниками тепла. Это пространство имѣетъ тройную цѣль: во первыхъ оно способствуетъ большому сосредоточенію жара внутри печи, не давая ей охлаждаться черезъ стѣны, во вторыхъ, при нагрѣваніи шахты, оно позволяетъ ей до нѣкоторой степени расширяться, и наконецъ, благодаря ему, сырость имѣетъ свободный выходъ изъ кирпичной кладки, составляющей футеровку печи, *б* — рѣшетка, черезъ которую притекаетъ въ печь наружный воздухъ, необходимый для горѣнія находящагося въ ней перемѣшаннаго съ рудой горючаго матеріала. Обожженная руда выгребается черезъ отверстія *с, с*, запираемая кирпичами во время работы, въ пространство *е, е*, а отсюда черезъ покрытыя сводами ходы относится для охлажденія наружу. *д* — зольникъ, въ которомъ, кромѣ золы, собирается еще весьма значительное количество рудной мелочи.

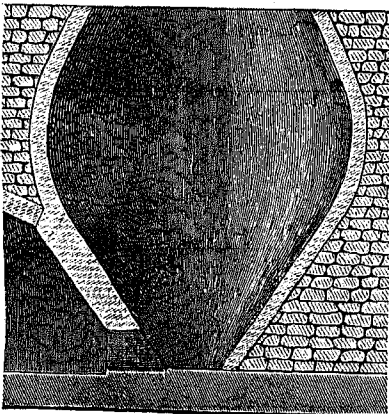
Передъ началомъ работы кладутъ на рѣшетку *б* кирпичи, оставляя между ними разстоянія, необходимыя для притока воздуха. Кирпичи эти во первыхъ предохраняютъ желѣзную рѣшетку отъ разгоранія, а во вторыхъ предупреждаютъ слишкомъ большой притокъ воздуха въ печь. На кирпичи кладется слой удобно воспламеняющагося дерева, а потомъ крупные куски каменнаго угля и затѣмъ вся печь до самаго колошника наполняется попеременно слоями руды и горючаго матеріала. Горючимъ матеріаломъ здѣсь служить мелкій коксъ, который весьма полезно мѣшать съ  $\frac{1}{3}$  ч. каменнаго угля. При употребленіи этого смѣшаннаго горючаго матеріала  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{2}{5}$  куб. фута его достаточны для обжого 3 пудовъ руды (бурыхъ желѣзняковъ). Наполнивъ такимъ образомъ печь и оставя отверстія *с, с*, закрытыми кирпичами, разводятъ огонь. По истеченіи сутокъ отверстія *с, с*, открываютъ и изъ нихъ выгребаютъ столько руды, сколько ея по виду окажется въ хорошо обожженномъ состояніи, т. е. приблизительно половину всей насадки. Еще не

успѣвшую обожженную руду оставляютъ въ печи, а на мѣсто вынутой руды черезъ колошникъ забрасываютъ новое количество сырой руды и горючаго матеріала. Слѣдующія выгрузки и засадки печи производятся уже въ промежутки времени не свыше 12 часовъ. Такимъ образомъ процессъ обжиганія въ печи можетъ идти безостановочно до тѣхъ поръ, пока печь будетъ выстывать, или какое-нибудь постороннее обстоятельство не помѣшаетъ процессу.

Въ нѣкоторыхъ печахъ подобнаго рода рѣшетка *b* (фиг. 19), кромѣ доставленія необходимаго въ печь воздуха, служитъ также и для выгрузки обожженной руды. Съ этой цѣлью отдѣльные колосники рѣшетки укладываются свободно на двухъ желѣзныхъ подставкахъ и по желанію могутъ быть раздвинуты и сближены между собой. Раздвигая ихъ, заставляютъ обожженную руду падать въ пространство *d*, откуда ее отвозятъ. Этимъ путемъ избѣгаютъ устройства отверстій *c, c*, по вмѣстѣ съ тѣмъ затрудняютъ выгрузку, и самая рѣшетка при этомъ портится несравненно быстрѣй, нежели при ранѣе нами описанномъ устройствѣ.

Въ нѣкоторыхъ печахъ подобной конструкціи рѣшетки вовсе не устраиваютъ, и подъ печи выкладывается изъ сыпучей кирпичной кладки, а необходимый для горѣнія воздухъ протекаетъ лишь черезъ не плотно запертыя отверстія, служація вмѣстѣ съ тѣмъ и для выгрузки обожженной руды. Подобная пожигающая печь устроена между прочимъ Вальтеромъ на заводѣ Лавульть, въ Ардешскомъ департаментѣ во Франціи. Внутренняя форма этой печи приближается къ яйцеобразной. Высота шахты въ ней 18 футовъ; діаметръ у колошника  $11\frac{1}{2}$  фут.; діаметръ въ распарѣ  $15\frac{1}{2}$  фут.; діаметръ пода 3 ф. 3 дюйма; разстояніе распара отъ пода  $15\frac{1}{2}$  фут. Въ нижней части печи находятся три отверстія для выгрузки, лежація по направленію прямыхъ угловъ между собою; четвертая сторона печи подобнаго отверстія

Фиг. 20.

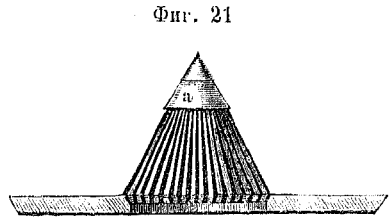


не имѣть. Отверстія эти имѣютъ 1 ф. 7 дюйм. высоты и 1 ф. 5 дюйм. въ ширину. Форму шахты этой печи можно видѣть на фиг. 20.

На заводѣ Лавульть въ сутки подобная печь пожигаетъ отъ 1500 до 1900 пуд. руды (плотные и охристые красные желѣзняки), при чемъ расходуется по вѣсу отъ 4 до 5 проц. горючаго матеріала, состоящаго изъ смѣси каменноугольной и коксовой мелочи.

На заводѣ Нейдекъ, въ Богеміи, рудообжигальная печь имѣетъ 15 фут.

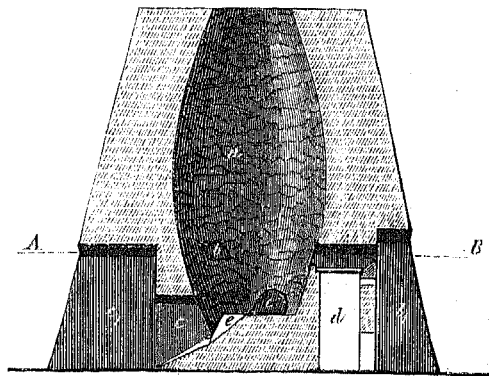
высоты. Шахта ея, у леади имѣеть 4 фута въ діаметрѣ; отсюда она поднимается расширяясь въ видѣ усѣченного конуса до  $\frac{1}{3}$  всей высоты, гдѣ діаметръ ея достигаетъ  $6\frac{1}{2}$  фут.; далѣе, на остальныя  $\frac{2}{3}$  высоты, форма ея остается цилиндрическою. Совершенно оригинально въ этой печи устройство рѣшетки, которая расположена здѣсь въ видѣ конуса (фиг. 21). Отдѣльные желѣзные колосники поддерживаются въ такомъ положеніи желѣзнымъ-же колпакомъ *a*, который, въ свою очередь, поддерживается снизу желѣзнымъ стержнемъ въ 3 дюйма толщиною, установленнымъ вертикально по оси конуса. Весь конусъ имѣеть 3 фута высоты и 3 фута въ діаметрѣ основанія. Назначеніе этой конической рѣшетки, кромѣ доставленія въ печь необходимаго воздуха, состоитъ также и, въ способствованіи разгрузкѣ печи, которое производится здѣсь черезъ три симметрически расположенныя отверстія. При задувкѣ печи, въ нее бросаютъ около 30 куб. фут. угольной мелочи, такъ что весь конусъ покрывается ею приблизительно на 1 футъ выше вершины, затѣмъ бросаютъ одну шихту руды въ 220 куб. фут. и двѣ шихты по 200 куб. фут., раздѣляя ихъ между собой двумя засыпками угольной мелочи, изъ коихъ одна 24, а другая 20 куб. фут. Черезъ двое сутокъ обжиганіе считается оконченнымъ; печь выгружаютъ начисто и затѣмъ приступаютъ къ новой засыпкѣ.



Второго рода рудообжигательныя печи, гдѣ горючій матеріалъ не находится въ непосредственномъ соприкосновеніи съ рудой, но гдѣ послѣдняя подвергается лишь дѣйствию пламеннаго жара, называются вообще *пламенно-обжигальными* печами. Форма этихъ печей бываетъ чрезвычайно разнообразна.

Фиг. 22 и 23 изображаютъ такого рода печь съ эллиптической шахтой. Шахта *a* имѣеть  $17\frac{1}{2}$  фут. высоты; діаметръ ея какъ у колошника, такъ и внизу, составляетъ 4 фута. *b, b, b* суть три снабженныя колосниками топки, въ которыхъ сжигаются дрова, каменный уголь, бурый уголь или торфъ. Подъ каждой топкой находится высокій зольникъ *d*. Пламя изъ всѣхъ трехъ топокъ проходитъ въ шахту, гдѣ находится руда, ино-

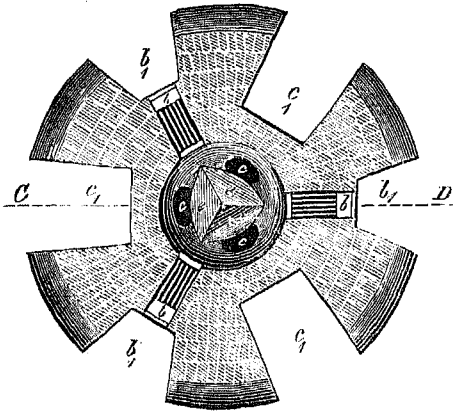
Фиг. 22.



гда пересыпанная небольшимъ количествомъ горючаго матеріала. *c, c, c* суть

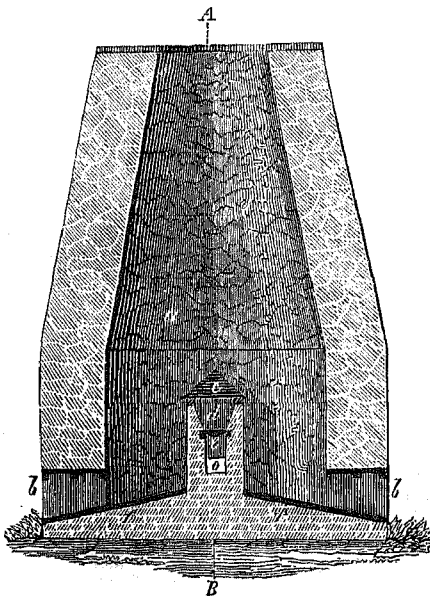
три выгрузныя отверстія. Для спосібствованія разгрузкѣ, подѣ печи, противъ этихъ отверстій, имѣеть трехгранное возвышеніе  $e, e, e$ .  $c_1, c_1, c_1$ ,—суть

Фиг. 23.



печи, можетъ быть умѣренъ тотчасъ-же открытіемъ выгрузныхъ отверстій. Въ этомъ случаѣ охлажденіе хотя и происходитъ въ ущербъ полезному дѣйствию горючаго матеріала, тѣмъ не менѣе это вредное его вліяніе искупается тѣмъ, что притекающій въ то-же время воздухъ способствуетъ окислительному дѣйствию обжиганія.

Фиг. 24.



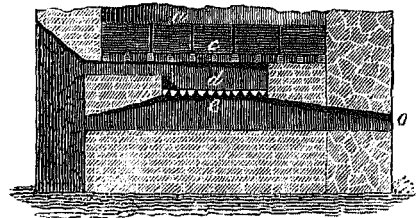
покрытыя сводомъ пространства, ведущія къ выгрузнымъ отверстиямъ, а  $b_1, b_1, b_1$ ,—такія-же пространства, сообщающіяся съ зольниками. Снабжая хорошими заслонками какъ выгрузныя отверстія, такъ топки и зольники, можно при этомъ устройствѣ печи вполне совершенно управлять тягою, впуская совершенно по своему произволу, большее или меньшее количество воздуха въ извѣстную минуту. Слишкомъ сильный жаръ, случайно развившійся въ

Пламенно-обжигальныя печи, построенныя на многихъ шведскихъ и норвежскихъ заводахъ, отличаются отъ только что описанной тѣмъ, что въ нихъ топка находится внутри самой шахты, чѣмъ обуславливается большее полезное дѣйствіе горючаго матеріала. Фиг. 24 и 25 представляютъ два вертикальные разрѣза этой печи; первая изъ этихъ фигуръ изображаетъ собой вертикальный разрѣзъ всей печи, а вторая—разрѣзъ только нижней ея части, по плоскости, перпендикулярной къ первому разрѣзу. Шахта печи  $a$  имѣеть 18 ф. 6 дюйм. высоты. Снизу, на высоту 6 футовъ, она имѣеть цилиндрическую форму, съ діаметромъ 9 ф. 2 д.; далѣе форма ея коническая, и діаметръ у колошника составляетъ 4 ф. 6 д. Горизонтальная топка



*d* проходитъ черезъ всю печь и снабжена зольникомъ *e*. Покрышкою топкѣ служатъ плотно одна съ другой сложенные толстыя чугуныя плиты, которыя сверху сходятся между собой подъ угломъ (Schweinerücken, *Griseryg*), а нижнимъ концомъ упираются не прямо въ кирпичную кладку топки, но покоются на небольшихъ желѣзныхъ подставкахъ, которыя, какъ это можно видѣть на фиг. 25, находятся на нѣкоторомъ разстояніи одна отъ другой. Остающіяся такимъ образомъ между ними отверстія служатъ для прохода пламени въ шахту *a*. Высота всей топки, отъ лежачи до верхняго угла чугуныя плиты, 5 ф. 2 д., собственно же топливное пространство *d* имѣетъ  $1\frac{1}{2}$  фут. высоты; нижняя ширина его, у колосниковъ, — 1 ф., а верхняя — 1 ф. 10 дюйм.; длина  $4\frac{1}{2}$  фут.; высота зольника  $1\frac{1}{2}$  фут. Два прямо-противуположныя выгрузныя отверстія *b*, *b* имѣютъ 2 фут. высоты каждое. Обожженная руда скатывается къ нимъ по наклонной желѣзной плоскости *f*, *f*. Лежачія на двухъ противуположныхъ концахъ зольника отверстія *o*, служатъ какъ для притока необходимаго для горѣнія воздуха, такъ и для очистки зольника. Горючій матеріалъ (дрова) забрасывается на рѣшетку черезъ одно, или черезъ два, также взаимно противуположныя отверстія, лежація непосредственно надъ этими поддувалами и плотно закрываемыя во время работы желѣзными заслонками. Въ Швеціи и Норвегіи печи эти дѣйствуютъ дровами, что не мыслимо въ странахъ, бѣдныхъ лѣсомъ; но тѣмъ не менѣе нѣтъ повода думать, чтобы другой, болѣе дешевый для тѣхъ странъ горючій матеріалъ, былъ не способенъ дать при этихъ печахъ совершенно тѣхъ-же благоприятныхъ результатовъ.

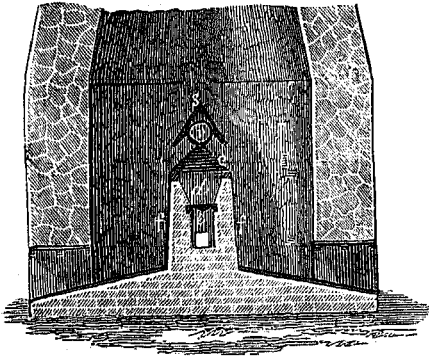
Фиг. 25.



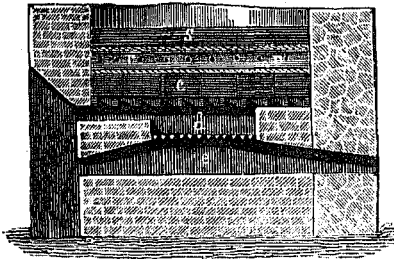
Извѣстно, что водяные пары, примѣненные въ надлежащемъ количествѣ къ обжиганію желѣзныхъ рудъ, способствуютъ болѣе полному выдѣленію изъ нихъ сѣры, оказываютъ весьма благотворное вліяніе на ходъ этого процесса. Въ 1843 г. въ Дальсѣ-брюкѣ, въ Финляндіи, были произведены по этому поводу опыты въ большомъ видѣ Норденскъелдомъ, начальникомъ горной части въ Финляндіи. Тамъ обжигали, при содѣйствіи водяныхъ паровъ, магнитный желѣзнякъ, богатый колчеданомъ. Когда затѣмъ эти руды проплавляли въ домашней печи и полученный чугунъ превратили въ полосовое желѣзо, то послѣднее положительно новее не было красномомко. Это навело Норденскъелда на мысль сдѣлать нѣкоторое усовершенствованіе въ только что нами описанной печи, и въ 1845 г. была имъ предложена печь, которая въ общихъ чертахъ похожа на выше нами описанную, а потому мы здѣсь и ограничиваемся лишь приложеніемъ чертежей—Фиг. 26 и 27, которые изобража-

ютъ лишь измѣненную топку этой печи. Измѣненіе это состоитъ въ томъ, что здѣсь надъ чугунными плитами *c*, составляющими крышку надъ топкой,

Фиг. 26.



Фиг. 27.



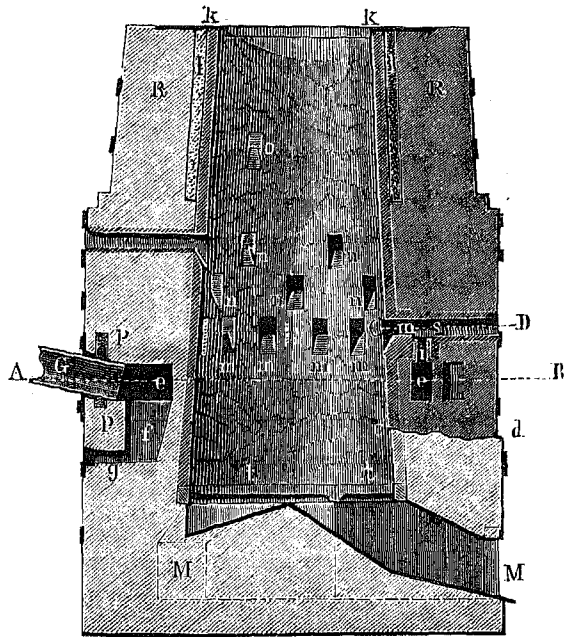
проходить желѣзная труба *r*, имѣющая по всей своей длинѣ, на двухъ противоположныхъ сторонахъ по восьми отверстій. Водяной паръ, развивающійся въ особомъ паровикѣ, входитъ въ эту трубку *n*, чрезъ только что поименованные отверстія, проходитъ въ шахту печи, гдѣ смѣшивается съ горючими газами и поднимается съ ними вмѣстѣ между кусками руды. Сама труба сверху защищается чугунной крышкой *s*. Кирпичная топка снаружи обложена еще желѣзными плитами *f*, *f*, которыя защищаютъ стѣны ея отъ порчи и облегчаютъ выгрузку. Для вполне совершеннаго хода этой печи необходимо, чтобы притокъ воздуха въ нее былъ непременно надлежащій. Водяные пары и сѣрнистое желѣзо взаимно разлагаются: образуется закись желѣза и сѣрнистый водородъ. Этотъ послѣдній, при недостаточномъ количествѣ

воздуха, поднимаясь кверху и встрѣчая на пути необожженные куски руды, снова будетъ отдавать имъ часть своей сѣры. При надлежащемъ-же притокѣ воздуха, сѣрнистый водородъ, прямо послѣ своего образованія сгораетъ, превращаясь въ воду и сѣрнистую кислоту, а эта послѣдняя уже никакого дѣйствія на руду не оказываетъ.

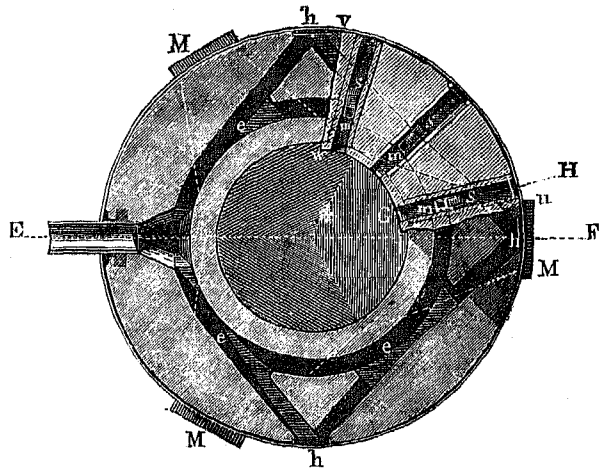
Во избѣжаніе траты отдѣльнаго горючаго матеріала, къ обжогу рудъ примѣнили отдѣляющіеся изъ доменныхъ печей горючіе газы. Впервые это примѣненіе имѣло мѣсто въ Швеціи, а потомъ въ Шотландіи. Между нѣкоторыми другими подобными печами, мы укажемъ здѣсь на построенную въ 1848 г. на заводѣ Тенингъ, въ Сторакоппарбергскомъ ленѣ, въ Швеціи. Фиг. 28 представляетъ вертикальный разрѣзъ этой печи, фиг. 29—горизонтальный. Для большей ясности изображенія внутренняго устройства этой печи, въ вертикальномъ ея разрѣзѣ, который сдѣланъ по линіи *EF* (фиг. 29), часть, лежащая выше линіи *CD*, сдѣлана снятою по линію *GH*; для той-же цѣли и горизонтальный разрѣзъ печи сдѣланъ на двухъ высотахъ, и именно, часть его, паходящаяся между *tu* и *vw*, снята по линіи *CD* (фиг. 28), тогда какъ

остальной разръзъ сдѣланъ по *АВ*. Наружныя стѣны, или кожухъ *В*, сдѣланы изъ простаго кирпича и обвязаны снаружи желѣзными кольцами; футеровка же печи *К* выведена изъ огнестояннаго кирпича.

Фиг. 28.



Фиг. 29.



Въ верхней части печи между обоими этими стѣнами находится промежутокъ *l*, наполненный пескомъ и пр. Подъ печи выложенъ чугуными плитами и имѣетъ скатъ на три стороны, соответственно тремъ выгребнымъ отверстиямъ *М*, которыя плотно запираются желѣзными заслонками. Для притока воздуха, въ этихъ послѣднихъ оставлены еще небольшія отверстія въ 2 дюйма, которыя, въ случаѣ надобности, могутъ быть заперты винтами. *t, t* суть чугуныя подставки соединенныя между собой заклепками и служащія для поддержки внутреннихъ стѣнъ печи (футеровки). Доменные газы проводятся въ печь желѣзною 12 дюймовою трубою *Г*. Чтобы предупредить всякую возможность притеканія въ печь наружнаго воздуха черезъ отверстіе, оставленное въ кладкѣ для труба *Г*, она окружена при входѣ кольцевымъ пространствомъ *p, p*, наполненнымъ золой. Ниже трубы *Г* находится углубленіе *f*, служащее для скопленія могущей увлечься изъ доменной печи сажи. Для очистки этого углубленія служитъ каналъ *g*, плотно запираемый снаружи. Войдя въ печь, газы *p* распространяются по коль

цевому каналу *e* вокругъ всей печи. Каждые 8—14 дней каналъ этотъ очищается отъ сажи черезъ три отверстія *h*, также плотно запираемые. Изъ *e* газы поднимаются по двѣнадцати пролетамъ *i*, на ровномъ одинъ отъ другаго разстояніи расположеннымъ вокругъ печи, въ двѣнадцать-же каналовъ *m*, а отсюда внутрь печи. Снаружи каналы эти герметически закрыты желѣзными заслонками. Смѣшиваясь внутри печи съ атмосфернымъ воздухомъ, который притекаетъ сюда чрезъ отверстія *M*, газы эти сгораютъ. При помощи кирпичныхъ задвижекъ *s*, *s*, лежащихъ въ каналахъ *m*, можно управлять притокомъ газовъ въ печь. Надъ каналами *m* находятся еще два ряда каналовъ *n*, расположенныхъ по 6 въ каждомъ ряду. Эти каналы, также плотно запираемые заслонками, служатъ для наблюденія за ходомъ обжиганія и для просовыванія, въ случаѣ нужды, инструментовъ, необходимыхъ для разбиванія, комѣшиванія и проч. могущихъ иногда спекаться рудныхъ кусковъ. Также для наблюденій и на случай могущихъ встрѣтиться надобностей, выше каналовъ *n*, оставленъ еще каналъ *o*; но къ его пособію приходится прибѣгать уже весьма рѣдко, а потому онъ и заложень кирпичемъ. Если печь эта однажды пущена въ ходъ и поведена какъ слѣдуетъ, то она положительно представляетъ менѣе затрудненій, чѣмъ какая-бы то ни была другая рудообжигальная печь. Размѣры этой печи слѣдующіе: высота шахты, отъ подставокъ *t* до колошника 16 фут.; діаметръ колошника 5 фут., нижній діаметръ печи, у подставокъ *t*, 7 фут. Каналы *m* находятся отъ этихъ-же подставокъ въ разстояніи  $4\frac{1}{2}$  фут., а каждый каналъ оканчивается внутри печи отверстіемъ въ 1 фут. высоты и  $\frac{1}{2}$  фута ширины. При началѣ нагружаютъ печь до высоты каналовъ *m* почти совершенно обожженной рудой, а сверху дополняютъ ее сырой рудой. Втеченіи сутокъ печь эта обжигаетъ 850 пуд. плотнаго магнитнаго желѣзняка и желѣзнаго блеска. Обыкновенно черезъ каждые полтора часа выгребаютъ за разъ чрезъ всѣ три отверстія *M* нѣкоторое количество руды. При этомъ каждый разъ въ трубѣ *G* опускаютъ заслонку, оставляя отверстіе не болѣе  $1\frac{1}{2}$  или 2 дюйм. высотой.

Для сравненія выгодъ и неудобствъ различныхъ способовъ обжиганія рудъ, прежде всего обратимъ вниманіе на количество потребляемаго при нихъ горючаго матеріала и на степень пожога, до которой можно довести при нихъ руду. Въ отношеніи потребления горючаго матеріала, наименьшія выгоды представляетъ обжиганіе въ кучахъ; съ нѣскольکو большей выгодой потребляется онъ въ стойлахъ, наивыгоднѣйшимъ-же образомъ—въ печахъ. По афъ-Урь <sup>1)</sup>, количество горючаго матеріала, потребное при обжогѣ въ кучахъ, относится къ тому, которое необходимо при печномъ обжиганіи, почти какъ 17:11. Въ пламенно-обжигальныхъ печахъ горючаго матеріала расходуется нѣскольکو бо-

<sup>1)</sup> Erdm. Journ. f. techn. und ökonom. Chem.; Bd. VIII, S. 306.

лѣе, нежели въ тѣхъ печахъ, гдѣ горючій матеріалъ находится въ непосредственномъ соприкосновеніи съ рудою. Относительно-же втораго условія, т. е. степени окисленія, до которой можно довести обжиганіемъ руду, а слѣдовательно, вмѣстѣ съ тѣмъ, и относительно выдѣленія изъ нея сѣры, эти послѣднія печи оказываются наименѣе удовлетворительными, и стоятъ въ этомъ отношеніи ниже кучъ и стойлъ. Развивающіеся въ этихъ печахъ газы скорѣе имѣютъ восстанавливающее, нежели окислительное дѣйствіе. Такимъ образомъ, приборами, дающими при обжиганіи наиболѣе совершенные результаты, являются пламенно-обжигательныя печи, и между ними въ особенности тѣ, къ которымъ приспособленъ водяной паръ.

Не смотря на многія преимущества, которыя влекутъ за собою при плавкѣ предварительно вывѣтренныя и пожженные руды, есть все-таки заводы, которые пускаютъ въ плавку руды прямо въ томъ видѣ, какъ онѣ добываются изъ рудниковъ. Въ рудахъ, содержащихъ сѣру, такая плавка ужъ ни коимъ образомъ не можетъ привести къ хорошимъ результатамъ; въ рудахъ-же, которыя и не содержатъ сѣры, плавка безъ предварительной подготовки, между прочимъ другими неудобствами, влечетъ за собою еще и большую трату горючаго. По вычисленію Зефстрема <sup>2)</sup>, при плавкѣ необожженныхъ рудъ, содержащихъ 16 проц. влажности, расходуется угля на 5 проц. болѣе того количества, какое потребно для плавки обожженныхъ рудъ. Такимъ образомъ, избѣгая предварительнаго пожиганія, экономіи въ горючемъ матеріалѣ почти не достигаютъ, а между тѣмъ все-таки нѣсколько нарушаютъ правильный ходъ доменной плавки.

### 3. ИЗМЕЛЬЧЕНІЕ РУДЪ.

Для измельченія рудъ до падающей крупности кусковъ служатъ толчей и дробильныя валки. Устройство толчей хорошо извѣстно. Дробильныя валки состоятъ изъ двухъ чугунныхъ цилиндровъ съ бороздчатой поверхностью, которые концами лежатъ въ неподвижныхъ подшипникахъ, на нѣкоторомъ разстояніи одинъ отъ другаго. Оба цилиндра находятся въ одной горизонтальной плоскости и на концахъ снабжены зубчатыми колесами, входящими одно въ другое, такимъ образомъ, что если помощью какого либо механизма привести въ движеніе одинъ цилиндръ, то онъ тотчасъ-же передаетъ это движеніе и другому цилиндру, заставляя его двигаться въ противоположную сторону. Валкамъ даютъ вращеніе по направленію одинъ къ другому, а обожженую руду сыплютъ въ промежутокъ между ними. Здѣсь она захватывается

<sup>2)</sup> Erdm. Journ. f. techn. und ökonom. Chem.; Bd. IV, S. 314.

бороздками на цилиндрахъ и перетирается ими. Разстояніе между цилиндрами оставляется сообразно крупности, до которой хотятъ довести куски руды. Иногда валки устраиваются въ два ряда, при чемъ верхніе отстоятъ дальше другъ отъ друга, нижніе-же болѣе сближены между собой. Руда, пройдя верхній рядъ, попадаетъ въ промежутокъ между нижними валками и дробится на болѣе мелкіе куски.

Куски желѣзной руды, поступающіе въ плавку, должны быть величиною отъ простаго до грецкаго орѣха. Легко возстановляемыя руды, какъ напр. шпатоватыя желѣзняки, можно даже пускать въ печь и въ видѣ болѣе крупныхъ кусковъ.

Дробильныя валки вообще должно предпочитать толчеямъ, такъ какъ при нихъ образуется несравненно менѣе рудной мелочи и пыли, нежели при послѣднихъ. Выше нами были уже замѣчены тѣ неудобства, которыя влечетъ за собой употребленіе въ доменную плавку рудной мелочи, а потому весьма полезно отдѣлять ее отъ кусковъ дробленой руды просѣиваніемъ черезъ грохотъ. На нѣкоторыхъ заводахъ эта рудная мелочь смачивается известковымъ молокомъ, формуется въ кирпичи и въ этомъ видѣ также поступаетъ въ доменную плавку. Такое примѣненіе весьма полезно, такъ какъ оно даетъ возможность не терять по напрасу всю эту массу руды, которая иначе пропадала-бы даромъ, только количество этихъ кирпичей ни въ какомъ случаѣ не должно превосходить  $\frac{1}{12}$  ч. всей пускаемой въ печь шихты.



## КНИГА III.

### ПЛАВКА РУДЪ НА ЖЕЛѢЗО.

Выше, въ историческомъ обзорѣ желѣзной промышленности, мы имѣли уже случай сообщить, что первоначальные металлурги извлекали изъ рудъ не чугуны, но прямо ковкое желѣзо. И по настоящее время, даже въ цивилизованныхъ государствахъ Европы, есть мѣстности, какъ напр. во Франціи, Испаніи и Италіи, гдѣ способы эти еще удержались. Въ Индіи, на островѣ Борнео, на Мадагаскарѣ и во внутренней Африкѣ, гдѣ желѣзное дѣло развивалось въ народѣ совершенно самобытно, а не было занесено туда изъ другихъ странъ, выплавка чугуна почти вовсе еще неизвѣстна, и всѣ тамошнія руды обрабатываются прямо на желѣзо. Эти-же способы можно найти также и въ сѣверной Америкѣ, въ мѣстностяхъ, куда уже давно проникла европейская цивилизація, какъ напр. въ штатахъ Фермонъ, Нью-Джерсей и проч. <sup>1)</sup> Хотя вообще извлеченіе ковкаго желѣза прямо изъ рудъ и принято считать, въ сравненіи съ выплавою чугуна, низшею степенью развитія желѣзной промышленности, тѣмъ не менѣе и до настоящаго времени не рѣдки попытки примѣненія этого способа въ различныхъ видахъ. Эти старанія дать гражданство прямому способу добычи желѣза изъ рудъ, примѣняя къ нему различныя усовершенствованія и въ химическомъ и въ техническомъ отношеніяхъ, проистекаютъ изъ того простаго соображенія, что вѣдь кажется проще возстановить находящуюся въ рудѣ окись желѣза и привести ее прямо въ ковкое состояніе, нежели насыщать ее по возстановленія углеродомъ, т. е. превращать въ чугуны, который, впоследствии, уже при помощи совершенно особаго процесса, подвергать обезуглероживанію. Почему всѣ эти попытки до сихъ поръ не привели ни къ какимъ благимъ результатамъ, объ этомъ мы

---

<sup>1)</sup> По *Americ. Polytechn. Journ.*, 1853, р. 433, въ 1853 г. въ Нью-Йоркѣ было для этой цѣли въ ходу 200 горновъ и въ остальныхъ штатахъ почти такое же ихъ число. Съ того времени, однако, выплавка чугуна и здѣсь приобретаетъ все большее и большее развитіе и вытѣсняетъ собою плавку рудъ на ковкое желѣзо.

будемъ говорить въ настоящей главѣ. Такимъ образомъ, цѣль ея не заключается только въ томъ, чтобы просто описать древнѣйшіе и новѣйшіе способы прямого извлеченія ковкого желѣза изъ рудъ и сравнить ихъ между собою, мы не имѣемъ также намѣренія въ ней перечислить только тѣ процессы, которые время отъ времени появлялись и снова исчезали, и тѣмъ представить читателямъ лишь матеріалъ для исторіи развитія желѣзнаго дѣла; но мы предприняли составленіе предлагаемой главы съ тѣмъ, чтобы выяснитъ причины, почему теперешній способъ непрямаго полученія желѣза, распространенный почти повсемѣстно въ цивилизованномъ мірѣ, должно считать наиболѣе рациональнымъ и прочнымъ для будущности.

### ДРЕВНІЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНІЯ ЖЕЛѢЗА.

Какъ нами было уже замѣчено, древніе способы требовали весьма простыхъ приборовъ: низкая печь или горнъ, да простые мѣха были вполне достаточны для тогдашней металлургіи желѣза. Руды для этихъ работъ употреблялись почти исключительно по возможности чистыя и богатые, а горючимъ матеріаломъ служилъ древесный уголь. Продуктомъ появлялся твердый комъ желѣза, который весьма часто въ массѣ своей заключалъ и нѣкоторое количество стали и даже чугуна. Комъ этотъ, называемый *крицей* (*massia, renard, Frischstück, Stück, Wolf, lump, ball, bloom*), проковывали ручными молотами, придавая ему прямоугольную форму, затѣмъ его разрубали на куски, которые проковывали въ полосы и проч.

#### Добыча желѣза въ Индіи <sup>1)</sup>.

Судя по огромнымъ кучамъ шлаковъ, которые попадаются въ различныхъ мѣстностяхъ Индіи, должно предположить, что желѣзное дѣло существуетъ тамъ съ незапамятныхъ временъ. Трудно представить себѣ орудія и приборы болѣе грубые, и размѣръ производства болѣе ничтожный, нежели тѣ, какіе и по настоящее время тамъ въ весьма многихъ мѣстностяхъ сохранились;

<sup>1)</sup> Между многими другими источниками для составленія прилагаемой статьи и служили: *Dalrymple's oriental Repertory*, t. II, p. 488, 1808, *published by the late East India Company* (Восточный каталогъ Дальримпля, изданный остиндской компаніей); *A Journey from Madras through the countries of Mysore, Canara, and Malabar* (Путешествіе изъ Мадраса чрезъ Мизоре и Канаду въ Малабаръ, Франциска Бухананъ), t. I, p. 171; 1807.



какъ будто съ теченіемъ времени все тамошніе процессы не сдѣлали ни шагу впередъ на пути усовершенствованія. Тамошнія печи высотой не превосходятъ обыкновенной печной трубы, и для полученія лишь нѣсколькихъ фунтовъ желѣза необходимо нѣсколько часовъ самой ужасной работы; тѣмъ не менѣе цѣна, по которой продается металлъ, изумительно низка. Рабочіе принадлежатъ къ самымъ низкимъ кастамъ и трудъ ихъ считается позорнымъ. Эти люди, столь трудолюбивые и полезные, и конечно заслуживающіе несравненно лучшей участи, терпятъ тамъ страшную нужду, не будучи часто въ состояніи заработать себѣ на самое необходимое.

Идущія здѣсь въ дѣло руды суть магнитные и богатые бурые и красные желѣзняки. Бурые желѣзняки, однако, обрабатываются здѣсь предпочтительно передъ другими сортами рудъ. Ихъ измельчаютъ до крупности гороха и тщательно отдѣляютъ отъ образующейся при этомъ рудной мелочи и пыли.

Горючимъ матеріаломъ служитъ уголь, выжженный изъ твердыхъ породъ деревьевъ, какъ напр.: *Acacia arabica*, *Shorea robusta*, а за неимѣніемъ этихъ родовъ растений, его выжигаютъ также и изъ другихъ, какъ напр. изъ бамбука. Уголь дробится на куски, величиною въ обыкновенный орѣхъ, и также тщательно очищается отъ мелочи и пыли.

Самая операція плавки въ различныхъ округахъ совершается различно, что зависитъ частью отъ мѣстныхъ условій и обычаевъ, частью-же отъ условій, которые сдѣлала уже эта промышленность въ мѣстностяхъ, болѣе населенныхъ.

Здѣшнія печи можно раздѣлить на три разряда. Печи перваго разряда встрѣчаются по западному берегу Индіи, въ западной отрасли Гатскихъ горъ, въ Деканѣ и Карпатикѣ и представляютъ собою грубѣйшую форму печей. Находятся онѣ въ употребленіи между жителями, наименѣ цивилизованными. Второй и третій родъ печей распространены во внутренней Индіи и въ сѣверо-западныхъ провинціяхъ. Печи втораго рода приближаются по устройству къ простѣйшему виду каталанскихъ горновъ, а печи третьяго рода напоминаютъ собою штукъофены. Оба эти рода во всѣхъ отношеніяхъ стоятъ выше перваго и способны давать несравненно болѣе значительное количество желѣза, а также и сталь.

Воздуходувные приборы чрезвычайно разнятся отъ европейскихъ. Весьма часто состоятъ они просто изъ шкуры козы или лани, которая снимается съ животнаго такимъ образомъ, что надрѣзывается лишь задняя часть ея. Отверстія, соотвѣтствующія ногами, зашиваются, а въ отверстіе шеи ввязывается бамбуковое сопло. Хвостъ разрѣзывается вдоль и только углы этой прорѣзи сшиваются, такимъ образомъ является довольно длинная и узкая щель, служащая для притока воздуха въ мѣхъ. Съ наружной стороны, къ краямъ

этой щели плотно прикрѣпляютъ бамбуковыя трости, при помощи которыхъ удобно раскрывать и закрывать пхъ. Такимъ образомъ, щель эта выполаиваетъ собою роль клапана. Натирая кожу сильно масломъ, или кислымъ молокомъ, ей сообщаютъ надлежащую мягкость. Къ каждой печи приспособляется по крайней мѣрѣ два такихъ мѣха, которыми управляетъ одинъ человекъ. Онъ сидитъ на землѣ съ подогнутыми ногами и дѣйствуетъ попеременно, то тѣмъ, то другимъ мѣхомъ, достигая такимъ образомъ довольно ровнаго тока воздуха. Работу эту онъ ведетъ слѣдующимъ образомъ: въ рукахъ у него находится ремень, пришитый къ верхней части мѣха; опуская нижній край прорѣзанной щели и открывая ее такимъ образомъ, онъ, помощью ремня, поднимаетъ верхній бокъ мѣха, который при этомъ наполняется воздухомъ; затѣмъ онъ быстро сжимаетъ края щели, а самъ, всею своею тяжестью, бросается на мѣхъ и заставляетъ сконившійся тамъ воздухъ устремляться въ печь. Подобные-же мѣха, несравненно только большихъ размѣровъ, дѣлаются и изъ буйволовои кожи. Иногда клапанъ устраняется такимъ образомъ, что края открытаго конца мѣха заворачиваютъ одинъ на другой и сшиваютъ только по концамъ, а по срединѣ оставляютъ незашитою щель, приблизительно въ 9 дюймовъ длиною. Если мѣхъ наполненъ воздухомъ, то стоитъ его сдвинуть и тогда внутрь подогнутый край кожи, дюйма на 4 подходящій подъ наружный, плотно на него ложится и тѣмъ препятствуетъ выходу воздуха отсюда.

Кромѣ того, тамъ можно встрѣтить воздуходувные приборы и другихъ, болѣе практичныхъ устройствъ, съ которыми мы познакомимся ниже. Въ индѣйскомъ музеѣ въ Лондонѣ выставленъ даже деревянный, однодувный цилиндръ, поршень котораго обдѣланъ перьями. Въ этомъ-же музеѣ можно видѣть весьма остроумный воздуходувный приборъ, весь построенный изъ листьевъ.

Кузнечные инструменты индѣйцевъ повсемѣстно одинаковы. Наковальню дѣлаютъ они желѣзную, квадратную, небольшихъ размѣровъ и безъ такого рожка (*bes*, *Hoim*, *beac*), какой дѣлается обыкновенно на нашихъ наковальняхъ. Взамѣнъ послѣдняго они имѣютъ совершенно особый инструментъ. Молотки, клещи и проч. въ общихъ чертахъ сходны съ европейскими.

*Печи первого разряда.* — Печи эти иногда различаются между собою нѣсколько по наружной формѣ и размѣрамъ, но основаніе ихъ и способъ веденія въ нихъ работы постоянно одни и тѣ-же. Наиболѣе простаго устройства печи эти можно встрѣтить у жителей отроговъ Гатскихъ горъ. Здѣсь онѣ имѣютъ всего 2 фута вышины и даютъ при каждой насадкѣ около 5 или 7 фунтовъ желѣза. Въ Декапѣ эти-же печи имѣютъ часто 4 фута высоты и даютъ до 30 фунтовъ желѣза при каждой насадкѣ. Печи эти въ горизонтальномъ разрѣзѣ имѣютъ круглую форму. Діаметръ ихъ внизу, въ

горнѣ, измѣняется отъ 10 до 15 дюймовъ, а у колошника — отъ 6 до 12 дюймовъ. Построены эти печи изъ хорошо обожженной глины. Нижняя часть ихъ довольно быстро развѣдается и потому необходимо ее постоянно подирать свѣжей глиной. Выпу печи оставляются два отверстія; черезъ одно изъ нихъ вдувается въ нее воздухъ, а другое служитъ для выпуска шлаковъ и выпиманія желѣза. По словамъ Блафора, во всѣхъ печахъ Бенгаліи и Карнатика шлаки выпускаются изъ печи особымъ отверстіемъ, тогда какъ для вытаскиванія желѣза служитъ отверстіе, проводящее вмѣстѣ съ тѣмъ и воздухъ въ печь.

Плавка ведется слѣдующимъ образомъ: если печь выстроена вновь, то ее тщательно просушиваютъ, поддерживая въ ней, втеченіи нѣсколькихъ часовъ, небольшой огонь. Затѣмъ вставляютъ въ фурменное отверстіе рядомъ двѣ глиняныя трубки, изъ коихъ каждая имѣетъ около 12 дюймовъ длины и 1 дюймъ во внутреннемъ діаметрѣ. Трубки эти находятся въ разстояніи 3 или 4 дюймовъ отъ низу печи и всовываются во внутрь самой печи на 2 или на 3 дюйма. Каждой подобной фурмѣ соответствуетъ особый мѣхъ. Промежутки, остающіеся между стѣнками фурменнаго отверстія и самыми фурмами, замазываются глиной; такимъ-же образомъ замазывается и выпускное отверстіе. Послѣ того наполняютъ печь до половины древеснымъ углемъ, который разжигаютъ сверху, а потомъ насыпаютъ уголь до верху и пускаютъ дутье. Здѣшніе плавильщики придаютъ большое значеніе тому, чтобы зажечь уголь непременно на надлежащей высотѣ надъ фурмами, такъ какъ этимъ они достигаютъ того, что при медленномъ распространеніи пламени внизъ, часть угля, лежащая на днѣ горна, сохраняется почти до окончанія операціи.

Когда засыпь угля въ печи понизится, то бросаютъ туда попеременно слоями руду и уголь до тѣхъ поръ, пока ни введутъ желаемое количество руды, и затѣмъ усиливаютъ дутье, на сколько то возможно, и поддерживаютъ его въ такомъ видѣ до конца операціи. Шлакъ въ самомъ скоромъ времени появляется въ горну, и когда его накопится столько, что онъ подойдетъ къ фурмамъ, то протыкаютъ весьма тонкимъ протыгальникомъ выпускное отверстіе, и такимъ образомъ, даютъ постоянно вытекать нѣкоторой его части, тогда какъ большую часть шлака выпускаютъ изъ печи уже выстѣ съ желѣзомъ. По прошествіи отъ четырехъ до шести часовъ, плавка кончается. Проламываютъ часть передней стѣны въ печи и вытаскиваютъ оттуда полученное желѣзо, вмѣстѣ со шлаками и несгорѣвшимъ углемъ. При хорошо веденной операціи желѣзо получается достаточно нагрѣтымъ для того, чтобы быть тотчасъ-же прокованнымъ въ довольно плотную крону, изъ которой при этомъ выжимается густой и вязкій шлакъ. Часто однако получаемъ

мое желѣзо бываетъ слишкомъ холодно и потому передъ проговкою его разогрѣваютъ углемъ на открытомъ воздухѣ.

Такъ какъ, при разгрузкѣ печи, часть передней стѣны ея выламывается, то печь необходимо послѣ каждой плавки охлаждать, а потомъ, послѣ поправки, снова прогрѣвать. Все это влечетъ за собою большую трату и времени и горючаго матеріала, и потому ежедневно въ одной печи нельзя сдѣлать болѣе двухъ или трехъ пасадовъ.

Въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ ведется плавка въ подобныхъ печахъ, само собою разумѣется, нечего и думать о раздѣленіи труда. Здѣсь одна и та же семья собираетъ руду, выжигаетъ уголь, выплавляетъ желѣзо и передѣлываетъ его въ издѣлія, необходимыя для тамошнихъ жителей, и потому идущія въ продажу. Часто эти желѣзодѣлатели кочуютъ изъ селенія въ селеніе и останавливаются тамъ, гдѣ является потребность въ ихъ издѣліяхъ и гдѣ они могутъ найти руду и уголь. Здѣсь они воздвигаютъ свои печи и принимаются за работу.

Какъ примѣръ печи этого разряда мы приводимъ здѣсь существующую въ Орицѣ, въ Нижней Бенгаліи. Печь эту можно разсматривать, какъ типъ существующихъ въ Нижней Бенгаліи печей.

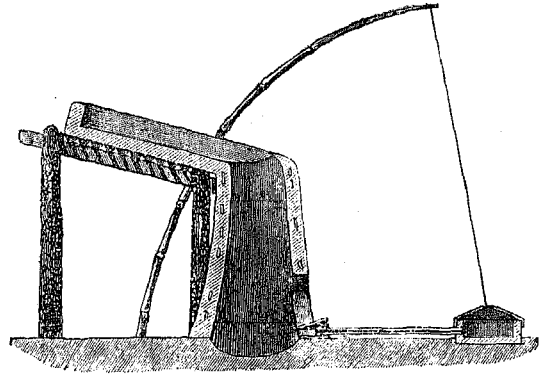
На фигурѣ 30—34 изображена такая печь, въ томъ видѣ, какъ она была построена въ селеніи Кункерай <sup>1)</sup>. Селеніе это, подобно всѣмъ другимъ этой мѣстности Бенгаліи, населено исключительно плавильщиками желѣза. Отъ другихъ окрестныхъ селеній, гдѣ жители занимаются земледѣліемъ, селенія эти вообще отличаются своею неопытною, бѣдною и самымъ жалкимъ положеніемъ своихъ обитателей. Плавильщики желѣза составляютъ во всей Бенгаліи совершенно особый классъ; они принадлежатъ къ старѣйшимъ племенамъ и разсыяны подъ разными именами по гористымъ мѣстностямъ полуострова; современные этнологи считаютъ ихъ потомками древняго племени Тамулъ. Въ Орицѣ обитаютъ весьма многія изъ этихъ племенъ, которыя достигли различной степени цивилизаціи. Многія изъ нихъ ведутъ кочевой образъ жизни, оставаясь на одномъ мѣстѣ лишь до тѣхъ поръ, пока они могутъ найти тамъ въ достаточномъ количествѣ руду и уголь. Едва же матеріалы эти начинаютъ истощаться, или даже просто едва какое-нибудь обстоятельство покажется дурнымъ предзнаменованіемъ для этихъ суевѣрныхъ людей, они тотчасъ-же собираютъ всѣ свои пожитки и переселяются въ ближайшую благопріятную для нихъ мѣстность, гдѣ снова начинаютъ работы. Дожди и быстрая растительность уничтожаютъ всякіе слѣды оставленныхъ селеній и лишь громадные кучи шлаковъ остаются на цѣлыя столѣтія памятниками существовавшего тамъ младенческаго искусства. Нерѣдко попада-

<sup>1)</sup> Mem. Geol. Surrey, India, part. I, p. 60, 65 etc.

ются подобныя кучи среди такихъ, совершенно заросшихъ осокой (*scirpus*) мѣстностей, гдѣ на памяти людской вовсе и не существовало желѣзной промышленности.

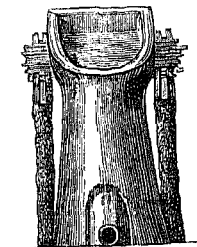
Существенными частями желѣзной фабрикаціи во всей Оризѣ должно назвать цилиндрическую печь и воздухоудвную машину. Печь принадле-

Фиг. 30.

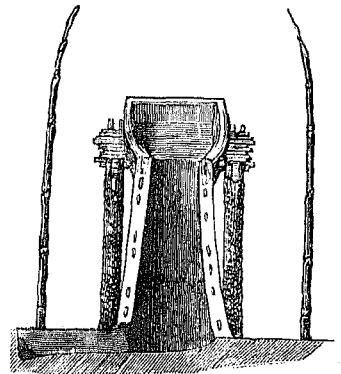


жить къ числу самыхъ грубѣйшихъ приборовъ; она устраивается изъ весьма желѣзистаго песка, смоченнаго водой и плотно уколоченнаго; ее скрѣпляютъ особымъ каркасомъ, или рядомъ обручей, выгнутыхъ изъ дерева (фиг. 30 и 32). Форма печамъ дается или цилиндрическая, съ почти круглымъ основаніемъ, или она приближается болѣе или менѣе къ копусу. Стѣны печи имѣютъ или по всей высотѣ одинаковую толщину около 3 дюймовъ, или книзу онѣ нѣсколько утолщаются. Высота печи обыкновенно 3 фута, а средний внутренний діаметръ 1 футъ; но впрочемъ размѣры эти измѣняются, согласно привычкѣ мастеровъ, или, вѣрнѣе, согласно мѣстнымъ обычаямъ и нѣкоторымъ случайностямъ. Въ нижней части печи находятся два отверстія. Одно изъ нихъ, въ передней стѣнѣ (фиг. 31) имѣетъ около 1 фута высоты, а ширину, нѣсколько меньшую, нежели внутренний діаметръ печи. Во время работы отверстіе это плотно замазано, за исключеніемъ небольшого промежутка, служащаго для прохода фурмы, по окончаніи же операциіи оно служитъ для вытаскиванія губчатой массы полученнаго желѣза. Фурма обыкновенно выдѣлывается

Фиг. 31.



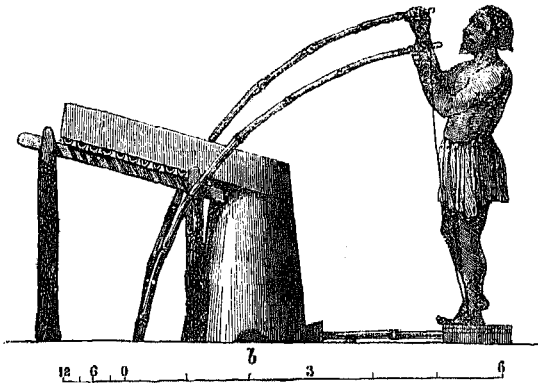
Фиг. 32.



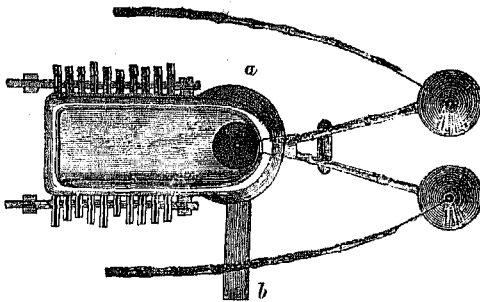
и самая печь, т. е. изъ краснаго глинистаго песка; его смачиваютъ водой, и изъ полученной массы формуютъ руками, надлежащихъ размѣровъ фурму, которую затѣмъ просушиваютъ на солнцѣ. Иногда же фурму замѣняетъ про-

сто кусокъ глины, въ который вставляютъ бамбуковую трубку, идущую прямо отъ воздуходувнаго прибора <sup>1)</sup>. Другое отверстіе, меньшихъ размѣровъ, находится въ одной изъ боковыхъ сторонъ печи, ниже уровня земли (фиг. 32, 33 и 34). Оно служитъ для сообщенія внутренности печи съ небольшимъ рвомъ *b*, въ который стекаютъ образующіеся въ печи шлаки. Подъ печи нѣсколько наклоненъ къ этому отверстию, и вытекающій шлакъ, по застываніи, рабочий убираетъ изъ рва клещами.

Фиг. 33.



Фиг. 34.



его можно считать требующимъ наименьшихъ человѣческихъ усилій. Фиг. 35 изображаетъ этотъ мѣхъ, наполненный воздухомъ, а фиг. 36 представляетъ его въ томъ видѣ, когда воздухъ изъ него выгнанъ. Онъ состоитъ изъ небольшого куска твердаго дерева, грубо выдолбленнаго въ серединѣ. Сверху покрывается онъ буйволовою кожей, по срединѣ которой сдѣлано небольшое отверстіе. Въ это послѣднее проходитъ крѣпкая веревка, къ концу которой привязана небольшая напка, служащая застежкой и такимъ образомъ скрѣпляющая веревку съ кожей. Другой конецъ веревки привязанъ къ изогнутой бамбуковой трости, врытой въ землю. Эта трость дѣйствуетъ какъ пружина, заставляя, покрывающую цилиндръ кожу, постоянно находиться въ натяну-

наклоннаго положенія, находящаяся сверху на задней сторонѣ печи (фиг. 30, 33 и 34), которая не всегда впрочемъ устраивается у печей подобнаго рода, сдѣлана изъ одинаковаго съ печью матеріала. Плоскость эта покоится на бамбуковыхъ тростяхъ уложенныхъ на деревянную раму, и служитъ для настлани угля, который отсюда, по мѣрѣ надобности, сгребается въ печь.

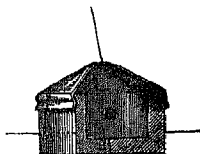
Воздуходувный приборъ Оризы весьма остроуменъ, и между всѣми сортами ручныхъ мѣховъ

весьма остроуменъ, и между всѣми сортами ручныхъ мѣховъ

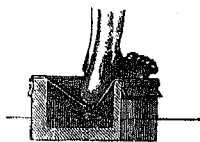
<sup>1)</sup> Report. on Coal and Iron of Cullack (Допосеніе о каменномъ углѣ и желѣзѣ Куттака), р. 16.

томъ положеніи (Фиг. 35), при чемъ, чрезъ отверстіе этой покрышки, въ цилиндръ входитъ наружный воздухъ. Стоитъ за-тѣмъ рабочему встать на эту кожу ногой, закрывая пяткой среднее ея отверстіе, то воздуходувный приборъ приходитъ въ положеніе, изображенное на фиг. 36, а скопившійся въ немъ воздухъ прогоняется въ бамбуковую трубку, которая сообщаетъ внутренность цилиндра съ шахтой печи. Достигнувъ этого результата, рабочій рукой тотчасъ же снова устанавливаетъ бамбуковую трость въ первоначальное положеніе (фиг. 33).

Фиг. 35.



Фиг. 36.



Два подобныхъ мѣха устанавливаются рядомъ, а выходяція изъ нихъ бамбуковыя трубки встрѣчаются передъ печью въ одной общей фурмѣ (Фиг. 34). Прыгая попеременно то на тотъ, то на другой мѣхъ, рабочій достигаетъ почти непрерывнаго дутья <sup>1)</sup>.

Должно замѣтить, что въ дѣйствительности описанные только что приборы далеко не такъ правильны, какъ изображенные на прилагаемыхъ чертежахъ, по размѣры ихъ и проч. здѣсь скопированы совершенно вѣрно.

*Печи втораго разряда.* — Эти печи попадаются въ центральной Индіи и ея сѣверозападныхъ провинціяхъ, гдѣ цивилизація стоитъ несравненно выше, нежели въ вышеописанныхъ мѣстностяхъ.

Здѣсь рабочіе собираются цѣлыми обществами, образуя селенія, расположенныя само собою разумѣется, въ мѣстахъ, изобилующихъ и рудой, и лѣсомъ, пригоднымъ для выжига хорошаго угля. Въ большихъ селеніяхъ можно встрѣтить правильное раздѣленіе работъ; здѣсь есть и рудокопы, и угольщики, и плавильщики, и наконецъ кузнецы, и все они составляютъ совершенно особые классы. Получаемое желѣзо отправляется для продажи нерѣдко въ мѣстности, весьма удаленныя отъ мѣста его добычи.

Описаніе печей, какъ втораго, такъ и третьяго разряда нами сдѣлано по образцамъ, встрѣчаемымъ въ Тендукера, который можно считать центромъ индійской желѣзной промышленности и въ которомъ находится отъ 50 до 60 печей.

Втораго разряда печи устраиваются обыкновенно въ валу, состоящемъ изъ сильно уколоченной и хорошо пожженой глины. Въ немъ проводятъ, на надлежащемъ между собою разстояніи, нѣсколько (до трехъ) цилиндрическихъ шахтообразныхъ углубленій, около 15 или 18 дюймовъ въ діаметрѣ

<sup>1)</sup> Этотъ воздуходувный приборъ описанъ Робертомъ Розе въ the Gleanings of Science, № 34, October 1831, Calcutta. Употребленіе этого мѣха имъ было наблюдаемо въ Амдеръ, близъ Самбальпура.

и 2½ фута въ глубины. Внизу каждое углубленіе снабжено двумя небольшими, другъ противъ друга лежащими, отверстиями.

Способы подготовленія рудъ и угля, а равно и веденія самой плавки, почти тѣ же, какъ и выше нами описанные. Также какъ и въ тѣхъ случаяхъ, здѣсь печь наполняютъ древеснымъ углемъ, пускаютъ дутье и затѣмъ насаживаютъ попеременно слоями руду и уголь. Когда шлаки накопятся въ печи на столько, что дойдутъ до извѣстнаго горизонта, то ихъ выпускаютъ черезъ пробиваемое въ передней стѣнѣ небольшое отверстие; по окончаніи операціи полученное желѣзо сбиваютъ въ одинъ комъ, который и вытаскиваютъ клещами черезъ колошникъ. Вытащивъ крицу изъ печи, вычищаютъ, черезъ отверстие въ передней стѣнѣ, также и могуція тамъ остаться шлаки, а затѣмъ печь снова нагружаютъ углемъ и тотчасъ-же приступаютъ къ слѣдующей плавкѣ. Преимущество этихъ печей передъ печами перваго разряда, какъ могъ читатель замѣтить, состоятъ главнѣйше въ томъ, что при нихъ нѣтъ необходимости выламывать каждый разъ стѣны для доставанія крицы, а слѣдовательно, не приходится прибѣгать послѣ каждой плавки къ значительнымъ исправленіямъ и совершенному охлажденію печи, что, какъ мы видѣли выше, сопряжено съ большою тратою времени и горючаго матеріала. Втеченіи 16-ти-часовой работы въ сутки, такая печь даетъ 6 криць, изъ коихъ каждая вѣситъ приблизительно до 25 фунтовъ. Крицы эти проковываются прямо по выходѣ изъ печи безъ предварительнаго подогрѣванія. По дѣйствию, печи эти можно разсматривать какъ каталанскій горнъ малыхъ размѣровъ.

*Печи третьяго разряда.*—Эти печи, какъ и было уже замѣчено, находятъ въ употребленіи въ тѣхъ-же мѣстностяхъ, какъ и печи втораго разряда, и служатъ здѣсь для приготовленія лучшихъ сортовъ желѣза и стали. Онѣ выкладываются изъ глины и располагаются обыкновенно у подножія холмовъ или другихъ подобныхъ возвышенностей. Наружная высота этихъ печей измѣняется отъ 8 до 10 футовъ, а внутренняя—отъ 6 до 7 футовъ, такъ что подъ ихъ возвышается надъ уровнемъ земли на 2 или на 3 фута. Внутренній разрѣзъ ихъ имѣетъ квадратную форму, по 18 дюймовъ съ каждой стороны, и эти размѣры шахта сохраняетъ по всей своей высотѣ. Передняя стѣна не дѣлается толще 5 или 6 дюймовъ, для того, чтобы въ случаѣ нужды, ее удобно было вынуть, и если это приведено въ исполненіе, то печь представляетъ собою видъ ниши въ 18 дюймовъ глубиною и такой же ширины. Впрочемъ, нѣкоторыя печи этого разряда имѣютъ и прямоугольное основаніе, при чемъ длина и ширина ихъ внутренняго пространства бываетъ 15 и 21 дюймъ. Подъ печи выкладывается изъ хорошо высушенной глиняной плиты, въ которой продѣланы многія небольшія отверстия. Плита эта наклонена къ задней стѣнѣ печи приблизительно подъ уг-



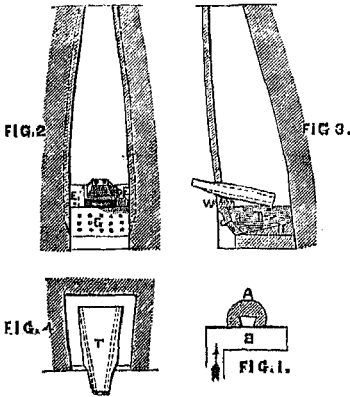
ломъ 45°, такъ что подъ нею, съ передней стѣны, открывается пустое пространство, имѣющее видъ лежащей трехгранной призмы.

Когда желаютъ пустить печь въ ходъ, то прежде всего покрываютъ только что поименованную плиту коровльимъ пометомъ, такъ что масса его занимаетъ внизу печи пространство въ 1 футъ высотой и при этомъ покрываетъ самый верхній край глиняной плиты, у передней стѣны печи на 4 или 5 дюймовъ. На этой-же высотѣ помѣщаютъ въ передней стѣнѣ и двѣ глиняныя трубы или фурмы, которыя имѣютъ по крайней мѣрѣ 18 дюймовъ длины и, такимъ образомъ, проходятъ почти до задней стѣны печи. На коровій пометъ бросаютъ древесный уголь, въ количествѣ, достаточномъ, чтобы заполнить шахту до половины высоты; здѣсь его зажигаютъ и тотчасъ-же наполняютъ печь этимъ горючимъ матеріаломъ до самаго колошника. Затѣмъ пускаютъ дутье и, по мѣрѣ осажденія угля въ печи, засыпаютъ въ нее попережъшными слоями руду и уголь, а въ печакъ съ продолговатымъ сѣченіемъ, — уголь пополамъ съ дровами. Плавка продолжается отъ 12 до 16 часовъ. Накопляющіеся шлаки выпускаются изъ печи чрезъ тѣ отверстія, которыя оставлены въ глиняной плитѣ, образующей подъ. Для этой цѣли время отъ времени прочищаютъ отверстія эти желѣзнымъ прутомъ, начиная эту операцію съ низшихъ, т. е. лежащихъ у задней стѣны, и постепенно переходя къ верхнимъ. Тѣ отверстія, изъ которыхъ уже шлакъ выпущенъ, снова замазываются глиной, по мѣрѣ того, какъ къ нимъ подходит образующееся въ печи желѣзо. Когда фурмы окончательно развѣдаются, что служитъ признакомъ, что желѣзо достигло ихъ горизонта, то операцію считаютъ оконченною и вытаскиваютъ клещами снизу глиняную плиту, при чемъ все желѣзо и шлаки падаютъ на землю. Получаемыя крицы вѣсятъ отъ 4 до 5½ пудовъ и, по причинѣ столь значительной величины, не могутъ быть проковываемы за одинъ разъ. Ихъ надрубаютъ зубиломъ, такъ что по охлажденіи является возможность разбить каждую крицу на четыре части. Получаемыя крицы представляютъ смѣсь ковкаго желѣза и стали, взаимное отношеніе въ количествахъ которыхъ находится въ прямой связи, какъ со свойствами проплавляемой руды, такъ и со способомъ веденія самой плавки. Вообще, здѣсь если желаютъ получить сталь, то увеличиваютъ въ шихтѣ количество древеснаго угля и ослабляютъ дутье. Изъ полученной крицы рабочіе тщательно отбираютъ частицы стали, которыя паломомъ весьма напоминаютъ цементную сталь изъ шведскаго желѣза. Эти отдѣльныя частицы прокаливаются на древесномъ углѣ, свариваются и передѣлываются въ инструменты для рѣзанія и проч. Если-же желаютъ имѣть не сталь, а желѣзо, то полученную крицу прямо накалываютъ и проковываютъ въ полосу, при чемъ она совершенно теритъ сталеватую наружность. Иногда въ этихъ печакъ, къ великому неудовольствію рабочихъ, получается и нѣкоторое количество чугуна,

который отдѣляется отъ остальной массы желѣза весьма трудно. Рабочіе говорятъ въ этихъ случаяхъ, что ихъ желѣзо попортилось отъ слишкомъ высокой температуры печи.

Къ этому разряду печей, только съ нѣкоторыми измѣненіями въ деталяхъ, можно отнести и печь, описанную Айкиномъ <sup>1)</sup>.

Фиг. 37.



Фиг. 37, 1 — планъ печи. *A* изображаетъ печь, стѣны которой выложены изъ крупнаго необожженаго кирпича и обмазаны глиной. *B* — ровъ, имѣющій 3 фута глубины и съ покатостью по направленію, показанному стрѣлкою. Фиг. 37, 2 — видъ спереди; фиг. 37, 3 — вертикальный разрѣзъ; фиг. 37, 4 — представляетъ видъ сверху на фурму *T*, состоящую изъ двухъ расходящихся глиняныхъ трубокъ, вставленныхъ въ массу сухой глины. *H* — подъ печи, состоящій изъ песчаника или другой какой-нибудь трудноплавкой породы; онъ имѣетъ нѣкоторый наклонъ къ передней стѣнѣ.

*C* — глиняная плита съ многочисленными отверстіями, которыя, смотря по надобности, остаются замазанными или открытыми во время хода плавки. *W* — глиняный клинъ, помощью котораго даютъ надлежащій наклонъ фурмѣ. *E, E* — глиняныя обожженныя плиты, или толстые кирпичи, которые выполняютъ у передней стѣны открытое пространство возлѣ фурмы. *D* — масса, приготовленная изъ коровьяго помета и рубленой соломы. Къ каждой печи приспособлены два мѣха, которые укрѣплены на надлежащей высотѣ впереди печи. Фурма поддерживается на своемъ мѣстѣ вертикальнымъ шестомъ, который прикрѣпленъ къ ней нижнимъ концомъ, а верхнимъ вдѣланъ въ желѣзное кольцо и закрѣпленъ двумя болтами. Вышина печи измѣняется отъ 4' <sup>1</sup>/<sub>3</sub> до 8' <sup>1</sup>/<sub>3</sub> футовъ, а ширина ея въ наиболѣе широкой части — отъ 1 фута до 3 футовъ 10 дюймовъ. Изъ чертежа видно, что задняя стѣна этой печи значительно наклонена къ передней, и въ этомъ, какъ кажется, заключается условіе правильной ея постройки.

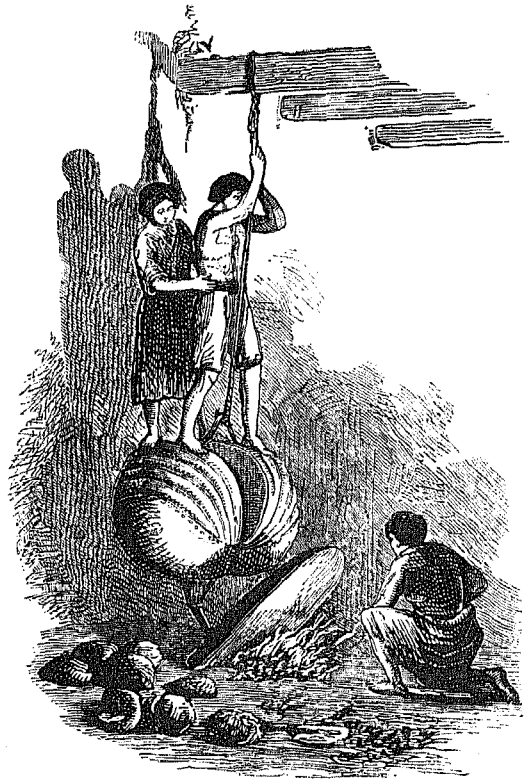
Получающіеся изъ этихъ печей шлаки содержатъ въ себѣ желѣзные корольки, которые отдѣляютъ отъ нихъ протолчкою и промывкою и употребляютъ вмѣсто пуль.

Для пополненія предлагаемой статьи мы укажемъ здѣсь еще на два встрѣчающіяся въ Индіи способа плавки желѣзныхъ рудъ. Описаніе перваго изъ этихъ способовъ мы заимствуемъ изъ небольшой замѣтки д-ра Гокеръ (Ню-

<sup>1)</sup> Illustrations of Arts and Manufactures. By Arthur Aikin. London, 1841, p. 289.

ker), который наблюдалъ его въ Казійскихъ горахъ, въ долинѣ Нонкремъ. Руда здѣсь желѣзный песокъ (магнитный желѣзнякъ?), разсѣянный въ массѣ краснаго песка, происшедшаго отъ разрушенія мягкаго гранита, лежащаго въ сосѣдствѣ этой мѣстности. Песокъ этотъ обогащаютъ промывкою. Докторъ Гокеръ замѣчаетъ, что «въроятно страна эта весьма богата этой желѣзной рудой, потому что здѣсь въ весьма многихъ мѣстностяхъ можно встрѣтить каналы и резервуары, построенные съ единственною цѣлью промывки этой руды». Плавка руды производится по первобытному способу на древесномъ углѣ, а дутье доставляется при помощи огромныхъ двудувныхъ мѣховъ, приводимыхъ въ дѣйствіе двумя человѣками (фиг. 38). При этой плавкѣ не употребляютъ ни печей, ни флюсовъ. Огонь разводятъ просто у подножія вертикально поставленнаго, на подобіе надгробнаго памятника, камня, внизу котораго продѣлано небольшое полукруглое отверстіе. Неподалеку отъ этого отверстія вѣшаютъ мѣха; отъ каждаго изъ нихъ воздухъ проводится бамбуковыми трубками въ одну общую, широкую трубку, по которой онъ и доставляется, чрезъ отверстіе въ камень, къ топкѣ. При этой плавкѣ, желѣзо получается въ видѣ крицы, съ шероховатою поверхностью, которая величиною равняется двумъ кулакамъ. Тотчасъ-же послѣ полученія, крицы эти разбиваются на двое, для удостовѣренія въ ихъ чистотѣ <sup>1)</sup>).

Фиг. 38.



Если-бы приложенный Гокеромъ рисунокъ не сопровождался только что приведеннымъ описаніемъ, то мы скорѣе были-бы склонны думать, что онъ изображаетъ просто топку, служащую лишь для подогрѣва желѣза. Было-бы крайне интересно имѣть также и подробное описаніе употребляющихся при этой операціи мѣховъ. На сколько можно судить по рисунку, они приводятся

<sup>1)</sup> Himalayan Journals. London, t. II, p. 310; 1854.

въ дѣйствіе погамп, при чемъ въ то время, какъ одинъ мѣхъ сжимають, другой наполняется воздухомъ, и такимъ образомъ токъ послѣдняго получается непрерывный.

Въ этой-же мѣстности Индіи можно встрѣтить еще и другой способъ обработки желѣзныхъ рудъ, при которомъ употребляютъ мѣха, совершенно подобныя только что описаннымъ. Свѣдѣніи объ этомъ способѣ мы заимствуемъ изъ описанія В. Кракрофта <sup>1)</sup>).

Внутреннее пространство дернового шалана, имѣющаго овальную форму отъ 15 до 18 фут. въ діаметръ, и 23 фута высоты, раздѣляютъ на три части. Среднее отдѣленіе служитъ для плавки. Два большихъ дудувныхъ мѣха, сопла которыхъ соединяются внизу, помѣщаются съ одной стороны этого отдѣленія. Мѣха эти устроены изъ дерева и кожи, и въ общихъ чертахъ совершенно похожи на употребляющіеся въ Европѣ. На нихъ помѣщается человекъ, который ставитъ одну ногу на одинъ, а другую—на другой мѣхъ и спиною упирается на поставленныя сзади его двѣ деревянныя доски. Лѣвой рукой держится опъ за шею, который верхнимъ концомъ подвѣзанъ въ крышѣ, а нижнимъ, при помощи двухъ веревокъ, соединяется съ обоими мѣхами. Сгибая и разгибая попеременно надлежащимъ образомъ ноги и чрезъ то сжимающая и разжимающая мѣха, человекъ этотъ приводитъ послѣдніе въ весьма быстрое дѣйствіе. Оба сопла, какъ было замѣчено, соединяются въ одну трубку и подъ землею проходятъ въ горнъ, лежащій приблизительно на разстояніи 4 футовъ отъ мѣха. Горнъ закрытъ сверху глинянымъ колакомъ съ желѣзными скрѣпами, имѣющимъ около 2 футовъ въ нижнемъ діаметрѣ и 6 футовъ высоты. Внизу горна, на сторонѣ противоположной фурмамъ, находится отверстіе. Дымовая труба, проходящая черезъ отверстіе въ крышѣ, нѣсколько наклонена въ сторону, противоположную той, гдѣ находится рабочій. Вправо отъ воздуходувнаго прибора, на высотѣ печной трубы, находится лотокъ, на которомъ расположены слегка смоченный водой древесный уголь и желѣзный песокъ. Время отъ времени, рабочій, стоящій на мѣхахъ, забрасываетъ чрезъ трубу въ печь уголь и руду, которые онъ достаетъ съ лотка особой длинной ложкой. Когда достаточная масса руды расплавлена, или, вѣрнѣе, когда въ горну получилась извѣстная масса мягкаго желѣза, его вытаскиваютъ клещами и проковываютъ тяжелымъ деревяннымъ молотомъ на камнѣ, служащемъ вмѣсто наковальни. Въ такомъ видѣ желѣзо это и продается, или вымѣнивается. Употребляемая здѣсь для построекъ огнепостоянная глина находится въ большомъ количествѣ здѣсь-же въ сосѣдствѣ.

<sup>1)</sup> Smelting of iron in the Kasya-Hills; Journal of the Asiatic Soc. of Bengal, 1832, t. I, p. 150 (Плавка желѣза въ Кавійскихъ горахъ).

*Экономическіе выводы.* — Нѣкоторыя достовѣрныя свѣдѣнія о цѣнности работы и выгодахъ предпринимателя въ Индіи не совсѣмъ, по нашему мнѣнію, безынтересны и быть можетъ вызовутъ удивленіе со стороны нашихъ заводчиковъ.

Въ южной Индіи, крицы, въ томъ видѣ какъ онѣ получаются изъ горновъ, вѣсятъ около 12 фунтовъ и продаются по 2 *анна* ( $7\frac{1}{2}$  копѣекъ) за штуку. Лучшая изъ подобныхъ криць, при дальнѣйшей обработкѣ, не даетъ болѣе  $6\frac{3}{4}$  фунтовъ желѣза, обыкновенный-же выходъ можно принять среднимъ числомъ въ 3 фунта. Расходъ, необходимый на переработку сырыхъ криць въ грубые сорта желѣза ручною проковкою, должно считать въ 40 *рупи* за тонну ( $39\frac{1}{2}$  коп. за пудъ); такимъ образомъ весь расходъ на выдѣлку полосоваго желѣза должно положить равнымъ 80 *рупи* за тонну (79 коп. за пудъ). Не такъ давно эта цѣна на желѣзо была ниже той, по которой продавались наиболѣе дешевые сорта англійскаго желѣза въ Мадрасѣ <sup>1)</sup>.

Для работы у каждой печи, въ 4 фута высотой, потребны четыре чело-вѣка, мастеръ и три работника, которые втеченіи двѣнадцати часовой работы изготовляютъ три крицы. Капитанъ Кампбель увѣряетъ, что, работая совершенно въ такихъ-же печахъ, съ помощью двухъ чело-вѣкъ, и употребляя въ половину меньшее, противъ индійцевъ, количество руды и угля, онъ изготовлялъ втеченіи двѣнадцати часовой работы до 44 фунтовъ желѣза <sup>2)</sup>. Тотъ-же авторъ увѣряетъ, что худшее индійское желѣзо, какое ему случалось видѣть, достоинствами своими ни мало не уступало лучшему англійскому, и онъ предполагаетъ, что недостатки перваго зависятъ единственно отъ почти постоянного въ немъ присутствія нѣкотораго количества стали. Желѣзо, которое имъ самимъ было получено въ подобныхъ печахъ, безъ малѣйшихъ трещинъ выковывалось въ полосу, которая имѣла менѣе одной линіи въ толщину и перегибалась шесть разъ взадъ и впередъ, не ломаясь. Его можно было легко скручивать, не ломая, а брусокъ его въ  $\frac{1}{4}$  дюйма ширины и  $\frac{1}{2}$  дюйма толщины изгибали совершенно пополамъ и, изогнувъ, ковали въ холодномъ состояніи, при чемъ волокнистость его оставалась совершенно безъ измѣненія. Нѣкоторые писатели приписывали индійскому желѣзу краснотемноту, т. е. образованіе рваниль на краяхъ при ковкѣ его въ горячемъ состояніи; по словамъ-же Кампбеля, краснотемное желѣзо въ Индіи есть явленіе весьма рѣдкое <sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> Капитанъ Кампбель, изъ котораго заимствованы эти цифры, въ другомъ мѣстѣ указываетъ стоимость тонны желѣза въ 90 *рупи* ( $89\frac{1}{2}$  коп. за пудъ), говоря, что въ первомъ случаѣ имъ не принята въ соображеніе потеря при ковкѣ.

<sup>2)</sup> Въ прибавленіи къ the Report on the Government Central-Museum of Madras, стр. 14.

<sup>3)</sup> Капитанъ Кампбель, помощникъ генераль-инспектора въ Мадрасѣ, очевидно плохо знакомъ съ теоріею дѣла, въ чемъ убѣждаетъ насъ слѣдующій отрывокъ изъ одной его записки: «я не сомнѣваюсь, что есть возможность извлекать превосходное желѣзо и

Въ Арнее, въ Мадрасѣ, желѣзо извлекается изъ желѣзистыхъ песковъ, которые, будучи обогащены промывкою, даютъ при плавкѣ 33 $\frac{1}{2}$  проц. металла. Каждая плавка даетъ около 12 фунтовъ кричаго желѣза, которое при дальнейшей переработкѣ оставляетъ 33 $\frac{1}{4}$  проц. желѣза въ полосахъ. Такимъ образомъ здѣшняя руда даетъ только 17 проц. желѣза (1).

Въ сѣверной Канарѣ, самомъ сѣверномъ пунктѣ Мадраесскаго президентства, средняя цѣна на сырое желѣзо 2 рупи за *маундъ* (2 пуда 7 фунт.), т. е. 54 $\frac{1}{4}$  коп. за пудъ. Въ каждую заправку изъ печи получаютъ 2 $\frac{1}{2}$  маундъ желѣза.

Въ провинціи Малабаръ, въ Мадраесскомъ президентствѣ, ежегодную добычу желѣза считаютъ приблизительно въ 27 тысячъ пудовъ. Средняя продажная цѣна (сырого?) желѣза измѣняется отъ 12 *анна* до 1 $\frac{1}{2}$  *рупии* за *тооламъ* (29 $\frac{1}{4}$  фунт.), т. е. около 60 $\frac{1}{2}$  коп. за пудъ. Уголь, который подвозится на разстояніи отъ  $\frac{3}{4}$  до 5 верстъ, обходится у печей въ 1 $\frac{1}{2}$  *анна* за 1 п. 33 фунт., т. е. за то количество, которое человекъ расходуетъ ежедневно. Для полученія 1 фута желѣза въ крицѣ здѣсь расходуются 6 фунтовъ древеснаго угля и 4 фунта руды. Это желѣзо, при проковкѣ въ продажные сорта, теряетъ почти половину своего вѣса. Прибыль, которую получаетъ здѣсь рабочий, считаютъ въ 10 рупи за тонну, или 10 $\frac{2}{3}$  коп. за пудъ.

Названіе мѣстности.	Стоимость печи вмѣстѣ съ шалазомъ.		Мѣсячная рабочая плата, сообразно величинѣ печи.	
	Рупи.		Рупи.	
Корменаадъ	5	3 р. 20 к.	отъ 10 до 30	отъ 6 р. 40 к. до 19 р. 20 к.
Схерпаадъ .	6	3 р. 84 к.	20	12 р. 80 к.
Валловпаадъ	отъ 17 до 30	отъ 10р. 88к. до 19 р. 20к.	отъ 17 до 52	отъ 10 р. 88к. до 33 р. 28 к.
Эрипаадъ . .	» 12 » 15	отъ 7 р. 68к. до 9 р. 54к.	52	33 р. 28 к.
Темаланоорамъ . . .	» 24 » 48	отъ 15р. 76 к. до 31 р. 52к.	отъ 2 $\frac{1}{2}$ до 28	отъ 1 р. 42 к. до 17 р. 92к.

Въ провинціи Залемъ, въ президентствѣ Мадрасъ, стоимость печи, вмѣщающей отъ 17 до 20 фунтовъ руды, измѣняется отъ 4 *анна* (15 копѣекъ) до 2 рупи (1 р. 28 к.). Эта мѣстность считается въ отношеніи стального производства главнымъ центромъ (2).

изъ англійскихъ рудъ, *если находящуюся въ нихъ окись желѣза очищать промывкою*. Appendix to Report, etc. стр. 26.

1) Капитанъ Брукъ (Brooke). Report on the Government Central-Museum, Madras, by Edward Balfour, Surgeon, Madras Army.—On the Iron Ores, the Manufacture of Iron and Steel, and the Coals of the Madras Presidency (Донесеніе о центральномъ музеѣ мадрасскаго правительства. О желѣзныхъ рудахъ, выдѣлкѣ желѣза и стали и о каменномъ углѣ въ президентствѣ Мадрасъ). Madras, 1855, p. 24.

2) J. M. Heath, Appendix to Report on the Iron Ores, etc., извлечено изъ Journal of Asiatic Society, t. V, p. 390.

Въ прибрежной провинціи Визаганатамъ, въ Мадрасѣ, желѣзныя руды даютъ 25 проц. кричнаго желѣза, а это послѣднее, при перековкѣ, оставляетъ 57 проц. сортового желѣза.

Весьма дешево обходящіяся печи можно встрѣтить въ Коамбаторѣ, въ округѣ Карооръ, въ южной Индіи. Здѣсь печь, имѣющая 4 фута высоты и 1 футъ въ діаметрѣ, обходится въ 1 анна и 6 пиезъ, т. е. въ 5 коп. сер.! Работая прилежно три дня, одинъ рабочій строитъ четыре такія печи. Рабочая плата четверемъ человѣкамъ, находящимся при каждой такой печи, полагается отъ 7 до 8 рупи въ мѣсяць, т. е. отъ 4 р. 48 коп. до 5 р. 12 коп. <sup>1)</sup>

Въ Нагиорѣ, въ Деканѣ, въ южной Индіи, печи устраиваются на открытомъ воздухѣ, подъ деревьями и потому во время дождей работа въ нихъ производится не можетъ. Вся стоимость этихъ печей не превосходитъ 1 рупи, т. е. 64 коп. При печи работаютъ три человѣка, а суточный расходъ на нее можетъ быть выраженъ слѣдующими данными:

Руда . . . . .	1/2 анна. или 1 3/4 коп. сер.
Древесный уголь . . . . .	2        »        7        »        »
Рабочая плата . . . . .	3        »        10 1/2    »        »
Всего . . . . .	5 1/2 анна или 19 1/4 коп.

Каждая печь вырабатываетъ 1 3/4 маундъ, или 3 пуда 32 1/4 фунта, кричнаго желѣза, которое, при дальнѣйшей переработкѣ, оставляетъ 1 маундъ, или 2 п. 7 фунт. сортового желѣза.

Въ провинціяхъ Кумаонъ и Гурваль, въ Бенгалскомъ президентствѣ, въ сѣверномъ Индостанѣ, древесный уголь, доставляемый изъ лѣсу приблизительно на разстояніи 6 верстъ, обходится въ 3 анна (10 1/2 коп.) 30 сеерсъ (1 пудъ 28 1/3 фунт.), или по 6 съ небольшимъ копѣекъ за пудъ <sup>2)</sup>.

Въ провинціи Кумаонъ, 930 сеерсъ (51 пуд. 19 фунт.) руды даютъ при обработкѣ 327 1/2 сеерсъ (почти 18 пуд.) желѣза въ крицахъ, которое, въ свою очередь, при переработкѣ, оставляетъ 81 3/4 сеерсъ (4 1/2 пуд.) сортового желѣза, т. е. 100 частей руды даютъ приблизительно 8 2/3 ч. полосоваго желѣза. При этомъ для проплавки 930 сеерсъ (51 1/4 пуд.) потребно 340 сеерсъ (18 пуд. 32 ф.) угля, и результатомъ являются 81 3/4 сеерсъ (4 1/2 п.) желѣза. Такимъ образомъ на 1 часть по вѣсу сортового желѣза приходится 8 1/6 вѣсовыхъ частей древеснаго угля <sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> E. C. G. Thomas, Assistant Collector. Appendix to the Report etc., только что поименованный.

<sup>2)</sup> Report on the Metalliferous Deposits of Kumaon.

<sup>3)</sup> Selections from the Records of Government. North-Western Provinces. Published by authority (Извлечение изъ правительственныхъ архивовъ. Северозападные провинціи. Публиковано правительствомъ). Agra, 1853, Part XIII. Iron and Copper Mine

Новѣйшія свѣдѣнія о стоимости индійскаго желѣза мы заимствуемъ изъ донесенія Говарда Блэквилья <sup>1)</sup>, которое заслуживаетъ полнѣйшаго довѣрія. Изъ донесенія этого слѣдуетъ, что городъ Тендукера, въ долинѣ Нербудда исключительно занимается фабрикаціей желѣза. Здѣшняя руда представляетъ собою известковистый бурый желѣзнякъ, мѣсторожденія котораго расположены въ трехъ верстахъ къ югу отъ Тендукера и въ 6 верстахъ къ сѣверу отъ береговъ Нербудды. Разработки занимаютъ здѣсь собою площадь отъ 187 до 235 сажень въ длину, при ширинѣ 90 сажень. Руда добывается съ глубины отъ 30 до 40 футовъ подъ поверхностью, но въ нѣкоторыхъ мѣстахъ добыча ея ведется и открытымъ разномомъ. Шахты здѣсь проводятся каждое лѣто совершенно вновь, потому что каждый-же годъ во время зимы онѣ совершенно размываются дождями; самый способъ добычи руды, здѣсь общепринятый, представляетъ собою самую грубѣйшую и хищническую операцію. Уголь подвозится сюда изъ горъ, лежащихъ въ разстояніи отъ 8 до 16 верстъ къ сѣверу отъ города; для выжega его идутъ совершенно безразлично и твердыя и мягкія породы деревьевъ. Его везутъ въ корзинахъ, навьюченныхъ на буйволовъ, и количество его, соответствующее тремъ или тремъ съ половиной вьюкамъ, продается здѣсь за 1 рупи, т. е. за 64 коп. сер.; по этой цѣнѣ, стоимость пуда угля будетъ приблизительно равна 4 копѣйкамъ. Онъ превосходныхъ качествъ и коробъ его, въ 1½ куб. фут. вмѣстимостью, вѣситъ отъ 12 до 13½ фунтовъ. Каждое лѣто здѣсь находится въ работѣ отъ семидесяти до восьмидесяти печей, которыя производятъ желѣзо превосходныхъ качествъ.

Подобно тому, какъ и въ остальной Индіи, желѣзо здѣсь дѣлится на два сорта, на *какха* и *пакка*. Термины эти однако не представляютъ собою чего нибудь опредѣленнаго, но, напротивъ того, въ разныхъ мѣстностяхъ они имѣютъ различное значеніе. Въ Тендукера словомъ *какха* обозначаютъ небольшія крицы продажнаго желѣза, полученныя въ горнахъ, по виду похожихъ нѣсколько на каталанскій горнъ. Это желѣзо употребляютъ для простыхъ подѣлокъ, тѣмъ не менѣе добрыми качествами своими оно превосходить *пакка* изъ Хандгура. Желѣзо *пакка* получается въ Тендукера въ совершенно особыхъ печахъ, откуда оно выходитъ въ видѣ сырой стали. Его рѣжутъ на куски, снова провариваютъ въ горну и проковываютъ, при чемъ оно теряетъ свою сталеватую наружность и переходитъ въ желѣзо самыхъ превосходныхъ качествъ, которое употребляютъ въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ нужна

in the Kumaon Division, by J. O'V. Beckell. Report dated Jan. 31 1850, p. 67 et seq. (Желѣзные и мѣдныя руды провинціи Комаонъ. Рапортъ Д. О. В. Беккета отъ 31 января 1859).

<sup>1)</sup> Report of the Examination of the mineral districts of the Nerbudda Valley, By J. H. Blackwell, Esq., Mineral Viewer for Bombay (Донесенія о минеральныхъ округахъ долины Нербудда, Д. Г. Блэквилья, горнаго инспектора въ Бомбаѣ).



и вязкость и твердость. Сырая сталь служитъ для выдѣлки рѣзательныхъ инструментовъ, буровъ, кирокъ и проч. Сталь эта весьма хорошихъ качествъ.

Стоимость кахха измѣняется въ Тендукера отъ 31<sup>3</sup>/<sub>4</sub> коп. до 36<sup>1</sup>/<sub>2</sub> коп. за пудъ; цѣна пакка здѣсь простирается отъ 45 до 59<sup>1</sup>/<sub>2</sub>. «Такимъ образомъ», замѣчаетъ Блэквилль, — «не смотря на то, что желѣзо добывается здѣсь спосо- «бами, наиболѣе грубыми, при которыхъ нѣтъ никакихъ механическихъ «устройствъ, кромѣ ручныхъ мѣховъ и молотка, желѣзо здѣсь обходится «все-таки гораздо дешевле, нежели въ Англіи, гдѣ для добычи его примѣнены «всевозможныя машины». 1) При этомъ во всякомъ случаѣ должно припом- нить, что все индiйское желѣзо изготовляется въ видѣ небольшихъ по- лось.

Желѣзная промышленность Тендукера представляетъ собой рѣзкую про- тивуположность въ сравненіи съ этой промышленностью въ Хандгурѣ, гдѣ кахха есть ничто иное какъ однородная масса желѣза и шлага, которую не иначе можно пускать въ дѣло, какъ предварительно снова перековавши. Бу- дучи такимъ образомъ передѣлано въ пакка, оно уже продается по 1 р. 26 коп. за пудъ, и, не смотря на эту, столь высокую цѣну желѣза, барышъ пла- вильщиковъ здѣсь, по словамъ Блэквилля, несравненно менѣе, нежели въ Тен- дукера. Расходъ руды и угля въ обоихъ этихъ округахъ, на приготовленіе одного пуда желѣза, слѣдующій:

	Желѣзн. руды.	Древ. угля.
Хандгуръ, сортъ пакка . . . . .	7 п. 16 ф.	8 п. 8 ф.
Тендукера, сортъ кахха . . . . .	3 п. 20 ф.	3 п. 30 ф.
Тендукера, сортъ пакка . . . . .	5 п. 7 ф.	5 п. 25 ф.

Въ печахъ Хандгура горючимъ матеріаломъ служитъ древесный уголь, для полученія 1 части по вѣсу котораго, необходимы 5 вѣсовыхъ частей дерева. Значительную разницу въ цѣнахъ на желѣзо этихъ двухъ мѣстностей, при- писываютъ главнѣйше различію свойствъ проплавленныхъ въ нихъ рудъ; но вмѣстѣ съ тѣмъ эта разница есть также слѣдствіе и болѣе совершеннаго устройства приборовъ и большей рачіональности въ процессѣ самой плавки въ Тендукера, сравнительно, съ Хандгуромъ. Не малая для себя выгоды извле- каеть желѣзная промышленность въ Тендукера и тѣмъ, что здѣсь существуетъ правильное раздѣленіе работъ по добычѣ руды, выжегу угля и наконецъ плавкѣ. Полученное желѣзо скупается здѣсь купцами, изъ коихъ нѣкоторыя весьма богаты, и развозится отсюда въ различныя мѣстности часто на раз- стояніи 400 верстъ.

Хотя количество желѣза, изготовляемаго въ Тендукера, по замѣчанію Блэквилля, несравненно значительнѣе чѣмъ въ другихъ мѣстностяхъ Индіи,

1) Report of the Examination of the Mineral Districts of the Nerbudda Valley, p. 14.

тѣмъ не менѣе оно совершенно ничтожно въ сравненіи съ тѣмъ количествомъ, которое обыкновенно получается на европейскихъ заводахъ. Плавка здѣсь производится лишь втеченіи девяти мѣсяцевъ въ году, остальное время, по причинѣ проливныхъ дождей и происходящихъ вслѣдствіи того затрудненій при доставкѣ руды и угля, печи находятся въ бездѣйствіи. Но и въ рабочую пору здѣшняя недѣльная выработка желѣза не превосходитъ 1200 или 1500 пудовъ. Изъ желѣза Теидукера, добытаго въ здѣшнихъ печахъ Франклиномъ въ тридцатыхъ годахъ нынѣшняго столѣтія, былъ построенъ большой висячій мостъ.

Относительно введенія въ долины Нербудда европейскихъ способовъ обработки рудъ, Блэквиль, въ концѣ своего донесенія, высказываетъ мнѣніе, что оно, благодаря легкости добычи здѣсь руды, древеснаго и каменнаго угля, дало бы возможность приготовить желѣзо несравненно дешевле англійскаго, которое здѣсь обходится отъ 50½ до 60½ коп. за пудъ.

Въ заключеніе мы должны сказать, что не смотря на то, что желѣзное дѣло въ Теидукера значительно опередило по своему развитію эту промышленность въ остальныхъ мѣстностяхъ Индіи, для него остается желать еще весьма многого. Не говоря уже о самой плавкѣ, добыча рудъ, равно какъ и выжечь угля, производится здѣсь самымъ грубѣйшимъ и потому наименеегоднѣйшимъ образомъ, и если бы удалось хотя эти двѣ послѣднія операціи привести здѣсь на степень большаго совершенства, то желѣзо, даже вынимаемое въ тѣхъ-же самыхъ приборахъ какъ и теперь, обходилось бы еще дешевле той цѣны, которую мы привели выше.

### Добыча желѣза въ Бирманѣ.

Бирманъ или Ава находится на восточномъ полуостровѣ за-Гангской Индіи. Ниже приведенное нами описаніе способовъ добычи здѣсь желѣза составлено Г. Блафордъ, находящимся въ экспедиціи для составленія геологической карты Индіи.

Желѣзо добывается во многихъ мѣстностяхъ Верхняго Бирмана, но наибольшее его количество доставляется изъ окрестностей города Пуппа (Purra, Paora, Pouera), расположеннаго у подножія потухшаго волкана, въ 50 верстахъ къ востоку отъ береговъ рѣки Иравади, подъ 19°50' сѣверной широты и 95°20' восточной долготы (Гренвичъ). Слѣды печей попадаются также и въ англійской провинціи Пегу, близъ Прома на Иравади, но неизвѣстно производится-ли здѣсь добыча и по настоящее время.

Здѣшніе процессы добычи желѣза отличаются существенно тѣмъ отъ всѣхъ остальныхъ индійскихъ, что при нихъ вовсе не употребляется искусственнаго дутья. Хотя Г. Бланфордъ и не видѣлъ ни одной печи въ ходу, тѣмъ не менѣе онъ не сомнѣвается, что доставленные ему здѣшними рабочими по этому предмету свѣдѣнія заслуживаютъ полнѣйшаго вѣроятія. Ниже приводимые нами рисунки здѣшнихъ печей сняты имъ самимъ съ натуры.

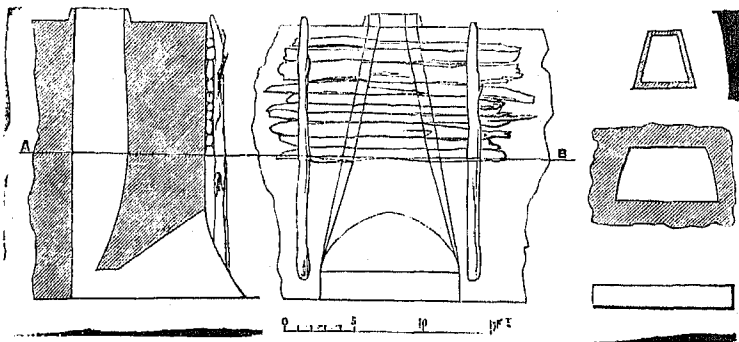
Руда, находящаяся въ окрестностяхъ Пунна, представляетъ собой бурый желѣзнякъ, который встрѣчается здѣсь въ видѣ небольшихъ скопленій среди голышей, которыми мѣстность эта отчасти покрыта. Скопленія эти представляютъ собою желѣзистую скорлупку, внутри которой заключено зерно изъ песчанистой глины. Ихъ дробятъ до величины обыкновеннаго орѣха и просѣиваніемъ отдѣляютъ отъ песка. Горючимъ матеріаломъ здѣсь служитъ превосходный древесный уголь, способъ выжega котораго сколько можно судить изъ словъ рабочихъ, несравненно совершеннѣе всѣхъ другихъ индійскихъ способовъ. Совершенно подобнымъ-же образомъ уголь выжигается и въ Тайетъ-Міо, въ Негу.

Лучшими мѣсяцами для выжega угля здѣсь считаются январь и февраль, выплавка—же желѣза производится съ января до мая. Работа начинается тѣмъ, что рабочіе дѣлаютъ запасъ угля. Лѣто и осень они посвящаютъ полевымъ работамъ. Для выжega угля употребляютъ различные сорта дерева, въ особенности-же предпочитаютъ *жопею* (*shorea robusta*); для этой цѣли по преимуществу употребляютъ стволы отъ 12 до 18 дюймовъ толщиною. Нарубленные деревья складываютъ въ кучу, имѣющую 12 квадратныхъ футовъ въ основаніи и 6 футовъ высоты. Бока этихъ кучъ вертикальныя и поддерживаются въ такомъ положеніи подпорками. Внизу кучи оставляется каналъ въ 1 квадрат. футъ, который хотя и проходитъ съ одной стороны кучи на другую, но оставляется открытымъ лишь съ одной стороны, вся-же остальная поверхность кучи засыпается землей. Помощью разожженнаго хвороста, вводимаго черезъ открытый конецъ канала, куча разжигается. Когда на противоположной сторонѣ кучи покажется дымъ, то и это отверстіе засыпаютъ землей и оставляютъ такъ до тѣхъ поръ, пока отдѣленіе дыма ни прекратится. Тогда отверстіе это снова открываютъ и достаютъ чрезъ него нѣкоторое количество угля. При этомъ открываніи, горѣніе внутри кучи снова возобновляется съ большей энергіей, и тогда отверстіе это снова закрываютъ до прекращенія дыма и т. д. Эти попеременные открыванія и закрыванія отверстія, и вмѣстѣ съ тѣмъ доставаніе по частямъ готоваго угля, длятся отъ двадцати дней до одного мѣсяца, т. е. до тѣхъ поръ, пока куча еще продолжаетъ горѣть. Способъ этотъ, какъ не трудно замѣтить, представляетъ собою производство весьма грубое и тѣмъ удиви-

тельнѣе становится, что онъ ведетъ къ полученію продукта превосходныхъ качествъ.

При плавкѣ рудъ, какъ было уже выше замѣчено, не прибѣгаютъ вовсе къ помощи воздуходувныхъ приборовъ, и кромѣ того руды плавятся безъ всякихъ флюсовъ. При установкѣ печей здѣсь даже мало обращаютъ вниманіи на то, чтобы онѣ могли наиболѣе пользоваться естественнымъ дутьемъ отъ господствующихъ вѣтровъ. Такъ, по словамъ Бланфорда, ему удавалось видѣть печи, построенныя на весьма близкомъ одна отъ другой разстояніи, и вмѣстѣ съ тѣмъ обращенныя передними стѣнами своими совершенно въ противоположныя стороны. Печи устраиваются въ крутыхъ скатахъ холмовъ, состоящихъ изъ песчаныхъ глинъ и имѣющихъ 10 или 12 футовъ высоты. Самая печь есть ничто иное какъ особеннаго вида яма, вырытая въ самомъ скатѣ холма, фута на два или на три ниже вершины послѣдняго. Стѣны ямы приближаются къ вертикальному положенію. Печи эти имѣютъ около 10 футовъ глубины и въ горизонтальномъ разрѣзѣ неправильную трапециевидную форму. Передняя стѣна, имѣющая у колошника  $20\frac{1}{2}$  дюйм. ширины, достигаетъ при основаніи  $52\frac{3}{4}$  дюйм.; ширина задней стѣны постепенно увеличивается отъ  $11\frac{3}{4}$  дюйм. до 58 дюйм. Разстояніе между передней и задней стѣнами у колошника равняется  $20\frac{1}{2}$  дюймамъ, отсюда оно идетъ постепенно увеличиваясь до половины высоты печи, гдѣ оно достигаетъ почти  $23\frac{1}{2}$  дюймовъ, а отсюда снова круто уменьшается до разстоянія  $11\frac{3}{4}$  дюйм. при основаніи. Приложенный при семъ рисунокъ (фиг. 39) изображаетъ печь въ  $\frac{1}{40}$

Фиг. 39.



противъ натуральной величины. Само собою разумѣется, что не всѣ здѣшнія печи буквально строятся по этому образцу, но тѣмъ не менѣе въ общихъ чертахъ онѣ всѣ съ нимъ схожи.

Передняя стѣна печи укрѣпляется поперечно лежащими деревянными брусьями, которые поддерживаются двумя крѣпкими по обоимъ концамъ утверж-

денными деревянными-же стойками. Нижняя часть передней стѣны, какъ это видно и изъ рисунка, выпута. Въ этомъ мѣстѣ оставляется во всю ширину печной шахты отверстіе въ 1 футъ высоты, служащее для освобожденія печи отъ шлаковъ и для вытаскиванія получаемого желѣза.

Когда печь въ ходу, то отверстіе это закрываютъ сырой глиной, въ массѣ которой проложено до двадцати небольшихъ глиняныхъ трубочекъ (фурмъ). Трубочки эти готовятъ, облепляя сырой глиной круглыя деревянные палочки и обжигая ихъ. Онѣ имѣютъ около 4 дюймовъ длины и 2 дюйма въ диаметръ. Трубочки эти располагаются, какъ мы выше замѣтили, въ массѣ сырой глины, закрывающей отверстіе, по одной прямой линіи, рядомъ, одна возлѣ другой, приблизительно на половинѣ высоты этого отверстія. Заперевъ такимъ образомъ печь, въ нее забрасываютъ два короба древеснаго угля; каждый такой коробъ вмѣщаетъ въ себѣ около 25 висъ <sup>1)</sup>, т. е. около 2 пуд.  $13\frac{3}{4}$  фунтовъ. На уголь засыпаютъ три лотка руды по 10 висъ или  $37\frac{1}{2}$  фунтовъ каждый. Затѣмъ снова сыплется одинъ коробъ угля и шесть лотковъ руды, и потомъ еще коробъ угля и три лотка руды, и сверху все это засыпается еще однимъ коробомъ угля. Такимъ образомъ вводится пять коробовъ угля, или 11 пуд.  $28\frac{3}{4}$  фунта, и двѣнадцать лотковъ или 11 пуд. 10 фунт. руды.

Когда печь хорошо разгорѣлась и закрывающая нижнее отверстіе глиняная масса совершенно просохла, что бываетъ обыкновенно по истеченіи восьми или девяти часовъ отъ начала операціи, то въ одномъ мѣстѣ, внизу печи, разгребаютъ песокъ, составляющій собою горнъ, образуютъ въ немъ отверстіе во всю ширину печи и высотой въ 4 дюйма, и выпускаютъ усиѣвшія накопиться здѣсь шлаки. Затѣмъ отверстіе это снова засыпаютъ пескомъ, а по прошествіи получаса, или ранѣе, смотря по надобности, снова разрываютъ. Эта операція постоянно повторяется до совершеннаго прекращенія накопленія шлаковъ. Плавка кончается по прошествіи 24 часовъ. Глину изъ нижняго отверстія выламываютъ и чрезъ него вытаскиваютъ изъ печи полученное желѣзо. Это послѣднее представляетъ собою кусокъ отъ 4 до 5 ф. длины, нѣсколько меньшей ширины и весьма небольшой толщины, и вѣситъ отъ 5 до 30 висъ (отъ  $18\frac{3}{4}$  фунт. до 2 п.  $32\frac{1}{2}$  фунт.); средній-же, наиболѣе часто получающійся вѣсъ желѣзныхъ крицъ здѣсь можно считать равнымъ 25 висъ, или 2 пуда  $13\frac{3}{4}$  фунт. Получаемое желѣзо въ высшей степени нечисто. Оно смѣшано со шлаками, съ кусками негорѣвшаго угля, съ пескомъ и многими другими нечистотами и въ этомъ состояніи продается по 6 или 7 рунъ <sup>2)</sup> за 100 висъ, т. е. отъ 4 до 5 коп. за пудъ. Будучи

<sup>1)</sup> 1 висъ =  $3\frac{3}{4}$  фунт.

<sup>2)</sup> Или вѣрнѣе по 6 или 7 серебряныхъ тиркалей. Въ королевствѣ Ала не суще-

переработано въ ножи и т. п., желѣзо это обнаруживаетъ превосходныя качества.

У каждой печи работаютъ три человѣка. По окончаніи одной плавки, въ той-же печи тотчасъ приступаютъ ко второй, такимъ образомъ каждый день получаютъ по одной крицѣ. Кромѣ главной большой крицы, послѣ каждой плавки собираютъ еще небольшіе неправильные кусочки желѣза, разсѣянные въ массѣ шлака.

### Плавка на островѣ Борнео.

Жители этого замѣчательнаго и плодороднаго острова уже давно приобрѣли себѣ славу искусныхъ мастеровъ въ выдѣлкѣ желѣза и стали. Способъ прямого полученія желѣза изъ рудъ существуетъ у нихъ съ незапамятныхъ временъ, но преданіе имъ не сохранило имени его изобрѣтателя. Слѣдующее описаніе мы заимствуемъ изъ Путешествій Шванера.<sup>1)</sup>

Жители юго-восточной части Борнео округа Досзонъ Олоо славятся своимъ искусствомъ въ приготовленіи желѣза и въ выдѣлкѣ изъ него сабельныхъ клинковъ. Отсюда желѣзо это распространяется по всему острову, гдѣ оно предпочитается англійскому, такъ какъ опытъ показалъ, что выдѣланные изъ него клинки несравненно острѣе и крѣиче нежели выдѣланные изъ иностраннаго желѣза. Здѣшнія руды представляютъ собой глинистый бурый желѣзнякъ, который извлекается изъ пластовъ лигнита, залегающаго почти во всѣхъ холмахъ здѣшней мѣстности. Пласты, содержащіе желѣзную руду перерѣзываются здѣсь рѣкою Барито и, при низкихъ горизонтахъ воды въ этой рѣкѣ ясно видны на днѣ ея. Мѣстные жители пользуются этимъ мелководьемъ и запасаютъ отмытую водой руду.

Плавильныя печи имѣютъ цилиндрическую форму 3 фут. 3 дюйм. высоты, 9 фут. 10 дюйм. въ наружномъ діаметрѣ и толщину стѣнъ въ 2 фут.

ствуетъ настоящей чеканенной монеты; ее здѣсь замѣняетъ различной чистоты серебро, цѣна котораго опредѣляется его вѣсомъ. Для мелкихъ размѣновъ употребляется свинецъ, цѣна котораго также опредѣляется вѣсомъ (Jule's Mission to the Court of Ava).

<sup>1)</sup> Путешествіе по острову Борнео доктора К. А. Л. М. Шванера въ 1843—1847 годахъ напечатано на голландскомъ языкѣ. Нѣсколько сбивчивое описаніе способа выплавки здѣсь желѣза пояснено у него раскрашеннымъ литографическимъ рисункомъ. Профессоръ Влекроде въ Дельфтѣ, въ своемъ интересномъ сочиненіи о получаемыхъ въ Голландіи желѣзныхъ шлакахъ, говоритъ между прочимъ, что рисунокъ этотъ совершенно испорченъ и искаженъ литографомъ; и потому сочиненіе свое онъ также украсилъ раскрашеннымъ литографическимъ рисункомъ, который скопировалъ съ оригинальнаго рисунка Шванера. Заглавіе его сочиненія слѣдующее: *De Ijzerlakken in Nederland en de Ijzerebereiding in Vroegeren Tijd, door Prof. S. Bleekrode. Amsterdam (circa 1857).*

Строятся опѣ изъ желтой глины, добываемой съ рѣчнаго дна, и снаружи скрѣпляются бамбуковыми обручами. Шахта этихъ печей прямоугольная и иногда представляетъ собой опрокинутую усѣченную пирамиду; горнѣ же имѣетъ видъ параллелограмма 2 футовъ длины, 1 фут. 7 дюйм. ширины и 9 дюймовъ высоты. Каждая печь снабжена тремя глиняными фурмами въ 11 дюймовъ длины и съ діаметромъ, постепенно суживающимся по направленію къ печи отъ 2½ до 1 дюйма. Для стока шлаковъ внизу печи оставлено отверстіе, передъ которымъ вырыто углубленіе, служащее для скопленія ихъ.

Воздухонувная машина состоитъ изъ однодуннаго деревяннаго цилиндра, который открытъ сверху и закрытъ снизу. Его устраиваютъ изъ выдолбленнаго въ срединѣ древеснаго пня, 5½ футовъ высоты и 3 фут. въ окружности. По всей вѣроятности, съ боку этого цилиндра, внизу, находится открывающійся во внутрь клапанъ, хотя авторъ объ немъ и не упоминаетъ. Подобные клапаны, сдѣланные изъ дерева и дѣйствующіе превосходно, находятся въ воздуходувныхъ машинахъ въ Китаѣ.

Воздухъ проводится къ фурмамъ изъ нижней части цилиндра бамбуковой трубкой, имѣющей около 2 фут. 5 д. длины. Поршень, ходъ котораго равенъ 4 футамъ, подобно китайскимъ, обдѣланъ по краямъ перьями. Вверху каждаго цилиндра укрѣплена въ горизонтальномъ положеніи длинная бамбуковая трость, къ другому концу которой привязана палка. Въ нѣкоторомъ разстояніи отъ послѣдней, бамбуковая трость эта связана съ поршневымъ стержнемъ, и такимъ образомъ, подобно пружинѣ, заставляетъ поршень двигаться вверхъ. Когда же поршень поднять, то стоитъ потянуть палку книзу и поршень снова опускается. Словомъ, машина эта дѣйствуетъ совершенно какъ насосъ, поршень котораго поднимается пружиною. Другое описаніе воздуходувныхъ машинъ указываетъ, что поршневой стержень скрѣпляется съ весьма длинной штангой, которая однимъ концомъ укрѣплена въ балку находящейся надъ печью крыши, а на другомъ снабжена тяжестью. Такимъ образомъ устройство это собой совершенно напоминаетъ тѣ, которыя дѣлаются для доставанія воды изъ колодезъ. <sup>1)</sup>

Смоченную водой глину тщательно переминаютъ руками и ногами, освобождая ее при этомъ также и отъ камней и отъ всякихъ могущихъ въ ней замѣшаться постороннихъ веществъ. Затѣмъ ее набиваютъ въ цилиндрическую форму, составленную изъ деревянныхъ колецъ, соответствующихъ діаметромъ размѣрамъ печи, по срединѣ которыхъ установленъ деревянный сердечникъ, долженствующій собою отформовать шахту ея. Все это оставляютъ на мѣсяць или болѣе просыхать, а послѣ того снимаютъ форму и печь крѣ-

<sup>1)</sup> The Kayans of the North-West of Borneo. By Robert Burns (grandson of the poet). Journal of the Indian archipelago and Eastern Asia; Singapore. I. III p. 151; 1849

пять бамбуковыми кольцами. Передъ плавкой ее весьма исподоволь прогрѣваютъ.

Передъ употребленіемъ въ плавку, руда складывается въ кучи съ деревомъ и втеченіи сутокъ сжигается, а затѣмъ измельчается до крупности обыкновеннаго орѣха, перемѣшивается съ десятирнымъ количествомъ по объему угля и уже въ этомъ видѣ пускается въ печь.

Печь, предварительно просушенную и прогрѣтую, наполняютъ до двухъ третей углемъ, а затѣмъ только что поименованной смѣсью руды и угля, такимъ образомъ, чтобы надъ колошникомъ ея образовалось небольшое коническое возвышеніе. Тогда пускаютъ въ ходъ дутье, заставляя поршень воздуховой машины дѣлать по 40 ударовъ въ минуту. Черезъ каждыя двадцать минутъ выпускаютъ изъ печи накаплиющіеся шлаки, и во время этого выпуска, который каждый разъ длится около пяти минутъ, дутье приостанавливаютъ, въ концѣ-же операциіи его наоборотъ усиливаютъ. Результатомъ операциіи является желѣзный комъ, приблизительно въ  $2\frac{1}{2}$  пуда вѣсомъ, который вытаскиваютъ изъ горна деревянными клещами, перетаскиваютъ на платформу, усыпанную измельченнымъ шлакомъ и здѣсь проковываютъ деревянными молотами, придавая ему параллелопидальную форму. Четыре рабочихъ изготовляютъ въ сутки одну крицу, продажная цѣна которой равняется двумъ флоринамъ. Крица эта содержитъ въ массѣ своей много шлаковъ, и потому ее раздѣляютъ на десять кусковъ, которые постепенно накалываютъ до бѣла и проковываютъ до тѣхъ поръ, пока они не сдѣлаются достаточно чистыми и годными на выдѣлку клинговъ. При этой перековкѣ желѣзо теряетъ до одной трети того вѣса, который имѣла крица.

Изъ этого описанія можно было-бы заключить, что получаемая здѣшнимъ способомъ металлическая масса есть сталь, или по крайней мѣрѣ смѣсь стали съ желѣзомъ. Въ только что приведенной нами статьѣ мы выпустили весьма многое изъ описанія, сдѣланнаго Шванцеромъ, частью потому, что описаніе это во многихъ мѣстахъ неясно, частью-же потому, что оно вдается иногда въ такія подробности, которыя совершенно согласуются съ изложенными уже нами при Индійскихъ способахъ.

Въ цитируемомъ нами сочиненіи на стр. 513, мы читаемъ, что «для полученія мягкаго и твердаго сорта желѣза, употребляютъ уголь, выжженный изъ различныхъ породъ деревъ». Это показываетъ, что здѣсь употребляютъ легкій или плотный уголь, смотря по желанію придать большую или меньшую сталеватость желѣзу. Замѣчаніе это, какъ мы увидимъ впоследствии, при описаніи каталанскаго способа, совершенно справедливо.



## Плавка желѣзныхъ рудъ во внутренней Африкѣ.

Жители внутренней Африки, какъ кажется, приобрѣли большую спаровку въ извлеченіи желѣза изъ рудъ и обработки его. Описаніями употребляющихъ здѣсь способовъ мы обязаны знаменитымъ путешественникамъ въ внутренность Африки: Мунго-Парку <sup>1)</sup> и Барту <sup>2)</sup>, которые сами ихъ тамъ наблюдали. Мунго-Паркъ говоритъ слѣдующее:

Негры, живущіе по берегамъ Африки, снабжаются за дешевую цѣну европейскимъ желѣзомъ и потому вовсе не думаютъ вводить у себя желѣзную промышленность. Жители-же внутренней Африки выплавляютъ этотъ полезный металлъ въ такомъ большомъ количествѣ, что не только готовятъ изъ него всё необходимое для себя инструменты и оружіе, но даже и ведутъ имъ значительную торговлю съ своими сосѣдями. Во время моего пребыванія въ Камалии, желѣзная печь находилась почти возлѣ моего дома, и хозяинъ ея, равно какъ и рабочіе, не скрывали вовсе отъ меня своихъ способовъ обработки, позволяли мнѣ во всѣхъ подробностяхъ разсматривать печь и даже часто просили меня помогать имъ въ работѣ. Печь эта была сдѣлана изъ глины и имѣла видъ круглой башни около 10 футовъ высоты и 3 футовъ въ діаметрѣ. Въ двухъ мѣстахъ она скрѣплена ивовыми прутьями, съ тѣмъ, чтобы предупредить растрескиваніе и обсыпаніе глины, отъ дѣйствія жара. Внизу, на горизонтѣ земли, но нѣсколько выше пода печи, который вознугъ, находятся семь отверстій, изъ коихъ въ каждое вставлены три глиняныя трубки. Отверстія эти замазаны такимъ образомъ, что воздухъ можетъ падать въ печь только черезъ эти трубки, запирая или открывая которыя, можно весьма хорошо управлять жаромъ въ печи. Трубки эти готовятся изъ тѣсной смѣси глины и травы, которая намазывается на гладкую, деревянную, круглую палочку.

Палочка эта, по нѣкоторомъ высыханіи глины выдергивается изъ нея, а полученная такимъ образомъ трубка просушивается на солнцѣ.

Желѣзная руда, которую я здѣсь видѣлъ была весьма тяжела, матоваго краснаго цвѣта съ сѣроватыми пятнами; ее разбивали на куски, величиною съ куриное яйцо. Первоначально бросали въ печь пучки сухаго хвороста, на который потомъ наваливали въ значительномъ количествѣ древесный уголь, выжигаемый въ сосѣднихъ лѣсахъ. На уголь располагали слой руды, которую сверху покрывали новымъ слоемъ угля и т. д. до самаго верху печи.

<sup>1)</sup> Travels in the Interior Districts of Africa, by Mungo Park, Surgeon. London 1799 (Путешествіе во внутреннія страны Африки.)

<sup>2)</sup> Reisen und Entdeckungen in Nord-und Central-Afrika in den Jahren 1849 bis 1855, von. Dr. Heinrich Barth.

Огонь вводили въ печь чрезъ одну изъ находящихся внизу ея глиняныхъ трубочекъ, и въ продолженіи нѣкотораго времени вдували въ печь воздухъ при помощи мѣха изъ козьей шкуры. Вначалѣ операція шла весьма медленно, и пламя появилось надъ колошникомъ лишь по прошествіи нѣсколькихъ часовъ отъ начала ея; а затѣмъ, втеченіи всей первой ночи, горѣніе совершалось весьма дѣятельно, и неславшіе рабочіе время отъ времени подбрасывали въ печь древесный уголь. На слѣдующій день горѣніе было менѣе сильно, а къ ночи вытащили изъ печи нѣкоторыя трубки, чтобы чрезъ то дать воздуху болѣе свободный притокъ. Температура въ печи все еще была высока и голубоватое пламя вздымалось на нѣсколько футовъ надъ колошникомъ. На третій день отъ начала работы изъ печи вытащили и всѣ остальные трубки, концы которыхъ были нѣсколько остеклованы дѣйствіемъ жара; металлъ же вытащили изъ печи лишь по прошествіи нѣсколькихъ дней, когда вся печь совершенно охладилась. Для этой цѣли выломали часть внизу печи и желѣзо представилось въ видѣ большой, неправильной массы, съ приставшими во многихъ мѣстахъ кусками угля. Оно было звонко и въ изломѣ обнаруживало зернистое сложеніе, подобное стали. Хозяинъ мнѣ сообщилъ, что хотя весьма значительную часть отъ этой кривы придется бросить, какъ никуда не годную, но за вѣмъ тѣмъ все-таки останется порядочное количество весьма хорошаго металла, вполне достаточное для вознагражденія всѣхъ понесенныхъ при приготовленіи его трудовъ и издержекъ.

Это желѣзо, или вѣрнѣе эта сталь, перековывается въ послѣдствіи въ различные инструменты, причемъ ее провариваютъ въ кузнечномъ горну. Воздухъ, вдуваемый въ этотъ горнъ двумя весьма простыми мѣхами изъ козьихъ шкуръ, проводится туда трубками, которыя соединяются между собой еще до входа въ горнъ, и притекаетъ весьма ровной и правильной струей. Молотки, клещи и наковальни весьма простаго устройства, но выдѣлываемыя на нихъ вещи (по преимуществу пожи и копыя) вполне достойны вниманія. Получаемое въ печахъ желѣзо вообще весьма твердо и хрупко и требуетъ весьма много работы прежде чѣмъ быть передѣланнымъ въ разныя издѣлія. <sup>1)</sup>

Знаменитый путешественникъ по Африкѣ Д-ръ Бартъ въ описаніи своихъ странствованій и открытій втеченіи 1849 до 1855 годовъ, дѣлаетъ весьма частыя указанія на различныя и многочисленныя издѣлія, которыя изготовляются во внутреннихъ странахъ Африки и, по своимъ часто весьма хорошимъ качествамъ, указываютъ на довольно совершенное развитіе здѣсь этой промышленности.

Въ Кано, этомъ замѣчательномъ промышленномъ городѣ во внутренней

<sup>1)</sup> Travels in the Interior Districts of Africa, p. 283 - 285.

Африкѣ<sup>1)</sup>, желѣзо составляетъ одинъ изъ главнѣйшихъ предметовъ промышленности. Здѣсь изъ него въ значительномъ количествѣ выдѣлываютъ копыя, кинжалы, полевые инструменты, стремяна, удила и проч.

На границѣ между Адамарою и Борну, Бартъ нашелъ кузнечный горнъ, помѣщавшійся подъ тѣнью роскошнаго тамаринда. Здѣсь работали три чело-вѣка, изъ нихъ одинъ—мастеръ—собственно выковывалъ изъ раскаленнаго желѣза вещи, другой—мальчикъ—раздувалъ небольшіе мѣха, а третій—молодой чело-вѣкъ, насаживалъ изготовляемые вещи на деревянные рукоятки. Неподалеку отъ горна лежало совершенно уже готовое копые. На вопросъ путешественника, откуда достаютъ они желѣзо для своихъ подѣлокъ, они назвали Мадежелу въ Бубанджидѣ, желѣзо которой почитается здѣсь лучшимъ. Въ Иссетѣ нашелъ Бартъ желѣзо во всеобщемъ употребленіи тамошними жителями для украшеній ихъ одѣяній. Они носятъ на шеѣ въ два ряда желѣзные или стальные четки, на рукахъ и ногахъ по нѣскольку желѣзныхъ колецъ, и кромѣ того у многихъ на бедрахъ были привѣшаны еще желѣзные цѣпи. Всѣ эти вещи главнѣйшимъ образомъ приобрѣтаются въ Мора, лежащемъ неподалеку отъ здѣшней мѣстности и служатъ какъ доказательствомъ превосходныхъ качествъ здѣшняго желѣза, такъ и выраженіемъ значительнаго искусства здѣшнихъ мастеровъ.

Докторъ Ливингстонъ, также писавшій о способахъ выдѣлки желѣза въ различныхъ мѣстностяхъ Африки и доставившій оттуда замѣчательныя металлургическія коллекціи въ лондонскій музей практической геологіи, говорить, между прочимъ, что въ 1768 году, въ Анголѣ, при слияніи рѣкъ Луинхи и Лукаллы, былъ построенъ заводъ по европейскому образцу. «Близъ этой мѣстности, говоритъ онъ, находятся величественныя развалины чугунолитейной мастерской, построенной въ 1768 году по приказу маркиза Помбала. Всѣ постройки выведены изъ камня, на цементѣ, составленномъ изъ масла и извести. Плотина, предназначенная для поднятія воды, служащей силой для заводскаго дѣйствія, была построена изъ того-же матеріала и имѣла 27 фут. высоты. Наводненіе разрушило эту плотину, при чемъ цѣлыя глыбы въ нѣсколько кубическихъ футовъ были отъ нея оторваны и на большое пространство отнесены водой, подтверждая собою необыкновенную силу водянаго потока. Ничто не даетъ повода предполагать, чтобы климатъ этой мѣстности былъ вреденъ для здоровья, тѣмъ не менѣе восемь испанскихъ и шведскихъ мастеровъ, посланныхъ сюда съ цѣлю научить здѣшнихъ жителей выплавкѣ чугуна, пали жертвою болѣзней и истощенія; такимъ образомъ всѣ усилія маркиза Помбала улучшить здѣсь выдѣлку желѣза не привели ни къ какому

<sup>1)</sup> Као или Ганатъ, главный городъ въ королевствѣ Гаусѣ, въ Негриціи, лежитъ на западъ отъ озера Чадъ или Цадъ.

результатамъ. Между тѣмъ трудъ и матеріальная жизнь обходится здѣсь такъ дешево, и цѣны за ручныя работы здѣсь стоятъ на столько низкія что положительно нѣтъ необходимости прибѣгать къ какимъ-бы то ни было капитальнымъ механическимъ постройкамъ. Правительство заставляетъ работать извѣстное число рудокоповъ и кузнецовъ, которые постоянно обрабатываютъ весьма богатую черную магнитную руду, выдѣлывая каждый мѣсяць отъ 480 до 500 помосъ превосходнаго желѣза. Жалованье имъ выплачивается мелкой пресноводной рыбой, называемой *sacusi*, которая доставляется вмѣсто пошлины рыбаками Коанзо. Рыба эта здѣсь въ большомъ почетѣ, и тѣ, кто не пожелаетъ ее употребить для себя въ пищу, легко могутъ ее перемѣнить на деньги. Губернаторъ округа Массангано получаетъ часть своего жалованья этой рыбой, триста штукъ которой ему доставляются каждое утро <sup>1)</sup>».

Нѣтъ сомнѣнія, что этотъ способъ расплаты не мало поразитъ нашихъ плавильщиковъ и кузнецовъ, которые, конечно, и въ палашемъ климатѣ Африки не отказались-бы отъ чего нибудь, болѣе существеннаго.

### Плавка на Мадагаскарѣ.

Добыча желѣза изъ рудъ на этомъ островѣ представляетъ собою весьма распространенную промышленность. Свѣдѣнія наши по этому предмету мы заимствуемъ у извѣстнаго и ревностнаго миссіонера Вильяма Эллиса, автора «*Polinesian Researches* <sup>2)</sup>». Прекрасныхъ качествъ желѣзныя руды встрѣчаются здѣсь въ большомъ изобиліи въ центральныхъ провинціяхъ, въ окрестностяхъ столицы. Одна изъ здѣсь лежащихъ горъ, по имени Амбохи-миангово, заключаетъ въ себѣ столь богатые мѣсторожденія желѣзныхъ рудъ, что ее назвали Желѣзной горой. Руды эти лежатъ почти на самой поверхности, такъ что для добычи ихъ необходимо снимать пустую землю сверху не болѣе какъ на глубину нѣсколькихъ футовъ, и потому здѣшнимъ жителямъ способы извлеченія рудъ извѣстны уже почти съ незапамятныхъ временъ <sup>3)</sup>. Печи свои они устраиваютъ почти всегда по близости водяныхъ источниковъ. Добытая въ крупныхъ кускахъ руда измельчается, и при помощи нѣсколькихъ послѣдовательныхъ обмываній, освобождается отъ сопровождающихъ ее землястыхъ примѣсей. Стѣны печей, вырыты обыкновенно на

<sup>1)</sup> *Missionary Travels and Researches in South-Africa* (Миссіонерскія путешествія и изысканія въ южной Африкѣ). By David Livingstone, etc. London, 1857, p. 402.

<sup>2)</sup> *Three Visits to Madagascar during the years 1853, 1854, 1856*. By the Rev. William Ellis (Три посѣщенія Мадагаскара въ 1853, 1854, 1856 годахъ преподобнаго В. Эллиса), London John Murray; 1858, p. 264.

<sup>3)</sup> Бывшій губернаторъ Сингапору Г. Кравфордъ предполагаетъ, что искусство желѣзнаго дѣла перешло на Мадагаскаръ отъ малайцевъ. Этотъ-же способъ, по его словамъ, распространенъ и на всѣхъ островахъ Индійскаго Архипелага.

2 или на 3 фута въ землю, выкладываются изъ камня и снаружи обмазываются глиной. На поду печи разжигается небольшое количество горячаго матеріала, поверхъ котораго печь до самаго колошника наполняется рудой, перемежающейся съ древеснымъ углемъ, или же уголь и руда располагаются попеременными слоями; наконецъ съ самаго верху все это закрывается толстымъ слоемъ глины. Воздухъ вдувается въ печь двумя парами воздуходушныхъ цилиндровъ, устроенныхъ изъ выдолбленныхъ въ срединѣ древесныхъ пней. Со дна цилиндра идетъ бамбуковая трубка или старый ружейный стволъ и черезъ особое отверстіе въ стѣнѣ печи проходитъ въ ея шахту. Продержавъ втеченіи нѣкотораго времени всю печь при температурѣ бѣлаго каленія, ее охлаждають и на поду ея находятъ желѣзную крицу. Въ этомъ видѣ, а иногда и перекованное въ полосы, желѣзо отправляется въ магазины правительства или продается на рынкахъ.

Здѣшнія кузницы представляютъ собой до крайности простые устройства. Земляной полъ хижины здѣшняго кузнеца служить вмѣстѣ съ тѣмъ и шесткомъ для его горна, стѣны котораго составляютъ три или четыре крупныхъ камня. Наковальня, имѣющая по верхней поверхности около 6 квадратныхъ дюймовъ и 6 дюймовъ высоты, укрѣплена въ крѣпкій деревянный чурбачъ, врытый въ землю. Тутъ же помещается корыто съ водой, клещи, молотокъ и т. п. инструменты. Кузнецъ сидитъ на лежащей на полу доскѣ, а помощники его съ молотами сидятъ или стоятъ возлѣ него, будучи на готовѣ при первой же необходимости начинать ковку.

Описаніе свое В. Эмльсъ украсилъ литографическимъ рисункомъ, который хотя и не имѣетъ ни малѣйшаго интереса для металлурга, тѣмъ не менѣе даетъ весьма ясную идею о мадагаскарскихъ кузницахъ.

### Каталанскій способъ.

Имя свое способъ этотъ получилъ отъ Каталоніи, провинціи сѣверной Испаніи, гдѣ онъ, какъ кажется, впервые былъ введенъ. Заведеніе, заключающее въ себѣ каталанскій горнъ, со всѣми къ нему необходимыми принадлежностями, называется каталанскимъ желѣзодѣлательнымъ заводомъ (*forge catalane*, *catalonisches Feuer*, *catalan forge*). Описаній каталанскаго способа въ литературѣ существуетъ множество, мы же главнѣйше заимствовали прилагаемую статью изъ трудовъ Ришара и Франсуа <sup>1)</sup>. До самаго почти послѣдняго времени

<sup>1)</sup> *Etudes sur l'art d'extraire immédiatement le fer de ses minerais sans convertir le métal en fonte*, par T. Richard; Paris, 1838. — *Recherches sur le gisement et le traitement direct des minerais de fer dans les Pyrénées et particulièrement dans l'Ariège*. par J. François; Paris, 1843.

каталанскій способъ былъ довольно распространенъ и въ южной Франціи, особенно-же въ Аріежскомъ департаментѣ, отдѣленномъ отъ Каталоніи Пиринейскими горами. Въ Испаніи, кромѣ Каталоніи, способъ этотъ существуетъ и въ другихъ мѣстностяхъ Пиринейскихъ горъ и ихъ западныхъ отроговъ, а равно и южнѣе Мадрида, въ долинѣ Табо.

Каталанская фабрика состоитъ изъ открытаго горна, воздуходувнаго прибора и желѣзнаго молота. Иногда воздуходувнымъ приборомъ служитъ здѣсь водяной барабанъ (*trompe*), и въ этомъ случаѣ необходимо, чтобы фабрика была расположена въ такой мѣстности, гдѣ-бы можно было воспользоваться паденіемъ воды съ 11 или 12 футовъ. Эти водяные воздуходувные приборы замѣнили собою въ Пиринейяхъ старѣйшіе мѣха, какъ говоритъ Франсуа, лишь въ концѣ семнадцатаго столѣтія. Наиболѣе пригодной рудой для обработки въ каталанскихъ горнахъ считаютъ не особенно плотный бурый желѣзнякъ, хотя проплавляютъ въ нихъ также и красные, и шпатоватые и глинистые желѣзники (Пириней), и желѣзный блескъ (Апеннины и Калабрія). Горючимъ матеріаломъ служитъ непременно древесный уголь; попытки примѣнить въ каталанскомъ горну коксъ повсюду оказались неудачными <sup>1)</sup>.

Историческіе документы ясно доказываютъ, что прямой способъ получения желѣза изъ рудъ существовалъ во французскихъ Пиринейяхъ уже въ 1293 году; но нѣтъ ни малѣйшаго сомнѣнія, что годъ этотъ вовсе не есть годъ первоначальнаго введенія здѣсь этого способа, который существовалъ и несравненно ранѣе этой эпохи. Въ испанскихъ Пиринейяхъ точно также онъ былъ извѣстенъ гораздо ранѣе 1293 года. Въ началѣ способъ этотъ былъ введенъ въ самомъ ограниченномъ размѣрѣ, подобно тому какъ онъ существуетъ у современныхъ намъ индійцевъ. Въ 1823 году, въ пихтовомъ лѣсу Бельзы (Верхняя Арагонія) былъ найденъ небольшой горнъ, въ 2 фута высоты; верхняя половина его имѣла цилиндрическую форму, а отсюда книзу онъ суживался въ видѣ воронки. Диаметръ его вверху 1½ фута, а внизу 1 фут. 2 дюйма. Влнзъ этого горна найдены были шлаки и двѣ желѣзныя крицы отъ 33 до 35 фунтовъ вѣсомъ; должно быть это были сырыя крицы. Преданіе говоритъ, что при этихъ горнахъ были въ употребленіи кожаные мѣха. Въ долинахъ Пиринейскихъ горъ, въ дали отъ всякихъ водяныхъ источниковъ, можно встрѣтить цѣлыя груды шлаковъ, которые доказываютъ когда-то существовавшія здѣсь ручныя кузницы <sup>2)</sup>.

Горна, употреблявшіеся въ семнадцатомъ столѣтіи въ испанскихъ провинціяхъ Наваррѣ и Гипускоа, а равно и на французской границѣ у Бидассоа, состояли изъ небольшого углубленія, овальной формы, вверху пѣсколько бо-

<sup>1)</sup> Karsten, Eisenhüttenkunde, Bd. IV, S. 300.

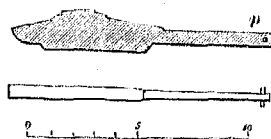
<sup>2)</sup> François, 317.

лѣе широкаго чѣмъ внизу, такъ что они имѣли видъ сдавленной воронки. Въ это углубленіе проходила одна фурма, расположенная по срединѣ одной изъ длинныхъ сторонъ овала. Горнъ этотъ выкладывался изъ кирпича, снаружи имѣлъ желѣзныя сръбны и, въ предупрежденіе отъ разрушительнаго дѣйствія атмосферической сырости, былъ снабженъ мѣдной одеждой. Франсуа, равно какъ и другіе наблюдатели, считаютъ эту форму горновъ переходною отъ первобытныхъ каталанскихъ горновъ къ пылѣющимъ <sup>1)</sup>.

Начиная съ половины семнадцатаго столѣтія, форма каталанскихъ горновъ въ Аріежѣ все болѣе и болѣе приближается къ прямоугольной; верхняя часть ихъ была болѣе расширена, чтобы дать возможность увеличить насадку руды; нижняя-же часть, или полъ плавленія, все-таки оставалась округлой. Остатки горновъ и крицы, найденныя нѣсколько лѣтъ тому назадъ въ верхней доли-нѣ Зюкъ (французскія Пиринеи) доказываютъ, что вначалѣ восемнадцатаго столѣтія горна имѣли ту форму, которую мы находимъ въ настоящее время въ доли-нѣ Техъ (Восточныя Пиринеи). Они были почти квадратныя и закруглены по угламъ; имѣли 1 ф. 5 дюйм. длины, 1 ф. 7 дюйм. ширины и 1 ф. 8 дюйм. глубины. Каждая операція въ такомъ горну длилась отъ четырехъ до пяти часовъ и результатомъ ея являлось отъ 4 до 5 пудовъ прокованнаго желѣза. Долгое время фурмы располагались на разстояніи отъ 8 до 12½ дюймовъ отъ пода и подъ угломъ отъ 35 до 40 градусовъ. Наконецъ (1771—1786) Верши началъ располагать ихъ на высотѣ 20½ дюймовъ и подъ угломъ 35 градусовъ. Это важное измѣненіе повлекло за собой выходъ желѣза въ 7 и 9 пудовъ <sup>2)</sup>. Такой фактъ по нашему мнѣнію весьма важенъ, ибо онъ доказы-ваетъ, къ какимъ важнымъ результатамъ приводятъ иногда въ практикѣ са-мыя пустыя измѣненія. Прослѣдя внимательно всю исторію металлургіи, мы встрѣтили-бы тому не одно самое поразительное доказательство. Вотъ почему, по нашему мнѣнію, металлургъ не долженъ обходить, не испытавши, никакія нововведенія, какъ-бы просты и маловажны ни показались они ему съ пер-ваго взгляда.

Воздухъ доставлялся въ первобытные горна двумя мѣхами, дѣйствующими попеременно, и лишь въ концѣ семнадцатаго вѣка впервые примѣнили къ нимъ въ Пиринеяхъ гидравлическія воздухоудвѣныя устройства. Молотъ былъ довольно легкій, ручной. Фиг. 40, изображаетъ хорошо сохранившійся би-скайскій молотъ. Онъ сдѣланъ изъ желѣза и вращается на оси *p*. Поднимая лобъ этого молота, и затѣмъ опуская, про-изводить ударъ.

Фиг. 40.



<sup>1)</sup> Тамъ же.

<sup>2)</sup> François. p. 319.

Составъ руды.—Бурые желѣзняки, рыхлаго и пористаго сложенія, могутъ идти въ каталанскій горнъ безъ всякой предварительной подготовки, тогда какъ шпатоватые желѣзняки и богатые углекислой известью и плотные бурые желѣзняки требуютъ непременно предварительнаго вывѣтриванія и пожиганія, съ цѣлью разрыхленія ихъ. По Ришару, къ плавкѣ въ каталанскомъ горну пригодна всякая желѣзная руда, содержащая около 50 проц. желѣза, свободная отъ вредныхъ примѣсей и достаточно пористаго сложенія, или доведенная до этого состоянія предварительной подготовкой. Но во всякомъ случаѣ, особенно пригодною для этой плавки рудой должно все-таки считать бурый желѣзнякъ. Какъ примѣры вполне хорошихъ для каталанскаго способа рудъ, мы приводимъ слѣдующія, съ большимъ успѣхомъ обрабатывающіяся въ Пиринеяхъ.

	1	2	3
Окиси желѣза . . . . .	62.474	65.50	64.00
Окиси марганца . . . . .	6.213	3.00	6.20
Извести . . . . .	2.790	5.00	3.50
Магnezіи . . . . .	0.545	0.45	0.80
Глинозема . . . . .	1.014	1.30	1.20
Кремнезема . . . . .	14.715	11.40	10.50
Воды . . . . .	12.112	} 13.20	14.50
Потеря . . . . .	0.137		
	<u>100.000</u>	<u>99.85</u>	<u>100.70</u>
Содержитъ желѣза въ процентахъ	43.762	45.87	41.82

№ 1. Изслѣдована Ришаромъ. Средняя нормальная заправка этой руды за одинъ разъ въ горнъ, втеченіи 1833, 1834 и 1835 годовъ, есть 30 пудовъ въ кускахъ и въ видѣ рудной мелочи. № 2 и 3 изслѣдованы Франсуа. По словамъ его, руды эти давали иногда до 32.78 проц. желѣза. Выходъ этотъ считался вполне хорошимъ, не смотря на то, что происходившая при немъ потеря достигала 12 и 15 процентовъ.

Горнъ.—Горнъ представляетъ собой четырехугольное пространство (*creuset*), ограниченное съ трехъ сторонъ кирпичными или каменными стѣнами, а четвертой стороной прилегающее прямо къ заводской стѣнѣ. Отъ этой послѣдней оно отдѣлено лишь небольшою стѣнкой (фиг. 41), называемою *фурменною* (*pièch d'el foc*, *Formmauer*), потому что чрезъ нее проходитъ фурма, доставляющая въ горнъ воздухъ. Размѣры горна бываютъ въ различныхъ заводахъ различны; даже и въ одномъ и томъ-же заводѣ они измѣняются съ теченіемъ времени, такъ какъ, не смотря на все желаніе директоровъ заводовъ сохранить предписанные размѣры въ возводимыхъ вновь горнахъ, ихъ часто строятъ прямо по указаніямъ мастеровъ, при чемъ значительно уклоняются отъ опредѣленныхъ пропорцій <sup>1)</sup>. Сообразно размѣрамъ, Карстенъ <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Richard, Etudes, etc., p. 230.

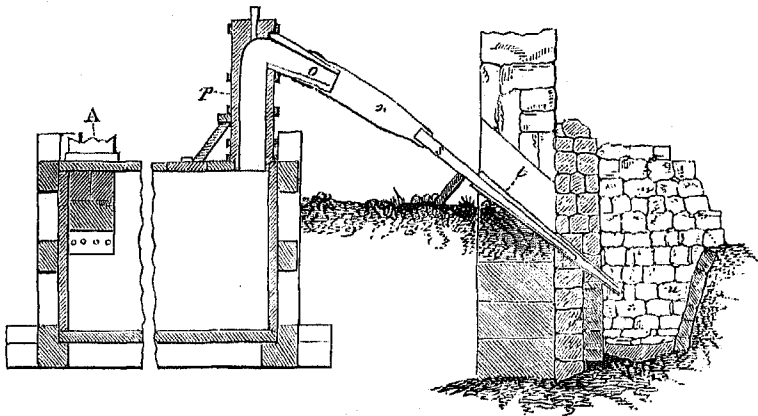
<sup>2)</sup> Eisenhüttenkunde, Bd. IV, S. 293.



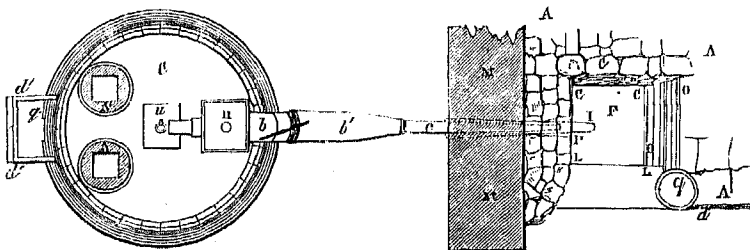
дѣлать эти горна на настоящій каталанскій, имѣющій 20 дюймовъ длины и ширины и 16 дюйм. глубины, при разстояніи фурмы отъ лещади на 9 дюймовъ; на наварскій горнъ, имѣющій 30 дюймовъ длины, отъ 23 до 24 дюйм. ширины и 24 дюйма глубины при разстояніи фурмы на 14—16 дюйм. надъ лещадью, и накопецъ на бискайскій горнъ, 40 дюймовъ длины, 30—32 дюйм. ширины и 27 дюйм. глубины, при разстояніи фурмы въ 16 дюймовъ надъ лещадью.

Наружная или лицевая стѣнка горна (*la main, le laitairol, Schla-skenwand*) LL, (фиг. 42) установлена вертикально и составлена изъ двухъ

Фиг. 41.



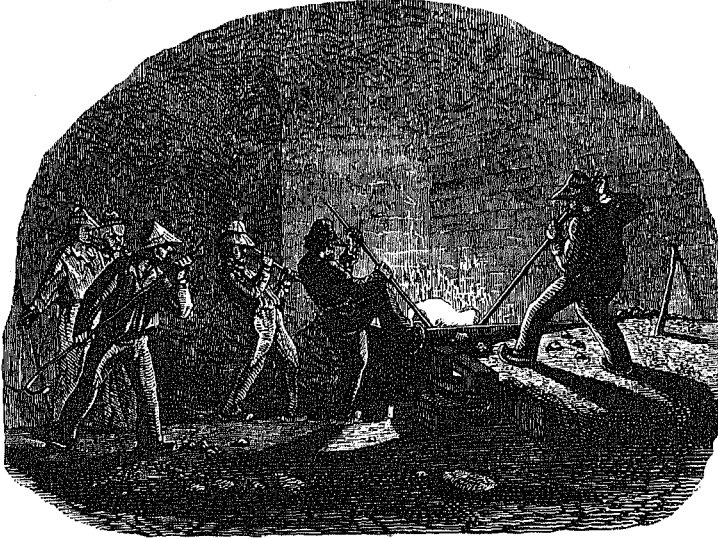
Фиг. 42.



желѣзныхъ плитъ, толщиною отъ  $2\frac{3}{4}$  до 3 дюймовъ. Плиты эти врыты въ землю на 7 или на 9 дюймовъ. Въ промежуткѣ между ними въ 2 дюйма шириной, помещается желѣзная полоса (*restanque*), которая служитъ для поддержки рычаговъ во время вытаскиванія изъ горна криць; остальная часть этого промежутка выполнена глиной и т. п. веществами. Въ нижней части этой стѣнки оставлено отверстіе (*le chio*) фиг. 43, служащее для выте-

канія шлаковъ. Сверху обѣ желѣзныя плиты (*latairoles*), составляющія лицевую стѣну горна, перекрыты горизонтальною, толстою, желѣзною плитою или *подмастерскою доскою* (*la plie*), которая однимъ концомъ плотно вдѣлана въ фурменную стѣнку (*pièch d'el soc*), а другимъ покоится на

Фиг. 43.



противуположной стѣнѣ, гдѣ, для большей плотности, она придерживается или лежащимъ на ней старымъ молотомъ (фиг. 43), или тяжелымъ камнемъ *q* (фиг. 42). Поверхъ подмастерской доски устроена желѣзная плоскость, наклоненная внутрь горна подъ угломъ  $10^{\circ}$  или болѣе. Плоскость эта, называемая *шесточною доскою* (*la banquette, die Vorheerdplatte*), служитъ для поддержанія угля въ горну.

*Фурменная стѣна P* (*coté des porges, Formwand*). Часть ея, лежащая шире фурмы составлена изъ двухъ прямоугольныхъ желѣзныхъ брусевъ (*porges*), ребромъ поставленныхъ одинъ на другой въ вертикальномъ положеніи. Выше фурмы стѣна кирпичная (*parédou*). Фурма покоится на верхнемъ изъ желѣзныхъ брусевъ и проходитъ въ горнъ чрезъ отверстие, оставленное въ стѣнѣ (*pièch d'el soc*), отдѣляющей горнъ отъ капитальной стѣны.

*Задняя стѣна CC* (*la cave, die Rückwand*) вся выложена изъ кирпича на глиняномъ цементѣ, чѣмъ и отличается отъ остальныхъ трехъ стѣнъ. Она поставлена не вертикально, но склоняется назадъ подъ угломъ приблизительно въ  $9^{\circ}$ .

*Противуфурменная стѣна O* (*l'ore, le contrevant, Gichtwand*) составляется изъ многихъ желѣзныхъ брусевъ, концы которыхъ плотно задѣ-

дываются въ кирпичную кладку лицевой и задней стѣнъ. Верхняя часть ея иногда дѣлается и изъ чугунныхъ брусевъ (*massoques*). Стѣна эта имѣеть значительный наклонъ наружи и часто изогнута сводамъ.

Дно горна устраивается изъ одного куска огнепостояннаго камня. Для этой цѣли идутъ: гранитъ, гнейсъ, слюдяной сланецъ, песчаникъ или также и известнякъ. Кусокъ этотъ не долженъ быть особенно великъ, такъ чтобы въ случаѣ пужды всегда была возможность перемѣнить его, не разрушая горновыхъ стѣнъ. Верхняя сторона его должна быть гладкая, или немного вогнутая. Камни эти служатъ отъ трехъ до шести и болѣе мѣсяцевъ, и время это весьма часто зависитъ отъ ловкости работающихъ при горнѣ людей.

Горнъ устанавливается на крѣпкомъ и сухомъ фундаментѣ; подъ камень, составляющимъ дно его, устраивается постель изъ дробленыхъ шлаковъ и глины, толщиною отъ 15 до 23 дюймовъ, а ниже этой постели утверждаются еще одинъ большой камень, обыкновенно старый мельничный жерновъ.

Трубы надъ этими горнами не дѣлають и для выхода образующихся при горнѣи газовъ служить простое отверстіе, оставленное въ крышѣ фабрики.

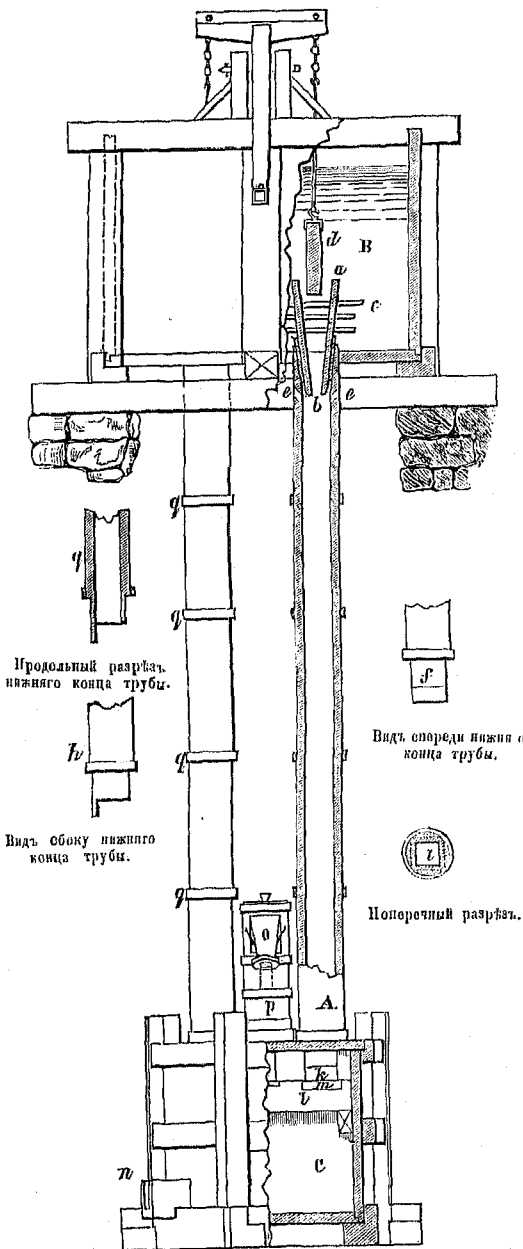
**Ф у р м а.**—Это есть коническая, слегка сплюснутая трубка изъ красной мѣди, длиною въ 20 дюймовъ. Она свертывается просто изъ одного листа, при чемъ края его только заворачиваются одинъ на другой, но не спаиваются между собой. Въ томъ концѣ, который входитъ въ горнъ, трубка эта косо обрѣзана, такъ что верхній край ея длиннѣе нижняго отъ  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{3}{4}$  дюйма; поэтому и отверстіе фурмы (*глазъ*) имѣеть видъ неправильнаго эллипсиса, длинная ось котораго, идущая въ ширину, имѣеть около  $1\frac{1}{2}$  дюймовъ, а короткая ось, или высота— $1\frac{1}{2}$  дюйм. Впрочемъ должно замѣтить, что какъ форма глаза (*l'oeil*), такъ и размѣры его подлежатъ измѣненіямъ. Уголь наклона, придаваемый фурмѣ, обыкновенно бываетъ около  $40^\circ$ . Высотъ фурмы въ горнъ (*la saillie*), считая отъ верхняго края ея до фурменной стѣны, составляетъ примѣрно  $8\frac{3}{4}$  дюймовъ. Плотный древесный уголь, идущій въ горнъ, требуетъ большаго высота фурмы, нежели уголь болѣе легкій <sup>1)</sup>. Фурма, кромѣ того, имѣеть нѣкоторый наклонъ къ задней стѣнѣ горна; вертикальная плоскость, проходящая черезъ ея ось, дѣлитъ горнъ не на двѣ равныя части, но часть къ задней стѣнѣ всегда при этомъ является меньшихъ размѣровъ, нежели часть къ лицевой стѣнѣ.

Сопло вставляется въ фурму такимъ образомъ, что конецъ его отстоитъ на нѣкоторомъ разстояніи отъ глаза фурмы; но только разстояніе это не должно быть слишкомъ велико, такъ какъ въ противномъ случаѣ, фурма, не будучи достаточно охлаждена проходящимъ чрезъ нее холоднымъ воздухомъ можетъ сплавиться.

<sup>1)</sup> François, p. 286.

Водотрубная воздуходувка, водяной барабанъ, или тромпа

Фиг. 44,



(*trompe*, *Wassertrommelgeb-läse*, *the trompe*) есть почти исключительное воздуходувное устройство при всѣхъ каталанскихъ горнахъ, по крайней мѣрѣ въ Аръежскомъ департаментѣ <sup>1)</sup>. Изобрѣтено оно было, какъ говорятъ, въ Италіи, около 1640 года. Это весьма остроумное и простое устройство, вполне способное производить ровное и непрерывное дутье; но употребленіе его возможно лишь въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ удобно воспользоваться паденіемъ воды съ нѣсколькихъ десятковъ футовъ высоты.

Тромпа состоитъ изъ большаго деревяннаго бассейна *В* (*raicheroi*), фиг. 44, въ 353 куб. фут. вмѣстимостью, изъ деревяннаго-же бассейна, или *духоваго ящика С* (*caisse à vent*) и обыкновенно изъ двухъ вертикальныхъ трубъ *АА* (*arbres*), которыми оба эти ящика между собою соединяются. Верхнія отверстія вертикальныхъ трубъ сужены при помощи вставленныхъ въ нихъ на подобіе вороногъ деревянныхъ брусковъ (*étranguillons*), которые связаны между собой поперечными деревянными-же брусками *с*. Непосредственно подъ нижнимъ окончаніемъ брусковъ *б*, въ стѣнкахъ трубъ *АА*, съ двухъ діаметрально-проти-

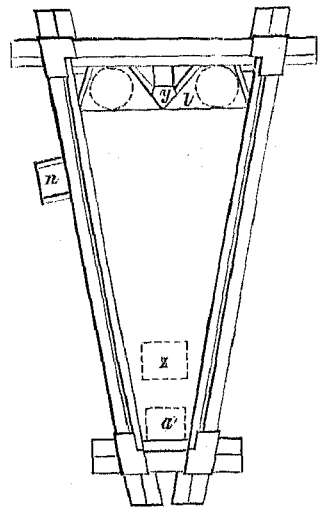
<sup>1)</sup> Richard, p. 169.

вположенныхъ сторонъ, продѣланы небольшія прямоугольныя отверстія *ee* (*aspirateurs*), наклоненныя подъ угломъ 40 или 50° къ стѣнкамъ трубъ. Отверстія эти служатъ для притока воздуха.

Деревянный духовой ящикъ *C* имѣетъ въ горизонтальномъ разрѣзѣ трапециoidalную форму, какъ это можно видѣть на фиг. 45. Въ верхней крышкѣ этого ящика, на широкой сторонѣ, оканчиваются трубы *AA*, въ узкой же сторонѣ крышки помѣщается прямоугольная труба *p* (*l'homme*), фиг. 44, служащая для отвода воздуха изъ ящика. На нѣкоторомъ разстояніи отъ крышки труба эта изгибается подъ прямымъ угломъ и соединяется съ круглой воздухоотводной трубой *o* (*burle*), которая, въ свою очередь, посредствомъ бараньей кожи *r* (*le bourec*) сообщается съ сопломъ *s* (*canon de bourec*), сдѣланнымъ обыкновенно изъ желѣза, или иногда изъ красной мѣди. Позади трубы *p* находится еще отверстіе, такой величины, что человекъ черезъ него свободно можетъ пройти во внутрь духового ящика и производить тамъ могуція понадобятся исправленія. Сверху оно закрыто крышкой, которая нажимается на него подпоркой, другой конецъ которой упирается въ трубку *p*. Внизу одной изъ боковыхъ стѣнъ духового ящика находится отверстіе *n*, служащее для выпуска оттуда воды. Величина этого отверстія непременно должна быть опредѣлена строгимъ вычисленіемъ и быть такою, чтобы вода въ духовомъ ящикѣ постоянно оставалась на одномъ и томъ-же надлежащемъ горизонтѣ. Непосредственно подъ нижними отверстіями водопроводныхъ трубъ *AA*, въ духовомъ ящикѣ переложена доска или скамейка *l* (*banquette*), верхняя сторона которой закрыта каменной или чугунной плитой *m*, предохраняющей такимъ образомъ дерево, постоянно подверженное ударамъ воды, падающей съ большой высоты, отъ разрушенія.

*Дѣйствіе трюмы.*—Приподнимая помощью рычага коническую пробку *d* (фиг. 44 и 46), открываютъ верхнее отверстіе водопроводныхъ трубъ *AA* и заставляютъ воду устремляться по нимъ внизъ. Такъ какъ, благодаря конически установленнымъ брускамъ *b*, вода, при этомъ паденіи, массой своей выполняетъ не всю трубу, и потому по стѣнкамъ послѣдней производитъ разрѣженное пространство, то наружный воздухъ, въ свою очередь, стремится заполнить это пространство и притекаетъ въ трубу черезъ отверстія *ee*. Тамъ онъ смѣшивается съ водой, которая увлекаетъ его въ духовой ящикъ *C*, но здѣсь, разбиваясь на мельчайшія капли отъ удара объ скамейку *l*, слова его

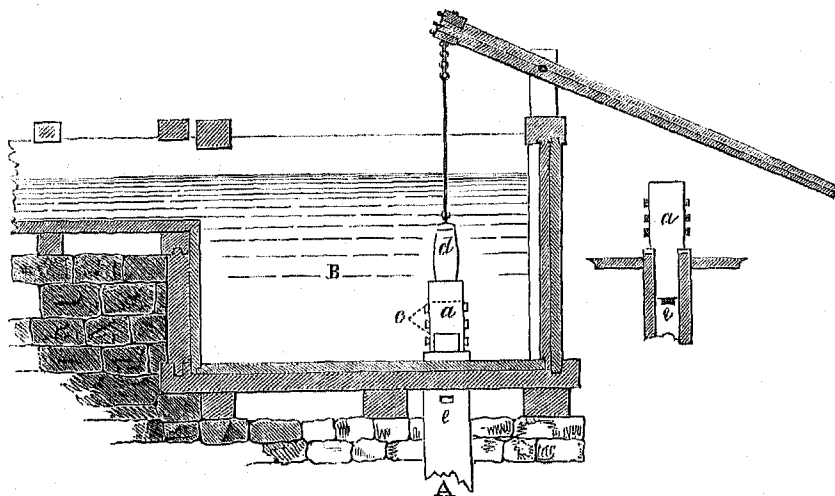
Фиг. 45.



дѣлаеть свободнымъ. Вода изъ ящика вытекаетъ черезъ окно *n*, которое должно постоянно оставаться закрытымъ довольно толстымъ слоемъ воды и тѣмъ препятствовать выходу воздуха и отсюда. Этотъ-же послѣдній, освободившись изъ воды, избираеть себѣ путь по трубѣ *p*.

*Устройство отдельныхъ частей тромпы.*—Водопроводныя трубы бываютъ или чугуныя, или сколоченныя изъ просмоленныхъ досокъ, или наконецъ, какъ на приложенномъ чертежѣ, онѣ состоятъ изъ выдолбленныхъ вну-

Фиг. 46.



три бревенъ. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ, выбираютъ прямое бревно, распиливають его по длинѣ по-поламъ и выдавливають средину, а затѣмъ обѣ половины складываютъ въ первоначальное положеніе и скрѣпляютъ между собой плотно нагоняемыми желѣзными кольцами *q* (фиг. 44). Поперечный разрѣзъ выдолбленной части водопроводныхъ трубъ обыкновенно бываетъ квадратный; при большомъ паденіи воды, какъ напр. въ Монгалъяръ, каждая сторона этого квадрата дѣлается въ  $7\frac{1}{2}$  дюймовъ, при слабомъ-же паденіи—въ  $8\frac{1}{2}$  дюймовъ. Чтобы воздухъ, во время своего нисхожденія по трубѣ, не отдѣлялся отъ воды, но оставался съ нею смѣшаннымъ до входа въ духовой ящикъ *C*, діаметръ нижняго конца водопроводной трубы дѣлають на одну пядю менѣ верхняго діаметра. Иногда выдолбленной части придается и цилиндрическая форма. Длина водопроводныхъ трубъ бываетъ отъ 12 до 25 футовъ. Нижнему концу ихъ придается форма *h*, *q*, *f* (фиг. 44).

Всасывающія воздухъ отверстія *ee* имѣють 3 дюйма ширины и 2 дюйма высоты. По словамъ Ришара, число и размѣры этихъ отверстій остаются безъ вліянія на давленіе доставляемаго тромпой воздуха.

Воронки *б*, которыми вода направляется въ трубы, опущены подъ воду въ

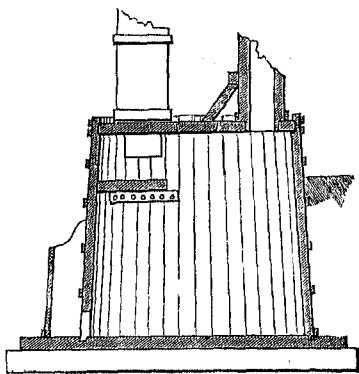
верхнемъ резервуарѣ на глубину отъ  $2\frac{1}{2}$  до 5 футовъ отъ ея уровня. Диаметръ нижняго или выпускнаго отверстія ихъ бываетъ въ  $\frac{5}{8}$  діаметра водопроводной трубы, такъ что площадь поперечнаго сѣченія водяной струи, входящей въ эти трубы, равняется  $(\frac{5}{8})^2 = \frac{25}{64}$ , т. е. около 0.4 площади поперечнаго сѣченія этой трубы.

Объемомъ вдуваемаго воздуха управляютъ, пуская большее или меньшее количество воды въ духовой ящикъ. Этой цѣли достигаютъ, какъ выше было замѣчено, при помощи пробокъ *d* (фиг. 45), которыя подвѣшаны на цѣпяхъ къ рычагамъ. На другомъ концѣ каждого рычага прикрѣплена длинная цѣпь, опускающаяся до самаго горна. Такимъ образомъ, сообразно обстоятельствамъ, рабочіе весьма удобно могутъ усиливать и ослаблять дутье даже во время самой работы.

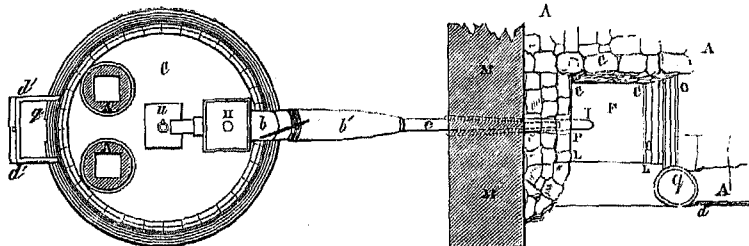
Духовой ящикъ, или барабанъ, прочно сколачивается изъ дерева. Внутренніе размѣры барабана, изображеннаго на фиг. 46, суть слѣдующіе: длина 10 футовъ; ширина въ расширенномъ концѣ 4 фута, а въ узкомъ 1 фут. 3 дюйма; глубина—4 фута. Поперечный разрѣзъ воздухоотводной трубы *p* квадратный и имѣетъ по  $10\frac{1}{4}$  дюймовъ въ длину и ширину. Сопло коническое, диаметръ его малаго отверстія (*глаза*)  $1\frac{1}{2}$  дюйма.

Въ настоящее время почти повсемѣстно прямоугольный барабанъ замѣняется цилиндрическимъ (фиг. 47 и 48), устроеннымъ на подобіе обыкновенной бочки. Французы дали ему названіе *tine*. Изъ прилагаемыхъ рисунковъ устройство его вполне ясно, а потому мы и не останавливаемся на его описаніи. Говорятъ только, будто воздухъ, выходящій изъ *tine* бываетъ обыкновенно болѣе влажный, нежели тотъ, который выходитъ изъ тромпы, такъ какъ въ послѣдней разстояніе между нижнимъ концомъ водопроводныхъ трубъ *A* и воздухоотводной трубой *p* несравненно значительнѣе, чѣмъ въ цилиндрическомъ барабанѣ.

Фиг. 47.

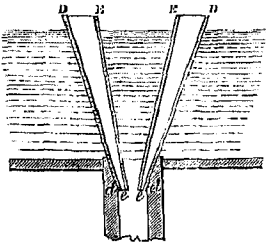


Фиг. 48.



Иногда всасывающихъ отверстій *e* въ водопроводныхъ трубахъ не дѣлаютъ. Такимъ образомъ, въ Вильневъ-д'Ольмъ они замѣнены устройствомъ, изображеннымъ на фигурѣ 49 (*trompilles*).

Фиг. 49.



Давленіе воздуха измѣряется обыкновеннымъ ртутнымъ манометромъ, который посредствомъ деревянной пробки вставляется въ отверстіе, находящееся на верху трубы *p* (фиг. 44). По словамъ Ришара, ни одна машина не производитъ такого ровнаго дугтя какъ тромпа, такъ какъ ртуть въ манометрѣ все время ея дѣйствія остается безъ малѣйшихъ колебаній, какъ будто она замерзла <sup>1)</sup>.

Сила давленія воздуха совершенно зависитъ отъ высоты паденія воды. Въ Аръежскомъ департаментѣ высота водопроводныхъ трубъ составляетъ отъ 29½ до 33 фут.; обыкновенная-же высота ихъ, какъ мы уже выше замѣтили, отъ 12 до 25 фут. Хорошо построенная водотрубная воздуходувка можетъ при этомъ паденіи дать maximum давленія 3⅓ дюйм. и даже иногда 3¼ дюйм. по ртутному манометру. По свойствамъ руды и съ цѣлью эконолическаго потребленія горючаго матеріала, въ настоящее время во Франціи поддерживаютъ тромпы такимъ образомъ, чтобы наибольшее давленіе доставляемаго ими воздуха не превосходило 2⅔ дюйм. Вліяніе высоты горизонта воды въ резервуарѣ *B* надъ верхнимъ концомъ водопроводныхъ трубъ оказывается несравненно болѣе слабымъ. Такимъ образомъ, Ришаръ говоритъ, что ему случалось видѣть тромпы, въ которыхъ столбъ воды, стоящій надъ верхнимъ отверстіемъ водопроводныхъ трубъ, имѣлъ всего 28¾ дюйм. высоты, а между тѣмъ давленіе воздуха, который онѣ доставляли было 3 дюйма, тогда какъ другія тромпы, гдѣ высота этого столба достигала 6½ фут., не могли дать воздуха съ большимъ давленіемъ какъ въ 2½ дюйм., при чемъ въ обонхъ случаяхъ площадь сѣченія воронокъ и форма воздухоотводныхъ трубъ были одиѣ и тѣ-же <sup>2)</sup>.

Давленіе воздуха зависитъ также отъ количества израсходованной воды, исключая тѣхъ случаевъ, когда это послѣднее значительно ниже обыкновенныхъ размѣровъ. При одинаковомъ-же количествѣ расходуемой воды, давленіе находится въ зависимости отъ размѣровъ, формы и свойствъ воронокъ <sup>3)</sup>.

Слѣдующія наблюденія Ришара надъ тромпами также не лишены интереса. На срединѣ высоты водопроводной трубы одной водотрубной воздуходувки съ цилиндрическимъ барабаномъ (*tine*) были сдѣланы четыре отверстія, которыя періодически выбрасывали черезъ себя воду. Въ каждое изъ

<sup>1)</sup> Richard, p. 181.

<sup>2)</sup> Richard, p. 223.

<sup>3)</sup> D'Auluisson.



этихъ отверстій вставили по изогнутой стеклянной трубкѣ, одинъ конецъ которой, такимъ образомъ, сообщался со внутренностью водопроводной трубы, а другой былъ погруженъ въ подставленный сосудъ съ водой. Пузырьки воздуха черезъ извѣстные промежутки времени проходили по стеклянной трубкѣ въ сосудъ. Это заставило предположить, что при закрытiи отверстiй, давленiе воздуха въ соплѣ должно увеличиться, но на самомъ дѣлѣ этого не происходило. Подобный-же опытъ былъ повторенъ надъ другой тромпой и результаты были тѣ-же.

Тогда приступлено было къ опытамъ надъ верхними, всасывающими, отверстиями. Въ одно изъ нихъ поставили, подобно предыдущему, изогнутую стеклянную трубку. Вода въ опущенномъ въ сосудъ концѣ ея тотчасъ-же поднялась на  $\frac{3}{4}$  дюйма. Когда другое всасывающее отверстiе вслѣдъ за тѣмъ плотно заперли, то вода эта все-таки далѣе не поднималась и манометръ не показалъ послабленiя въ давленiи. Опытъ показалъ также, что вода въ этой стеклянной трубкѣ оставалась постоянно на высотѣ  $\frac{3}{4}$  дюйма и въ то время какъ пробки *d* (фиг. 46) были совершенно подняты и во время почти совершеннаго закрытiя ими водопроводной трубы, тогда какъ давленiе воздуха у фурмъ при этомъ претерпѣвало весьма значительныя перемѣны, пропорционально открыванiю воронокъ.

По замѣчанiю Ришара, давленiе на манометръ нѣсколько ослабѣваетъ, когда вода приводится въ волненiе, какъ напримѣръ во время бури.

*Преимущества и недостатки тромпы.*—Сравнительно съ цилиндрическими воздухоудвными машинами, преимущества тромпы заключаются въ простотѣ ея устройства, въ дешевизнѣ ея содержанiя и наконецъ въ томъ, что она доставляетъ совершенно ровное дутье. Но, съ другой стороны, воздухъ, доставляемый тромпой, обыкновенно бываетъ весьма влажный; не только онъ бываетъ пресыщенъ водяными парами, но даже увлекаетъ съ собою механически въ печь мельчайшiя частицы воды. Эта влажность, которая такимъ образомъ вмѣстѣ съ воздухомъ постоянно проникаетъ въ печь, составляетъ весьма серьезный и неизбѣжный недостатокъ при воздухоудвныхъ приборахъ подобнаго рода. Количество механически увлекаемой воды увеличивается, если допустить возвышенiе горизонта ея въ барабанъ далѣе скамейки *l*, или если сократить разстоянiе между нижними окончанiями водопроводныхъ трубъ *A* и воздухоотводной трубой *p*. Вода, въ видѣ весьма мелкаго раздѣленiя, можетъ уноситься воздухомъ на весьма большiя пространства; это вполне подтверждаютъ между прочимъ наблюденiя д'Обюссона, который употреблялъ водяной барабанъ для провѣтриванiя рудника и отводилъ воздухъ трубой на разстоянiе 180 сажень; не смотря на то, что во время этого прохожденiя воздухъ два раза дѣлалъ повороты подъ прямымъ угломъ, и два раза—подъ угломъ  $135^{\circ}$ , и при томъ все время постепеннѣ

поднимался вверхъ, при устьѣ отводящей его трубы постоянно можно было замѣтить сочащуюся воду <sup>1)</sup>. Въ холодныхъ климатахъ это механическое увлеченіе воды тромпой можетъ причинить и такого рода неудобство, что вода, скопляясь въ соплѣ и замерзая тамъ, можетъ совершенно прервать притокъ воздуха въ горнѣ, а иногда пожалуй даже и разорвать самое сопло <sup>2)</sup>.

*Полезное дѣйствіе тромпы.*—Эта воздуходувная машина, можетъ быть причислена къ особенной насосной системѣ: *насосовъ съ всасываемой струею (pompe à jet aspirant, Jaugstrahlpumpe, sucking-jet pump)*. Здѣсь, вслѣдствіи излишка атмосфернаго давленія предъ давленіемъ жидкости, образующей собою струю, наружный воздухъ прожимается сквозь боковыя отверстія въ водопроводной, или напорной, трубѣ и по ней отводится въ барабанъ, гдѣ, освободившись изъ воды, вслѣдствіе раздробленія послѣдней о скамейку, онъ поступаетъ въ воздухоотводныя трубы и ими разносится къ горнамъ.

Полезное дѣйствіе хорошо устроенной тромпы, въ сравненіи съ силой воды, по изслѣдованіямъ д'Обюссона, а также Гибо и Тарди <sup>3)</sup> можетъ быть принята равной 0.1, т. е. если принять силу воды, падающей съ извѣстной высоты, въ извѣстный промежутокъ времени, за 1, то сила дутья, производимаго этой массой воды будетъ 0.1; впрочемъ иногда она доходитъ и до 0.15 <sup>4)</sup>. Реттингеръ считаетъ ее равною только 0.05 <sup>5)</sup>. Такимъ образомъ, какъ мы видимъ, весьма значительная доля полезнаго дѣйствія воды при водотрубной воздуходувкѣ терлется совершенно даромъ. Впрочемъ, въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ удобно можно воспользоваться обильными запасами воды, недостатокъ этотъ нечувствителенъ. Прекрасно устроенныя водотрубныя воздуходувки находятся, по замѣчанію Вейсбаха <sup>6)</sup>, въ Лауфеннѣ, близъ рейнскаго водопада въ Шафгаузенѣ. Эти воздуходувки доставляютъ дутье не только для двухъ кричныхъ и одного стального горпа, но также и для домны. Воздуходувка для послѣдней нечи состоитъ изъ пяти напорныхъ чугунныхъ трубъ, въ 8 дюймовъ діаметромъ. Нижними оконечностями выходятъ онѣ въ каменный бассейнъ, выложенный чугунными плитами.

<sup>1)</sup> Expériences faites sur la trompe du ventilateur des mines du Rancié, suivies de quelques observations sur les trompes en général, par d'Ambuisson. Ann. des mines, 2<sup>e</sup> série, t. IV, p. 244; 1828.

<sup>2)</sup> Tunner, die Stabeisen- und Stahlbereitung; Bd. I, S. 180.

<sup>3)</sup> Annales de mines, t. VIII. Karsten Archiv. Bd. VIII.

<sup>4)</sup> D'Ambuisson, An. des mines, 2<sup>e</sup> série, t. IV, p. 236; 1828.

<sup>5)</sup> Oesterr. Zeitschrift f. Berg- und Hüttenwesen. Jahrg. 1856, № 35.

<sup>6)</sup> Теоретическая и практическая механика, Т. III, Отд II, стр. 1696.

Для теоретическаго вычисленія полезнаго дѣйствія водотрубной воздухо-  
дувки, Вейсбахъ даетъ слѣдующую формулу:

$$\eta = \frac{Q^2 a_1 - (Q + Q_1)^2 (k - x)}{Q (Q + Q_1) h}$$

Въ этой формулѣ  $Q$  выражаетъ расходуемый объемъ рабочей воды,  $Q_1$ —  
объемъ всосаннаго воздуха;  $a_1$ —высота напорной трубы отъ отверстій вса-  
сывающихъ скважинъ до уровня воды въ барабанѣ;  $k$ —атмосферное давле-  
нiе, выраженное высотой атмосфернаго столба;  $x$ —точно такимъ-же обра-  
зомъ выраженныя давленія воздуха и воды на устьѣ всасывающей трубы въ  
напорной трубѣ, и  $h$ —полный напоръ воздуходувки.

Изъ этой формулы видно, что полезное дѣйствіе водотрубной воздуходу-  
вки становится тѣмъ болѣе, чѣмъ болѣе длина  $a_1$  напорной трубы, чѣмъ ме-  
нше объемъ  $Q_1$  дутья въ отношеніи къ водяному объему  $Q$ ; затѣмъ чѣмъ  
болѣе внутреннее воздушное и водяное давленіе  $x$  приближается къ атмос-  
ферному давленію  $k$  и чѣмъ значительнѣе у воздуходувки напорная высота.

При вмѣстимости духоваго ящика (барабана) отъ 20 до 30 куб. фу-  
товъ, при паденіи воды съ высоты отъ 15 до 30 фут. и при расходѣ ея  
отъ 2 до 3 куб. фут. въ секунду, получаютъ въ такой-же промежутокъ вре-  
мени отъ  $1\frac{1}{2}$  до 4 куб. фут. воздуха <sup>1)</sup>. Шестъ водотрубныхъ воздуходу-  
вокъ, построенныхъ Баумгартелемъ въ Ст. Іоханнѣ, въ Каринтіи, имѣютъ  
паденіе въ 15 футовъ, расходуютъ отъ 15 до 18 куб. фут. воды въ се-  
кунду и доставляютъ въ такой-же промежутокъ времени, черезъ четыре соп-  
ла, отъ 8 до 9 куб. фут. воздуха, съ давленіемъ 1.8 дюйм. по ртутному  
духомѣру. Эти примѣры приведены Туннеромъ какъ образцы хорошо устроен-  
ныхъ водяныхъ барабановъ <sup>2)</sup>.

Молотъ и наковальня.—Молотъ на каталанскихъ фабрикахъ при-  
водится въ дѣйствіе обыкновенно паливнымъ колесомъ. На фиг. 50 (см. слѣд.  
стран.) изображено все устройство молота.

Наливныя колеса деревянные и вода пускается на нихъ съ высоты 23  
футовъ и даже болѣе, съ тѣмъ, чтобы главнымъ двигителемъ здѣсь являлся  
ударъ падающей воды, а не вѣсъ ея. Диаметръ этимъ колесамъ обыкновен-  
но придается отъ 8 до 12 фут. Деревянная ось  $a$  защищается сверху чугу-  
нымъ полымъ цилиндромъ  $b$ , въ которомъ оставлены четыре отверстія. Въ  
эти послѣднія вставляются желѣзные кулаки  $c, c, c, c$ , приводящіе молотъ  
въ дѣйствіе.

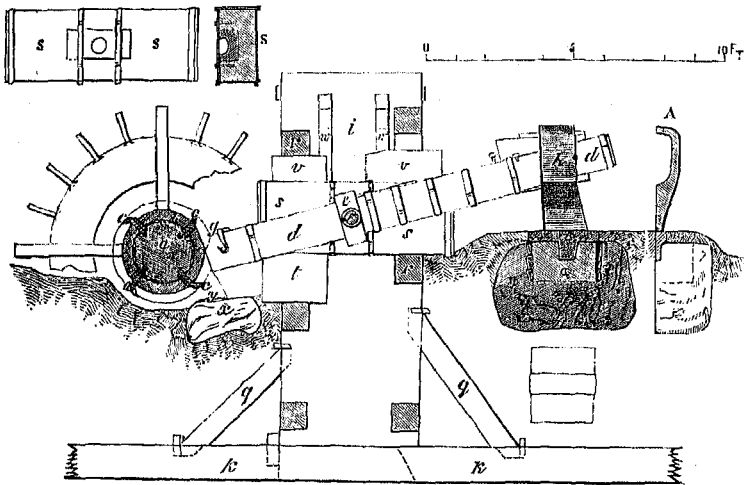
Молотъ (*marteau, Hammer, hammer*), у котораго точка опоры нахо-  
дится на его рукояти  $d, d$ , между *головой* его  $h$  (*tête, Hammerkopf, head*)

<sup>1)</sup> Тамъ же, стр. 1700.

<sup>2)</sup> Stabeisen—und Stahlbereitung, Bd. I, S. 186.

и точкой приложенія силы  $g$ , называемой здѣсь *хвостомъ* (*queue, Schwanz, tail*), представляетъ собой двуплечный рычагъ. Рукоятка  $dd$ , обыкновенно сдѣланная изъ бука, скрѣпляется еще желѣзными обручами и имѣетъ около 2 сажень длины.  $e$ —толстое чугунное кольцо, надѣтое на рукоятку и снабженное съ каждой стороны чугунными цапфами  $f$ . Цапфы эти, покоясь въ желѣзныхъ или чугунныхъ подшипникахъ, даютъ возможность, при нажимѣ кулаковъ  $s$ ,  $s$  на хвостъ, двигаться молоту въ вертикальной плоскости. На хвостъ молота насаживается буковый-же брусъ  $g$ , на который собственно и давятъ молотоподъемные кулаки  $s$ ,  $s$ . Толщину этому брусу придаютъ, смотря по надобности, различную, и пропорціонально ей, какъ это легко понять изъ устройства молота, увеличиваютъ или уменьшаютъ высоту подъема послѣдняго. Эта высота измѣняется отъ 1 до  $1\frac{1}{2}$  футовъ. Голова молота  $h$

Фиг. 50.



отлита изъ чугуна и въ срединѣ имѣетъ отверстіе, въ которое входитъ рукоятка. Устройство головы видно изъ разрѣза  $A$  (фиг. 50). На рукояткѣ она плотно укрѣплена загнанными въ отверстіе ея дубовыми клиньями; вѣсъ ея отъ 36 до 41 пуда. Все устройство молота расположено на прочномъ дубовомъ фундаментѣ. Съ каждой стороны его находится дубовыя стойки  $i$ , укрѣпленные на горизонтальныхъ балкахъ  $k$ ,  $k$ , которыя лежатъ параллельно молотовой рукояткѣ. Укосины  $g$ ,  $g$  поддерживаютъ стойки  $i$ , которыя кромѣ того скрѣпляются еще перекладинами  $r$ ,  $r$ . Дубовый чурбанъ  $s$ ,  $s$  имѣетъ прямоугольную форму около  $6\frac{1}{2}$  футовъ длины, 2 футовъ высоты и 1 фут. толщины, и крѣпко связанъ желѣзными обручами. Слева онъ лежитъ на толстомъ дубовомъ брусь  $t$ , а справа на одной изъ перекладинъ  $r$ . Совершенно подобный-же чурбанъ  $s$ ,  $s$  находится и по сю сторону нарисован-

наго молота. Оба эти чурбана плотно загрѣлены на своихъ мѣстахъ горизонтальными клиньями *v*, *v* и вертикальными—*w*, *w*, и служатъ подушками для чугунныхъ, или желѣзныхъ подшипниковъ, о которыхъ мы говорили выше и въ которыхъ вращаются молотовые цапфы *f*. Подъ хвостомъ молота лежитъ большой камень *x*; во время работы молота, на этотъ камень кладутъ желѣзную плиту *y*, о которую хвостъ молота постоянно ударяется и затѣмъ отскакиваетъ и такимъ образомъ увеличиваютъ силу удара головы. Такой молотъ можетъ дать отъ 100 до 125 ударовъ въ минуту.

Наковальня *z* (*enclume*, *Amboss*, *anvi'*) желѣзная, имѣетъ 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> фута длины, а въ ширину 10 дюймовъ по срединѣ и по 7 дюймовъ на концахъ. Посредствомъ выдающагося внизъ гребня (*tenon*, *Feder*, *projecting piece*), длиною и шириною приблизительно въ 4 дюйма, наковальня эта укрѣпляется въ тяжелую чугунную подушку *z*, которая, въ свою очередь, клиньями связана съ каменной подставкой *β*.

Въ нѣкоторыхъ каталанскихъ фабрикахъ существуютъ молота съ специальнымъ назначеніемъ окончательно отдѣлывать желѣзныя полосы. Устройство этихъ молотовъ вполнѣ тождественно съ только что описаннымъ.

Рабочіе.—При каждомъ каталанскомъ горнѣ работаютъ десять чело-вѣкъ. Должности между ними распределены слѣдующимъ образомъ: *установщикъ* (*foyer*, *Obermeister*, *foreman*), или главный мастеръ, устраиваетъ и ведетъ горнъ, наблюдаетъ за тронной, за фурмами, за сыпью и кромѣ того выковываетъ получаемое желѣзо въ полосы. Ему полагается помощникъ. *Молотовой мастеръ* (*maillé*, *Hammerschmied*, *hammerman*) завѣдуетъ всѣмъ, что относится до механической обработки желѣза. Онъ наблюдаетъ за наливнымъ колесомъ, молотомъ и другими инструментами, проковываетъ желѣзныя крицы, и вмѣстѣ съ главнымъ мастеромъ выковываетъ ихъ и въ полосы. Ему также полагается помощникъ. Два *плавильщика* (*escolas*, *Frischer*, *smelters*), которые попеременно слѣдятъ за ходомъ горна, т. е. за обработкой руды во все время процесса; на ихъ-же обязанности лежитъ и наблюденіе за вторичнымъ нагрѣвомъ получаемого кричного желѣза при дальнѣйшей перековкѣ его въ полосы. Каждому изъ нихъ также есть помощникъ. Ришаръ находитъ должность установщика совершенно бесполезной; по его мнѣнію, всѣ обязанности послѣдняго съ большею выгодною могутъ исполняться плавильщиками, тѣмъ болѣе, что такое дѣленіе работъ, кромѣ излишней траты на жалованье, часто ведетъ еще и къ ссорамъ между плавильщиками и установщикомъ въ тѣхъ случаяхъ, когда встрѣчаются какія-либо неполадки въ ходѣ процесса. Кромѣ только что поименованныхъ восьми рабочихъ есть еще двое, изъ коихъ одинъ (*garde-forge*, франц.; *keeper*, англійск.) хранитъ какъ сырые матеріалы, такъ и продукты, и наблюдаетъ за тѣмъ, чтобы постоянно были при горнѣ надлежащіе запасы руды и угля, а другой—

(*commis*, франц.; *manager*, англійск.), находящійся подъ веденіемъ перваго, вѣдаетъ торговый дѣла.

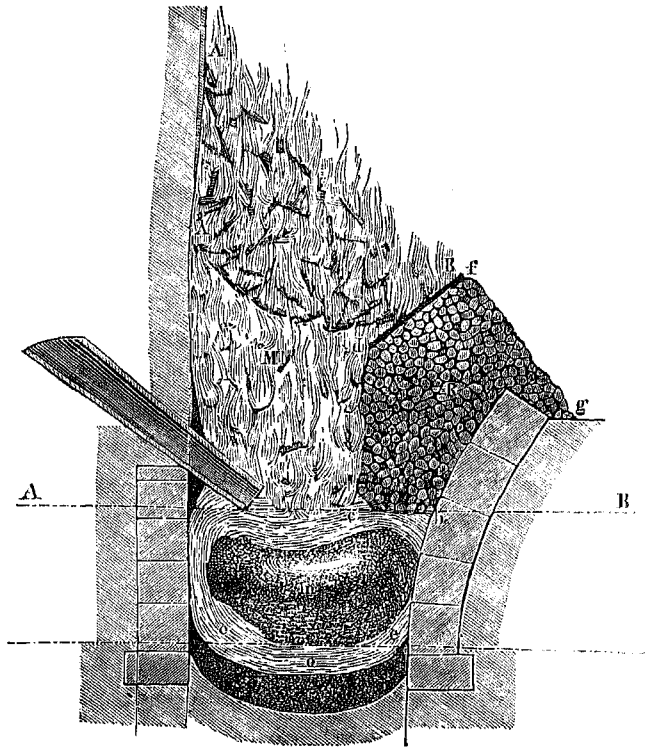
Веденіе процесса.—Отвѣшиваютъ 30 пудовъ руды и измельчаютъ ее въ крупный порошокъ, въ которомъ остаются также и куски, не превосходящіе однако двухъ дюймовъ въ поперечникѣ. За тѣмъ всю эту массу просѣиваютъ на грохотахъ, при чемъ она раздѣляется на кусочки (*mine* франц. *lumps*, англійск.) и на рудную мелочь (*greillade*, франц.; *powder*, англійск.); въ этой послѣдней постоянно находится болѣе землистыхъ веществъ, нежели въ кусочкахъ. Грохоть для этого просѣиванія дѣлается изъ тонкой желѣзной проволоки; разстояніе въ немъ между отдѣльными проволоками составляетъ 3 линіи. Рудную мелочь сильно смачиваютъ водой и складываютъ въ кучи на нѣкоторомъ разстояніи отъ горна. При хорошемъ буромъ желѣзнякѣ, количество образующейся во время толчки рудной мелочи можетъ быть равно половинѣ всей первоначально взятой сырой руды <sup>1)</sup>).

По окончаніи процесса въ каталанскомъ горну и по вынутіи изъ него крицы, на днѣ его постоянно остается значительная масса раскаленного угля и различные остатки отъ операций; чугуныя плиты, составляющія фурменную стѣну (*les porges*) раскалены до горизонта фурмы до красна; въ такомъ-же состояніи находятся и остальные стѣны горна. Изъ горна вынимаютъ всѣ остатки отъ предыдущей плавки, и когда онъ такимъ образомъ очищенъ (*nettoyé*, франц.; *cleaned*, англійск.), то въ него бросаютъ новое количество угля, который уколачиваютъ плотно лопатой на днѣ горна. Уколачиваніе это производится частью плоской стороной лопаты, частью ребромъ, при чемъ крупные куски угля дробятся и такимъ образомъ вся эта масса совершенно плотно слегается между собой. Слой уколоченнаго (*tassé*, франц.; *packed*, англійск.) угля занимаетъ собою пространство до горизонта фурмы *ab* (фиг. 51). На этотъ слой, въ разстояніи  $\frac{2}{3}$ , а иногда и  $\frac{1}{2}$  всей ширины горна отъ фурменной стѣны, ставятъ параллельно послѣдней особую длинную и широкую желѣзную пластину, и промежутокъ между нею и фурменной стѣною, т. е. на лѣво отъ пластины, также заполняютъ и уколачиваютъ углемъ. У лицевой стѣны, равно какъ и у задней также располагается уголь, при помощи особаго плоскаго инструмента, называемаго *bascou*, но только нетолстымъ слоемъ. На эту плотную постель древеснаго угля наконецъ сыплютъ руду, располагая ее по противуфурменной стѣнѣ, т. е. направо отъ поставленной желѣзной пластины, и уколачивая ее; за тѣмъ къ фурменной стѣнѣ, т. е. на лѣво отъ пластины, бросаютъ и уколачиваютъ новую сыпь угля, потомъ къ противуфурменной стѣнѣ бросаютъ еще руды, а къ фурменной еще сыпь угля и т. д. Наконецъ рабочій вынимаетъ осторожно изъ горна пластину, а въ гор-

<sup>1)</sup> François, p. 271.

иѣ остаются двѣ соприкасающіяся между собой стѣны, угольная *M* и рудная *R* (фиг. 51). При этомъ вытаскиваніи, рабочій наклоняетъ нѣсколько пластину, такъ что

Фиг. 51.



рудной стѣнѣ придаетъ чрезъ то небольшой скатъ *df*, параллельный наклону противу-фурменной стѣны; съ наружной-же стороны у руды является естественный скатъ *fg*. Сверху руду эту покрываютъ плотнымъ слоемъ смоченной угольной мелочи, а промежутокъ между верхнимъ краемъ рудной стѣны *f* и фурменной стѣною также весь выполняется мелкимъ углемъ, и наконецъ сверху все покрывается мокрымъ угольнымъ порошкомъ, который плотно уколачивается лопатой. Установивъ все это, пускаютъ дутье.

Тотчасъ-же послѣ того, какъ дутье пущено, изъ непокрытой угольной мелочью части *fg* показываются безчисленные язычки синеватаго пламени; если подобные-же язычки покажутся и на поверхности *df*, то ее тотчасъ-же покрываютъ мокрымъ угольнымъ мусоромъ, массу котораго здѣсь плотно уколачиваютъ. Непоявленіе язычковъ въ *fg* указываетъ или на то, что горнѣ во время насадки успѣлъ уже слишкомъ остыть, или что онъ дурно устроенъ, или наконецъ что самая насадка сдѣлана не такъ какъ нужно. Черезъ нѣсколько минутъ послѣ начала процесса, пока еще отверстіе для спуска шлаковъ (*le chio*), находящееся въ передней стѣнѣ горна, остается замазаннымъ глиной, дутье ослабляютъ до 1 дюйма по ртутному духомѣру.

Для полнаго уясненія всѣхъ работъ, мы должны сказать, что желѣзо, возстановившееся во время операціи, собирается въ видѣ кома или крицы (*loupe, massé*), которую проковываютъ подъ тяжелымъ молотомъ (*mail*) и затѣмъ разрубаютъ на три части; изъ нихъ средней части даютъ названіе *massoque*, а крайнимъ — *massoquettes* (кришюшки крицы). Каждая изъ этихъ

частей уже отдѣльно проковывается въ полосы подъ молотомъ, при чемъ является необходимость ихъ нѣсколько разъ подогрѣвать. Это подогрѣваніе производится, во время самой плавки, въ томъ-же горну гдѣ совершается и возстановленіе руды. Полученныя во время предъидущей операціи крицы располагаются на угольной стѣнѣ *M* и такимъ образомъ, при послѣдующемъ процессѣ, прогрѣваются жаромъ теряющихся изъ горна газовъ. Установленная на передней стѣнѣ наклонная желѣзная плоскость, или *шесточная доска* (*la banquette*), облегчаетъ введеніе въ горнъ и выниманіе оттуда подогрѣваемыхъ крицъ. Далѣе мы будемъ подробнѣе говорить о всѣхъ этихъ работахъ.

По мѣрѣ пониженія угля и руды въ горнѣ, туда прибавляютъ новыя ихъ количества, при чемъ руда идетъ въ видѣ рудной мелочи (*greillade*), смоченной водой. Такимъ образомъ вещества эти поддерживаются на одномъ и томъ-же горизонтѣ въ горну, и это составляетъ первый періодъ операціи, который, по Ришару, длится 1 часъ 13 минутъ. Черезъ восемь минутъ послѣ наступленія его даютъ дутье съ давленіемъ въ  $1\frac{1}{2}$  дюйма по ртутному духомѣру, и поддерживаютъ его на этой степени во все продолженіе перваго періода.

Съ наступленіемъ втораго періода давленіе воздуха доводятъ до  $1^3$ , дюйма. Въ горнѣ все еще продолжаютъ время отъ времени подбрасывать рудную мелочь и уголь, а насадку съ поверхности смачиваютъ водой, чтобы воспрепятствовать напрасному сгоранію угля. По прошествіи 1 часа и 46 минутъ, вмѣсто рудной мелочи бросаютъ въ горнъ куски крупно измельченнаго шлака, отдѣленнаго отъ послѣдней вышедшей крицы, а по прошествіи 1 часа и 59 минутъ, впервые пробиваютъ отверстіе для спуска шлаковъ, и выходящіе изъ него сырые шлаки (*scories lourdes*, Rohschlacke, *tap-cinder*) смачиваются водой и снова закидываются въ горнъ, гдѣ ихъ покрываютъ древеснымъ углемъ.

Черезъ 2 часа 22 минуты дутье вдругъ доводятъ до  $2\frac{1}{2}$  дюймовъ; начинается третій періодъ. Въ первый разъ бросаютъ въ горнъ куски руды (*mine*) вмѣсто рудной мелочи (*greillade*), а въ промежутокъ между противуфурменною стѣною и находящеюся въ горнѣ рудою опускаютъ желѣзный ломъ (*la palinque*) и, упирая его о противуфурменную стѣнку и дѣйствуя имъ какъ рычагомъ, осторожно подвигаютъ нижніе слои руды къ фурмѣ. Операцію эту называютъ: *спускать руду съ горнъ* (*donner la mine*). Время отъ времени все продолжаютъ присаживать въ горнъ уголь, и рудную мелочь и смачивать все это водой. По прошествіи 2 часовъ 56 минутъ, когда выпускаютъ изъ горна сырые шлаки, а выпускное отверстіе оставляютъ незамазаннымъ, пламя, отдѣляющееся изъ горна, окрашивается бѣлымъ цвѣтомъ, подобнымъ тому, какое является при горѣніи желѣза въ кислородѣ. Тогда замазываютъ выпускное отверстіе.



Черезъ 3 часа 4 минуты даютъ вдвухъ воздуку давленіе въ 2 дюйма 8 линій по ртутному духомѣру и начинаютъ четвертый періодъ. Всѣ предыдущія операциі повторяются. Шлаки, которые окажутся слишкомъ тяжелыми, снова закидываются въ горнъ. По прошествіи 3 часовъ 25 минутъ оканчиваютъ также подогревъ криць отъ предыдущаго процесса. По словамъ Ришара, вынимая ломъ изъ горна по прошествіи 3 часовъ 33 минутъ отъ начала операциі, на концѣ его можно замѣтить желтую корку, толщиною отъ  $1\frac{1}{2}$  до 3 линій. Этотъ слой, послѣ того какъ его охладить въ водѣ и отскоблить ножомъ, является бѣлымъ, сильно блестящимъ веществомъ. Въ это-же время Ришаръ замѣтилъ также образованіе желтаго порошка и на поверхности угля, но никакъ не могъ дать себѣ отчета о причинѣ его появленія. По его словамъ, однако, явленіе это можно замѣтить постоянно, съ наступленіемъ четвертаго часа отъ начала операциі, каковы-бы ни были употребленные руда и уголь. «Вся поверхность раскаленнаго угля покрывается какъ-бы пепломъ сѣрно-желтаго цвѣта, весьма явственнымъ и часто блестящимъ» <sup>1)</sup>. Рабочіе предполагаютъ, что этотъ палець происходитъ отъ заключающейся въ рудѣ сѣры; но очевидно, что такое предположеніе лишено всякаго смысла. Мы не беремъ дать по этому поводу объясненія.

По прошествіи 3 часовъ 50 минутъ отъ начала операциі наступаетъ пятый періодъ, при которомъ давленіе дутья доводятъ до 3 дюймовъ ртутнаго духомѣра. Время отъ времени закидываютъ въ горнъ древесный уголь и куски руды. Пламя становится не столь голубое, уголь повсюду съ поверхности раскаленный и руда совершенно исчезла подъ углемъ. Черезъ 3 часа 59 минутъ производятъ выпускъ шлаковъ, при чемъ пламя вырывается также черезъ выпускное отверстіе съ сильнымъ хлопотаніемъ. Черезъ 4 часа 10 минутъ масса угля возвышается надъ верхомъ горна на высоту, почти равную его глубинѣ; а по прошествіи 4 часовъ 19 минутъ становится очевиднымъ, что крица подъ массой угля достигла уже весьма значительныхъ размѣровъ. Уголь продолжаютъ прибавлять большими количествами и время отъ времени выпускаютъ шлаки, которые становятся при этомъ весьма бѣды желѣзомъ (*maigre*), въ то-же время къ противуфурменной стѣнѣ горна постоянно подбрасываютъ кусочки руды. Спустя 5 часовъ 29 минутъ со времени начала операциі, рабочий обколачиваетъ выдающіеся углы крицы и подвигаетъ ее къ фурменной стѣнѣ, стараясь въ то-же время отыскать въ горнѣ запутавшіяся между углемъ мелкія частицы восстановленнаго желѣза и приварить ихъ къ массѣ большой крицы. Эта операциа называется *скачиваніемъ крицы* (*la baléjade*). По прошествіи 5 часовъ 38 минутъ, рабочий все еще продолжаетъ околачивать выдающіеся части крицы и соби-

<sup>1)</sup> Etudes sur l'art d'extraire immédiatement le fer de ses minerais, etc., p. 261.

ратъ раскиданныя по стѣпкамъ горна желѣзные частицы, приваривая ихъ къ главной массѣ желѣза. Черезъ 5 часовъ 43 минуты пламя вдругъ дѣлается бѣлымъ и сильно блестящимъ, что, по выраженію рабочихъ, означаетъ, что *желѣзо само себя сѣдаетъ* (*se mange*). Спустя 6 часовъ 3 минуты отъ начала операціи останавливаютъ дутье и сопло вынимаютъ изъ горна. Покрывающій крицу уголь сгребаютъ на шестокъ (*banquette*) и заливаютъ водой. Затѣмъ просовываютъ черезъ выпускное отверстіе толстый ломъ подъ крицу, которымъ нѣсколько приподнимаютъ послѣднюю, а потомъ такой-же ломъ опускаютъ въ горнъ сверху, со стороны лицевой стѣны, и, упирая его на промежуточную желѣзную полосу (*restanque*) и дѣйствуя имъ какъ рычагомъ, на другой конецъ котораго постоянно наваливаются одинъ или двое рабочихъ, отдѣляютъ крицу совершенно отъ пода и вынимаютъ изъ горна (фиг. 43, стр. 460).

И такъ вся операція (*feu, chauffe*, франц.; *fire, heat*, англійск.) длится 6 часовъ 3 минуты. По наблюденіямъ Ришара, втеченіи этого времени было обращено въ пары 6 пуд. 20 фунт. воды, изъ коихъ 3 пуда 5 фунтовъ были бросаемы въ огонь, а остальные находились уже въ самомъ углѣ; вѣсъ всего израсходованнаго воздуха, доставленнаго tromпой, былъ 120 пуд. 32  $\frac{3}{4}$ , фунт., такъ что расходъ воздуха по вѣсу въ минуту составляетъ среднимъ числомъ 18.8 фунтовъ. Вѣсъ всего израсходованнаго древеснаго угля составляетъ 32 пуда 36 фунт., что соотвѣтствуетъ по объему 78.018 куб. футовъ, т. е. нѣсколько болѣе нашего уральскаго короба (70.25 куб. фут.). Руды израсходовано было около 29 пуд. 28 фунт., а вышедшее изъ полученной крицы полосовое желѣзо вѣсило 9 пуд. 10 фунтовъ.

Не должно думать, чтобы всѣ плавильщики вели работу совершенно подобно тому, какъ мы описали; но напротивъ того, процессъ этотъ въ главныхъ чертахъ хотя и повсюду совершенно одинаковъ, тѣмъ не менѣе въ мельчайшихъ подробностяхъ его у разныхъ плавильщиковъ можно встрѣтить и различныя приемы.

По словамъ Франсуа, вообще въ Аржежскомъ департаментѣ, для пригото- вленія 100 пудовъ полосоваго желѣза расходуется 312 пуд. руды и 340 пуд. древеснаго угля. Средній промежутокъ времени, потребный для выхода крицы изъ одной заправки, 6 часовъ.

Ришаръ опредѣляетъ, что, при хорошемъ ходѣ работы, 100 вѣсовыхъ частей руды должны давать 31 ч. по вѣсу полосоваго желѣза и 41 ч. шлаковъ, содержащихъ 30 проц. желѣза <sup>1)</sup>. По словамъ того-же автора, на заводѣ Рессежъ, изъ 100 частей руды имъ были получены 31.2 ч. полосо-

<sup>1)</sup> Etudes, p. 154.

ваго желѣза и 50.2 ч. шлаковъ, или 31 ч. желѣза и 51.8 ч. шлаковъ. При обоихъ этихъ опредѣленіяхъ, шлаки были тщательно собираемы, освобождаемы отъ всѣхъ механическихъ нечистотъ, просушиваемы и за тѣмъ уже взвѣшаны. Такъ какъ почти всѣ шлаки эти бросаются прямо въ отвалы, или идутъ на постройки шоссе и проч., а желѣзо изъ нихъ не отдѣляется, то можно себѣ представить какая масса послѣдняго уже успѣла потеряться въ нихъ втеченіи тѣхъ столѣтій, какъ существуетъ способъ добычи желѣза. Ришаръ вычислилъ, что на сорока горнахъ, дѣйствующихъ въ Арьежскомъ департаментѣ, изъ коихъ каждый втеченіе года выдерживаетъ тысячу насадокъ, ежегодная потеря желѣза въ шлакахъ составляетъ 2,400,000 килограммовъ, т. е. 146,460 пудовъ.

Хорошая каталанская крица имѣетъ болѣе или менѣе округлую форму, съ поверхности гладкая и не имѣетъ неправильныхъ отбрызговъ и наростовъ; на верхней поверхности ея имѣется вдавленность, соотвѣтствующая высову фурмы. Во время вынутія изъ горна, крица должна находиться раскаленною до бѣла.

Свойства получающихся во время операціи шлаковъ могутъ сдѣлать весьма важныя указанія на ходъ процесса. При хорошемъ ходѣ плавки шлаки имѣютъ синевато-черный цвѣтъ и легко вытекаютъ изъ печи; будучи замочены водою, они становятся легки и весьма ломки. Если-же они густы, вытекаютъ съ трудомъ и при томъ въ прикосновеніи съ воздухомъ разбрасываютъ искры, то это есть признакъ дурнаго хода плавки и доказываетъ, что въ шлакахъ механически запутано много металлическаго желѣза. Эти богатые желѣзомъ шлаки лучше забрасывать снова въ горнъ.

При хорошемъ ходѣ плавки, глазъ фурмы, т. е. та свѣтящаяся точка, которую можно видѣть, глядя черезъ сопло во внутрь горна, долженъ быть свѣтлый, блестящаго бѣлаго цвѣта.

Теорія процесса.—Производя изслѣдованія надъ тѣми измѣненіями, какимъ подвергается шихта въ каталанскомъ горну во время главнѣйшихъ періодовъ операціи, Франсуа и Ришаръ вывели теорію каталанскаго способа. Для достиженія этой цѣли, нѣсколько горновъ, заправленныхъ и идущихъ совершенно при одинаковыхъ обстоятельствахъ, были ими внезапно останавливаемы въ разные, но извѣстные промежутки отъ начала до конца операціи. Франсуа, кромѣ весьма многихъ и мельчайшихъ подробностей касательно хода процесса въ каталанскомъ горну, опубликовалъ еще свои микроскопическія наблюденія надъ возстановляющеюся при этомъ рудою.

Благодаря тому, что руда въ видѣ кусковъ засыпается въ горнъ постоянно къ противуфурменной стѣнѣ, и такимъ образомъ весьма постепенно вводится въ огонь, образующіеся при горѣннй возстановляющіе газы имѣютъ полную возможность совершенно свободно проходить черезъ кучу руды, кото-

рая вся составлена изъ отдѣльныхъ кусковъ и такимъ образомъ не представляетъ для этого прохожденія серьезныхъ препятствій. Главный дѣятель этихъ газовъ, окись углерода, будетъ въ большей или меньшей степени возстапвлять руду ранѣе, нежели послѣдняя упадетъ на дно горна. Употребляемая руда, бурый желѣзнякъ, т. е. водная окись желѣза, теряетъ воду при температурѣ, относительно весьма низкой, и вмѣстѣ съ тѣмъ становится пористой, трещиноватой, а слѣдовательно и еще болѣе удобной для прониканія газовъ. И это-то обстоятельство составляетъ главнѣйшую причину того, что не слишкомъ плотныя отличія водной окиси желѣза употребляются предпочтительно передъ всѣми другими рудами для прямыхъ способовъ полученія желѣза <sup>1)</sup>. Возстановленіе въ массѣ руды совершается такимъ образомъ постепенно отъ низу вверхъ и въ наружные слои, такъ что, въ извѣстные періоды, въ этихъ границахъ кучи можно встрѣтить всѣ постепенные переходы отъ металлическаго желѣза до сырой руды.

При пониженіи руды въ горну, она постепенно переходитъ въ пояса, гдѣ температура соотвѣтственно все болѣе и болѣе повышается, и наконецъ достигаетъ того уровня, гдѣ жаръ достаточно силенъ, чтобы обусловить соединеніе кремнезема съ землистыми началами руды, а равно и съ значительнымъ количествомъ закиси желѣза, и образовать легкоплавкіе шлаки. Частицы возстановленнаго желѣза, подвергнутыя температурѣ вара, соединяются между собой въ одну губчатую массу, которая удерживаетъ въ себѣ значительную часть шлаковъ. Руда, введенная въ горнъ въ видѣ мелочи (*greillade*) испытываетъ измѣненія, одинаковыя со штуфной рудой, образуя шлаки и выдѣляя металлическое желѣзо, которое присоединяется къ главной массѣ крицы. Наконецъ, полученная крица подвергается учащеннымъ ударамъ молота, которые почти начисто освобождаютъ ее отъ запутаннаго въ ней шлака и превращаютъ въ плотную желѣзную массу (*loupe*).

Рудная мелочь, т. е. руда въ крупномъ порошокѣ, представляетъ собой огромную поверхность для возстановляющаго дѣйствія восходящей струи окиси углерода а равно и твердаго, раскаленнаго угля, съ которымъ она находится въ соприкосновеніи; поэтому она возстановляется весьма быстро, и происходящія при этомъ металлическія частицы падаютъ на дно горна и собираются тамъ въ одну массу ранѣе, нежели начнется возстановленіе штуфной руды. Эта первая масса называется *ядромъ крицы* (*principe du massé, Sauer, Urdeul*); Ринаръ даетъ ей имя зародыша. Она образуетъ тонкій слой на днѣ горна и собираетъ въ себя всѣ впослѣдствіи образующіяся частицы металлическаго желѣза. Весьма важно, чтобы ядро образовалось по возможности въ центрѣ горна, т. е. не слишкомъ низко и не слишкомъ вы-

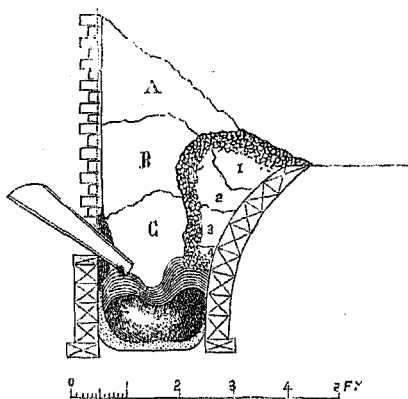
<sup>1)</sup> François, Recherches, p. 228.

соко, и было нѣсколько приближено къ задней стѣнѣ *CC* (фиг. 42). Можетъ случиться, что ядро станетъ образоваться плотно у которой-нибудь изъ стѣнъ горна, въ такомъ случаѣ слѣдуетъ его тотчасъ-же выломать и начать операцію снова, чтобы получить другое, лучше расположенное ядро <sup>1)</sup>. Иногда образуется въ горну не одно, а два, или болѣе ядеръ, въ такомъ случаѣ невозможно получить чистую и однородную крицу.

Сообразно химическимъ реакціямъ, которыя происходятъ на разныхъ горизонтахъ каталанскаго горна, Франсуа дѣлитъ его на соответственные пояса. Это дѣленіе, само собою разумѣется, есть въ большей или меньшей степени идеальное и служитъ только для лучшаго уясненія тѣхъ перемѣнъ, которымъ подвергается руда во время своего нисхожденія въ горну. Хотя плоскости, ограничивающія эти пояса, при нормальномъ ходѣ горна и должны приближаться къ изображеннымъ нами на фиг. 52, тѣмъ не менѣе ихъ ни въ какомъ случаѣ нельзя считать постоянными, но, напротивъ того, какъ и самъ Франсуа выражаетъ, онѣ могутъ измѣняться въ самыхъ широкихъ границахъ и самымъ неправильнымъ образомъ, сообразно состоянію горна, свойствамъ руды, угля и силѣ дутья <sup>2)</sup>. Относительно штуфной руды, находящейся у противуфурменной стѣны, мы можемъ сказать, что въ № 1 (фиг. 52) совершается по преимуществу обжиганіе руды; въ № 2 можно замѣтить возстановленіе окиси и появленіе металлическихъ королекъ; шлакованіе землистыхъ веществъ, болѣе дѣятельное возстановленіе и наконецъ начало обуглероживанія можно замѣтить въ поясѣ № 3; въ № 4 совершается расплавленіе ошлакованныхъ землистыхъ частицъ, и возстановленіе и обуглероживаніе происходятъ весьма дѣятельно. <sup>3)</sup>

Что касается до рудной мелочи (*greillade*), то обжиганіе и возстановленіе ея уже можно замѣтить въ поясѣ *A*, на разстояніи съ небольшимъ 7 дюймовъ отъ верхней поверхности; въ поясѣ *B*, отстоящемъ на  $19\frac{1}{2}$  дюймовъ отъ наружной поверхности, характеристическими явленіями можно считать возстановленіе и шлакованіе; наконецъ *C*, главный резервуаръ образовавшихся шлаковъ, представляетъ собою поясъ, гдѣ возстановленіе и шлакованіе совершаются окончательно <sup>4)</sup>.

Фиг. 52.



<sup>1)</sup> Frangois, p. 45.

<sup>2)</sup> Тамъ-же, стр. 225.

<sup>3)</sup> Тамъ же, стр. 226.

<sup>4)</sup> Тамъ же, стр. 246.

Въ верхнихъ горизонтахъ пояса № 1 руда остается еще въ отдѣльныхъ кускахъ, которые даже сохраняютъ свою первоначальную форму; но цвѣтъ и сложеніе ихъ уже не напоминаютъ сырую руду. Цвѣтъ изъ охряно-краснаго здѣсь переходитъ въ синевато-черный, съ легкимъ металлическимъ блескомъ; строеніе они получаютъ болѣе плотное, мелкозернистое. Поверхность каждаго куска покрыта трещинками и порами, идущими на нѣкоторую глубину во внутрь, и каждый кусокъ приобретаетъ магнитныя свойства. Присутствіе въ нихъ магнитной окиси по виду выражается ихъ плотнымъ, мелкозернистымъ сложеніемъ и синевато-чернымъ цвѣтомъ. Всѣ эти признаки въ особенности обнаруживаются на наружной поверхности кусковъ и на стѣнкахъ образовавшихся въ нихъ трещинъ, т. е. тамъ, гдѣ восстановительное дѣйствіе газовъ особенно могло имѣть мѣсто. Слой образовавшейся на поверхности кусковъ магнитной окиси утолщается, по мѣрѣ углубленія въ поясѣ № 1. Если кусокъ руды очень трещиноватъ, то вся заключающаяся въ немъ окись желѣза превращается въ магнитную окись ранѣе, нежели въ ней начнется образованіе металлическаго желѣза. Если-же, наоборотъ, кусокъ руды очень плотенъ, то въ немъ, въ извѣстный періодъ, можно различить всѣ постепенные переходы желѣза: на поверхности его уже появляется металлическое желѣзо, подъ нимъ находится слой окиси, по составу похожей на окалину, и наконецъ въ центрѣ—магнитная окись.

Франсуа приводитъ слѣдующіе результаты произведеннаго имъ анализа надъ смѣсью кусковъ руды различной крупности, собранныхъ имъ изъ среднихъ и нижнихъ горизонтовъ пояса № 1. При этомъ должно также замѣтить, что средній удѣльный вѣсъ ихъ былъ 4.545, тогда какъ удѣльный вѣсъ сырой руды былъ только 3.650.

Окиси желѣза . . . . .	49.21
Магнитной окиси . . . . .	26.95
Закиси съ окысю марганца ( $Mn^2O^4$ ) . . . . .	4.12
Извести и магнезии . . . . .	6.00
Глины и песку . . . . .	12.55
Потеря при обжиганіи ( $O$ и $CO^2$ ) . . . . .	1.05
	99.88

Химически соединеннаго кремнезема не оказалось, какъ и въ сырой рудѣ. Углекислыя соли не вполне еще были освобождены отъ углекислоты, а окись марганца не совершенно превращена въ закись съ окисью <sup>1)</sup>).

Ниже плоскости, раздѣляющей пояса № 1 и № 2, куски руды снаружи покрыты корой металлическаго желѣза, которая въ изломѣ кусковъ весьма ясно видна и толщина которой постепенно увеличивается, по мѣрѣ пониже-

<sup>1)</sup> François, p. 229.

нія кусковъ въ горну, и измѣняется отъ 0.3 до 1 линіи. Подъ микроскопомъ скорлупа эта представляется состоящею изъ скопленія отдѣльныхъ металлическихъ частичекъ желѣза, перемежающихся съ не вполне ошлакованными веществами. Масса самаго куска, заключенная въ этой скорлупѣ, имѣетъ синевато-черный цвѣтъ, слегка стекловатая, съ жирнымъ блескомъ и неровнаго сложения. Разбивая куски изъ верхнихъ горизонтовъ этого пояса, внутри ихъ можно еще замѣтить слѣды главнѣйшихъ трещинокъ, равно какъ и металлическія частицы, которыми стѣнки этихъ трещинъ были покрыты.

Слѣдующіе результаты анализовъ Франсуа выражаютъ составъ руды изъ этого пояса. Удѣльный вѣсъ № 1=4.695, а № 2=5.250.

	1.	2.
Металлическаго желѣза . . . . .	1.04	4.15
Окиси желѣза . . . . .	22.91	11.23
Закиси желѣза . . . . .	59.21	60.83
Закиси марганца . . . . .	4.02	5.50
Извести и магнезіи . . . . .	5.20	9.93
Глины . . . . .	4.55	
Соединеннаго кремнезема . . . . .	2.10	8.47
	<u>99.03</u>	<u>100.11</u>

№ 1 вынуть изъ среднихъ, а № 2—изъ нижнихъ горизонтовъ этого пояса. Замѣчательно увеличивающееся содержаніе соединеннаго кремнезема, въ особенности въ № 2, гдѣ онъ почти весь соединенъ химически.

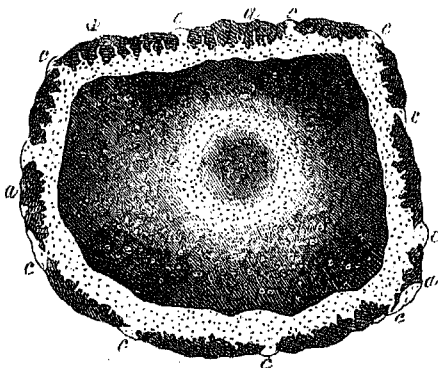
Въ составѣ газовъ изъ пояса № 2 была открыта также и углекислота, но только въ количествѣ, несравненно меньшемъ, чѣмъ въ поясѣ № 1. Пламя содержитъ въ себѣ весьма много механически увлеченныхъ частичекъ угля. Ришаръ говоритъ <sup>1)</sup>, что количество этого механически увлекаемаго угольного порошка такъ велико, что онъ покрываетъ всю заводскую крышу слоемъ въ полъ—фута толщиной, и что онъ постоянно остается въ видѣ особой формы сталактитовъ на стѣнкахъ горна, падъ фурменными досками.

Въ поясѣ № 3 возобновленіе совершается еще болѣе дѣятельно. Отдѣльные куски руды свариваются между собой углами, не измѣняя впрочемъ значительно своей первоначальной формы. Металлическая скорлупа, покрывающая эти куски, становится совершенно ясною и достигаетъ толщины  $\frac{3}{4}$  линіи и даже болѣе. Самое ядро куска, заключенное въ этой скорлупѣ, представляетъ собою тѣстообразную массу, совершенно ошлакованную и вспученную, въ особенности въ содѣйствіе металлической скорлупы. Въ томъ горизонтѣ этого пояса, гдѣ можно предположить температуру равную 1000° Ц. (темно-оранжевое каленіе), всѣ вышеописанныя реакціи совершаются съ значительно болѣею быстротою; куски руды, вмѣстѣ съ покрывающею ихъ

<sup>1)</sup> Etudes, p. 160.

скорumpную окончательно теряютъ первоначальную форму и округляются. Если такой кусокъ взять и разрѣзать пополамъ, то онъ представится состоящимъ изъ шлакообразной, нѣсколько металлической массы, заключенной въ ковкую оболочку, тусклаго сѣраго цвѣта, по виду и зернамъ часто похожую на бѣлый чугунъ *а, а, а* (фиг. 53). Франсуа разсматриваетъ эту оболочку какъ сталеватое желѣзо, нечистое отъ запутавшихся въ немъ шлакообразныхъ, часто окристаловавшихся, веществъ. Наружная поверхность бываетъ покрыта каплями грязнаго зеленовато-желтаго шлака, который проникаетъ сюда черезъ остающіяся въ оболочкѣ поры и бываетъ видѣнъ иногда простымъ глазомъ, а иногда лишь при помощи луны. На фиг. 53 онъ обозначенъ буквами *с, с, с*. Со внутренней поверхности желѣзная оболочка вся покрыта желѣзными-же сосцевидными и рогообразными приростками (*а, а, а*); концы ихъ находятся погруженными въ оболочку пузыристыхъ шлаковъ, весьма жидкихъ, шоколаднаго цвѣта, въ которыхъ заключается цѣлая масса микроскопическихъ зеренъ металлическаго желѣза, которыя, постоянно оседаая на вышепоименованные сосцевидные приростки, обуславливаютъ утолщеніе металлической оболочки, по мѣрѣ того какъ кусокъ подвергается восстанавливающему дѣйствию газовъ. Внутреннее зерно куска черного металлическаго вида, стекловатое и совершенно ошлакованное; въ массѣ его также содержатся металлическіе корольки и кромѣ того она вся пронизана микроскопическими пустотами сферическаго вида, доказывающими проникновение сюда и развитіе здѣсь газообразныхъ продуктовъ. Число этихъ пустотъ увеличивается отъ центра къ окружности.

Фиг. 53.



каеть сюда черезъ остающіяся въ оболочкѣ поры и бываетъ видѣнъ иногда простымъ глазомъ, а иногда лишь при помощи луны. На фиг. 53 онъ обозначенъ буквами *с, с, с*. Со внутренней поверхности желѣзная оболочка вся покрыта желѣзными-же сосцевидными и рогообразными приростками (*а, а, а*); концы ихъ находятся погруженными въ оболочку пузыристыхъ шлаковъ, весьма жидкихъ, шоколаднаго цвѣта, въ которыхъ заключается цѣлая масса микроскопическихъ зеренъ металличе-

скаго желѣза, которыя, постоянно оседаая на вышепоименованные сосцевидные приростки, обуславливаютъ утолщеніе металлической оболочки, по мѣрѣ того какъ кусокъ подвергается восстанавливающему дѣйствию газовъ. Внутреннее зерно куска черного металлическаго вида, стекловатое и совершенно ошлакованное; въ массѣ его также содержатся металлическіе корольки и кромѣ того она вся пронизана микроскопическими пустотами сферическаго вида, доказывающими проникновение сюда и развитіе здѣсь газообразныхъ продуктовъ. Число этихъ пустотъ увеличивается отъ центра къ окружности.

Франсуа приводитъ слѣдующіе результаты анализа массы внутреннего ядра одного изъ рудныхъ кусковъ въ этомъ періодѣ операціи. Онъ описываетъ ее какъ полуплавленную, пузыристую, тѣстообразную, металлически-чернаго цвѣта, стекловатаго сложенія и имѣющую средній удѣльный вѣсъ=4.699.

Кремнезема . . . . .	27.50
Закиси желѣза . . . . .	41.20
Закиси марганца . . . . .	11.65
Извести . . . . .	9.60
Глинозема и магнезій . . . . .	2.50
Металлическихъ частицъ . . . . .	7.55

---

 100.00



Металлическая оболочка, которую разсматривали какъ сталеватое желѣзо, содержащее приблизительно 30 проц. ошлакованныхъ веществъ, имѣла удѣльный вѣсъ отъ 5.540 до 5.941. Эти шлаки въ большей части случаевъ, при разсматриваніи въ лупу, представляются кристаллическими и состоятъ изъ трехъ-основныхъ силикатовъ ( $3\text{RO}, \text{SiO}^3$ ). Шлаки, находящіеся внутри металлической оболочки, по свойствамъ весьма близки къ этимъ, но только въ массѣ своей постоянно содержатъ микроскопическіе корольки металлическаго желѣза, содержаніе котораго въ нихъ увеличивается, по мѣрѣ приближенія ко внутреннему зерну.

Собранные въ поясѣ № 3 газы сгорали пламенемъ окиси углерода и содержали лишь весьма небольшое количество углекислоты и немного водорода.

Въ поясѣ № 4, гдѣ температуру предполагають равною отъ 1200 до 1300° Ц. (бѣло-оранжевое каленіе) отдѣльные куски руды совершенно теряютъ первоначальную форму и сплюсциваются; шлаки, которыми пропитаны желѣзные оболочки, большею частью вытапливаются; въ то-же время отдѣльные частицы желѣза, приходя между собой въ соприкосновеніе при температурѣ вара, соединяются въ одну губчатую массу. По Франсуа, возстановленіе, вытопка и отдѣленіе металлической оболочки совершаются тѣмъ успѣшнѣе, чѣмъ болѣе трещиновата и пориста была руда въ поясахъ № 1 и № 2. Напротивъ того, развитіе металлической корки значительно замедляется, если руда представляетъ слишкомъ большое сѣщеніе между своими частицами и въ особенности если въ ней недостаточно веществъ, необходимыхъ для образованія трехъ-основныхъ кремнекислыхъ соединений. Въ первомъ случаѣ скорлупка развивается совершенно ровно, сложеніе ея плотное, удѣльный вѣсъ достигаетъ часто 7.063 и она не обременена шлаками, вытопка которыхъ совершается быстро, особенно если основаніемъ въ нихъ входитъ закись марганца, имѣющая способность давать весьма легкоплавкіе шлаки и не возстановляться при температурѣ горна. Во второмъ случаѣ скорлупка образуется крайне неровно, постоянно содержитъ въ себѣ весьма вязкіе шлаки, которые крайне замедляютъ ходъ возстановленія. Вслѣдствіи этого удѣльный вѣсъ ея колеблется между 4.210 и 5.567. При этомъ весьма часто случается, что куски руды поступаютъ въ поясѣ № 4 имѣя лишь самую тонкую оболочку металлическаго желѣза на своей поверхности, здѣсь они расплавляются и прямо проходятъ на дно горна въ видѣ весьма основныхъ шлаковъ, возстановленіе которыхъ совершается крайне неполно. Это явленіе можетъ быть и слѣдствіемъ недостатка въ рудѣ кремнезема, и слѣдствіемъ большаго избытка въ ней углекислой извести. Въ нижней части пояса № 4 большинство скорлупокъ находятся уже плотно между собой соединенными.

Шлаки, скопляющіеся на днѣ горна и образующіе такимъ образомъ по- стель, обыкновенно содержатъ въ себѣ нѣсколько болѣе основаній, нежели то слѣдуетъ по формулѣ трехъ-основныхъ кремнекислыхъ соединений. При- чина тому—ихъ постоянное и непосредственное соприкосновеніе съ скопляю- щимся здѣсь металлическимъ желѣзомъ. Но при хорошемъ ходѣ плавки, со- ставъ ихъ все-таки весьма близокъ къ трехъ-основному.

Слѣдующія цифры выражаютъ составъ металлическихъ скорлупокъ, взя- тыхъ изъ пояса № 4.

	1.	2.	3.
Удельный вѣсъ . . . . .	6.140	6.215	7.063
Металлическаго желѣза . . .	76.095	78.675	83.100
Шлака . . . . .	23.100	20.400	15.620
Углерода . . . . .	0.605	1.055	1.250

№ 1 Взята изъ горна, въ которомъ плавка ведется на обыкновенное мягкое желѣзо (*fer doux ordinaire*), а № 2 и № 3—изъ горна, дающаго мелкозернистое, сталеватое желѣзо (*fer fort*). Во всѣхъ этихъ образцахъ обуглероживаніе было уже въ весьма значительной степени развито. Это бы- ваетъ постоянно, когда въ кускѣ руды не остается уже невозстановленнаго зерна и слѣдовательно нѣтъ причинъ образоваться основнымъ шлакамъ, которые иначе, при возстановленіи заключающейся въ нихъ закиси желѣза, могли снова обезуглероживать успѣвшее уже соединиться съ углеродомъ же- лѣзо. Это явленіе нами будетъ подробнѣе пояснено при описаніи пудлинго- ваго способа полученія желѣза изъ чугуна.

Газы, собранные изъ этого пояса, сгорали голубымъ пламенемъ окиси углерода и заключали въ себѣ лишь небольшіе слѣды углекислоты.

При возстановленіи рудной мелочи происходятъ совершенно тѣ-же явле- нія и въ томъ-же порядкѣ, какъ и при возстановленіи штуфной руды, рас- положенной у противуфурменной стѣны, только, само собою разумѣется, здѣсь всѣ эти процессы должны совершаться несравненно быстрѣе, такъ какъ руда здѣсь является въ видѣ большаго раздробленія, и слѣдовательно сильнѣе подвергается дѣйствию жара и возстановляющихъ дѣятелей. Выше мы уже сдѣлали общую характеристику поясовъ *A*, *B* и *C*, здѣсь мы ска- жемъ только слѣдующее: въ поясѣ *B* рудная мелочь, по причинѣ образующихся въ ней шлаговъ, принимаетъ тѣстообразный видъ и облепляетъ собою куски угля, которые вслѣдъ за тѣмъ являются покрытыми весьма явственною ме- таллическою оболочкою. Подобное явленіе, по словамъ Франсуа, замѣчается не только на углѣ, но и на каждомъ твердомъ, неплавкомъ тѣлѣ, которое случайно попадаетъ въ расплавленную рудную мелочь. «Такимъ образомъ яв- леніе это вовсе не есть исключительное слѣдствіе непосредственнаго сопри- косновенія между древеснымъ углемъ и легко возстановляемыми основными

шлаками; но оно происходитъ также и отъ того, что развивающаяся при горѣннн угля, на счетъ вдуваемаго воздуха, окись углерода стремится по преимуществу проходить въ промежутки между металлической массой и покрытымъ ею твердымъ тѣломъ, такъ какъ на этомъ пути она встрѣчаетъ менѣе всего препятствій. Замѣченная способность сильно основныхъ шлаговъ переходить въ трехъ-основные, здѣсь обуславливаетъ весьма сильное возстановленіе, такъ какъ при этомъ уголь дѣйствуетъ не только самъ какъ возстановляющее вещество, но еще, сгорая на счетъ дутья, развиваетъ высокую температуру и даетъ начало возстановляющимъ газамъ <sup>1)</sup>». Мы позволяемъ себѣ однако усомниться въ справедливости этого замѣчанія.

Франсуа говоритъ, что поверхность металлическихъ скорлупокъ постоянно бываетъ покрыта кристаллами шоколаднаго цвѣта трехъ-основнаго кремнекислаго соединенія, и что шлакъ, въ жидкомъ видѣ постоянно имѣетъ эту степень насыщенности, если только операція не ведена слишкомъ дурно или съ излишнею послѣдностью.

Хотя возстановленіе и плавка рудной мелочи и совершаются весьма быстро втеченіи первыхъ двухъ періодовъ, тѣмъ не менѣе явленія эти совершаются здѣсь далеко не окончательно, такъ какъ шлаки здѣсь получаютъ съ весьма большимъ содержаніемъ желѣза и потому необходимо должны быть закидываемы снова въ горнъ. Такіе шлаки непременно будутъ отнимать углеродъ у тѣхъ частичекъ желѣза, которыя успѣли уже съ нимъ соединиться. При этомъ образуется окись углерода, а соответствующее количество заключенной въ шлакъ закиси желѣза переходитъ въ металлическое состояніе. По поводу этого неполнаго возстановленія, Ришаръ доходитъ до того, что говоритъ: «ислѣдованіе потушенныхъ горновъ, равно какъ и нѣкоторые лабораторные опыты, мнѣ кажется вполне мнѣ доказали, что эта рудная мелочь исходитъ до самыхъ низкихъ горизонтовъ горна, при чемъ заключающаяся въ ней окись желѣза *вовсе* не переходитъ въ металлическое состояніе <sup>2)</sup>». По мнѣнію его, прибавка рудной мелочи въ шихту при каталанскомъ способѣ имѣетъ почти единственную цѣль, предохранить отъ окисленія и обезуглероживанія возстановившіеся уже и успѣвшие обуглеродиться куски желѣза, въ то время какъ рабочій подвигаетъ ихъ въ горну постепенно къ фурмѣ, съ цѣлью совершенно сварить ихъ въ крицу. Вблизи фурмы пламя должно быть сильно окислительное, и этимъ свойствомъ иногда пользуются злонамѣренные рабочіе, которымъ, во время плавки, поручаютъ иногда прокаливаніе криць отъ предыдущихъ операцій, съ цѣлью ихъ лучшей проковки въ сорта. Въ этихъ случаяхъ они ловко сжигаютъ эти крицы и

<sup>1)</sup> Recherches, p. 248.

<sup>2)</sup> Etudes, p. 283.

такимъ образомъ на счетъ этого желѣза увеличиваютъ вѣсъ тѣхъ криць, которыя они сами въ это время работаютъ. Такъ какъ рудная мелочь заключаетъ въ себѣ гораздо болѣе землистыхъ веществъ нежели штуфныя руды, и какъ кремнеземъ обыкновенно является главною составною частью этихъ веществъ, то, само собою разумѣется, при плавкѣ ея образуется относительно несравненно большее количество шлаковъ.

Что касается до возможности, чтобы возстановившіяся въ горну частицы металлическаго желѣза поглощали значительное количество углерода, то предыдущіе анализы намъ достаточно уже подтвердили этотъ фактъ; такимъ образомъ частичное обуглероживаніе металлическаго желѣза и новое обезуглероживаніе его дѣйствіемъ основныхъ шлаковъ, состоящихъ преимущественно изъ кремнекислой закиси желѣза, должно считать явленіями, постоянными въ каталанскомъ горну.

Франсуа приводитъ слѣдующіе анализы верхнихъ частей крицы. Кусочки этого металла имѣли вѣтвистую форму, были лишь слегка ковкіи и заключали въ себѣ запутанный шлакъ.

	1.	2.
Удѣльный вѣсъ . . . . .	7.423	7.042
Металлическаго желѣза . . . . .	94.870	93.216
Марганца . . . . .	0.521	0.025
Кремнія . . . . .	0.037	0.020
Углерода . . . . .	слѣды	0.420
Шлака . . . . .	4.562	6.319
	99.990	100.000

№ 1 взять отъ крицы, полученной при плавкѣ на мягкое желѣзо (*fer douce*) руды, богатой содержаніемъ марганца. № 2—отъ крицы, полученной, при обыкновенномъ ходѣ горна, изъ руды, состоящей изъ окиси желѣза.

Ришаръ и Франсуа приводятъ слѣдующіе анализы шлаковъ, получаемыхъ при каталанскомъ процессѣ.

	1.	2.
Кремнезема . . . . .	33.542	33.00
Закиси желѣза . . . . .	41.771	39.87
Закиси марганца . . . . .	12.310	13.00
Извести . . . . .	8.541	7.20
Магnezin . . . . .	1.321	2.35
Глинозема . . . . .	1.905	3.65
Корольковъ желѣза . . . . .	—	1.20
Потеря . . . . .	0.610	—
	100.000	100.27

№ 1— анализъ Ришара <sup>1)</sup>. Онъ представляетъ собою средній составъ вѣсхъ шлаковъ, полученныхъ при плавкѣ 29 пуд. 28 фунт. желѣзной руды

<sup>1)</sup> Etudes, p. 151.

(въ кускахъ и въ видѣ мелочи). Вышедшая при этомъ крица дама 19 пуд. 6 фунт. полосоваго желѣза. № 2—анализъ Франсуа <sup>1)</sup>; онъ представляетъ собою средній выводъ изъ восьми разложенихъ шлаковъ, въ числѣ которыхъ были и аморфные и кристаллическіе. Удѣльный вѣсъ совершенно отдѣленнаго отъ металлическихъ королекъ кристаллическаго шлака былъ имъ найденъ=2.056.

Въ этихъ шлакахъ количество кислорода въ кремнеземѣ почти равно количеству его въ основаніяхъ, такъ что формула ихъ выразится такъ:  $3\text{RO}, \text{SiO}^3$ , т. е. подобно перидоту или оливину. Дюфренуа изслѣдовалъ кристаллическую форму этихъ шлаковъ и нашелъ ее также тождественною съ кристаллами только что поименованныхъ минераловъ. Позже мы увидимъ, что подобные-же кристаллы получаются весьма часто и при другихъ операціяхъ полученія желѣза. По Франсуа, цвѣтъ выходящихъ изъ каталанскаго горна шлаковъ шоколадно-бурый, иногда съ оливковымъ или янтарно-желтымъ отливомъ. Если въ нихъ не заключается зашутанныхъ желѣзныхъ королекъ, то магнитъ на нихъ не дѣйствуетъ.

Условія, оказывающія влияние на свойства получаемаго въ каталанскомъ горну желѣза.—Французы различаютъ желѣзо двухъ родовъ: *мягкое* (*fer doux*, англ. *soft-iron*) и *твердое* (*fer-fort*) или *сталеваго* (*acier naturel*; англ. *steely-iron*). Это различіе находится главнѣйше въ связи съ количествомъ соединеннаго съ желѣзомъ углерода. Мягкое желѣзо его вовсе, или почти вовсе не содержитъ, тогда какъ въ твердое отлічіе онъ входитъ значительнымъ количествомъ. Между обоими этими крайними предѣлами находится цѣлый рядъ промежуточныхъ степеней обуглероженности. Мы разсмотримъ тѣ обстоятельства, которыя благоприятствуютъ образованію того или другаго отлічія. Въ этомъ отношеніи достаточно будетъ рассмотретьъ только условія, необходимыя для полученія одного изъ этихъ отлічій, тогда условія, прямо противоположныя первымъ, укажутъ на способъ для полученія другаго отлічія.

Слѣдующія обстоятельства благоприятствуютъ образованію сталеваго желѣза <sup>2)</sup>:

1. Употребленіе въ шихту меньшаго количества рудной мелочи и большаго количества древеснаго угля.
2. Медленное и постепенное подвиганіе находящейся у противуфурменной стѣны руды къ фурмамъ.
3. Болѣе частое выпусканіе шлаковъ.
4. Медленное образованіе крицы.

<sup>1)</sup> Recherches, 234.

<sup>2)</sup> Richard, p. 274 и слѣд.; François, p. 267 и слѣд.

5. Фурма должна имѣть меньшій наклонъ, а противуфурменная стѣна имѣть большій отвалъ. Съ этимъ впрочемъ не все согласны.

6. Дутье при концѣ операціи должно быть значительно ослаблено.

7. Плотный, и именно дубовый уголь болѣе благоприятенъ для образованія сталеватого желѣза, нежели уголь легкій.

8. Содержаніе въ рудѣ значительнаго количества марганца также принадлежитъ къ числу благоприятствующихъ условій.

Кромѣ того самая ручная работа во время плавки имѣетъ огромное вліяніе на свойства получаемого металла. При однихъ и тѣхъ-же матеріалахъ одинъ рабочий можетъ получить много стали, тогда какъ другой получить ея или очень мало, или даже и вовсе не получить.

Увѣряютъ, что вообще сталеватое желѣзо получается по преимуществу на верхней части крицы, на ея поверхности, и въ особенности на сторонѣ, лежащей противъ выпускнаго отверстія для шлаковъ.

Разсмотримъ теперь по порядку теорію, на которой основаны все вышеприведенныя условія. Главнѣйшія цѣли, которыхъ стремятся достигнуть при веденіи плавки на твердое желѣзо, это—содѣйствіе обуглероживанію полученной крицы и предупрежденіе возможности ея обезуглероживанія. А этимъ-то цѣлямъ именно и удовлетворяютъ какъ нельзя болѣе вышеприведенныя нами условія, а именно:

1. Избытокъ угля способствуетъ обуглероживанію крицы, тогда какъ малое содержаніе въ шихтѣ рудной мелочи представляетъ лишь весьма слабую причину для ея обезуглероживанія.

2. Медленное и постепенное подвиганіе крицы къ фурмѣ дѣлаетъ то, что относительно лишь небольшая часть крицы постоянно находится подъ вліяніемъ дутья, и при томъ она постоянно находится въ тѣсномъ соприкосновеніи съ раскаленнымъ углемъ и слѣдовательно можетъ сильнѣе обуглероживаться, нежели если-бы всю ея массу за одинъ разъ подставить подъ фурму.

3. Выпуская часто шлаки, позволяютъ имъ лишь самое короткое время находиться въ соприкосновеніи съ образовавшейся уже крицей, которую такимъ образомъ оберегаютъ отъ ихъ обезуглероживающаго дѣйствія. Въ этомъ отношеніи оказываетъ также косвенное вліяніе и поименованное нами въ первомъ пунктѣ уменьшеніе количества рудной мелочи въ шихтѣ, такъ какъ съ уменьшеніемъ ея уменьшается и количество образующихся шлаковъ, а слѣдовательно и число обезуглероживающихъ дѣятелей становится менѣе. Вышеприведенный нами фактъ, что сталеватое желѣзо скопляется по преимуществу въ верхней части крицы, можетъ проистекать и изъ того обстоятельства, что нижняя часть ея находится постоянно окруженною шлаками и слѣдовательно менѣе подвергается непосредственному дѣйствію раскаленного угля.

4. Продолжительная операция обуславливаетъ и продолжительное соприкосновение съ раскаленнымъ углемъ, а слѣдовательно и высшую степень насыщенности углеродомъ. Франсуа ставитъ весьма важнымъ въ этомъ отношеніи—условіе продолжительнаго пребыванія руды у противуфурменной стѣны, гдѣ происходитъ цементованіе металла и полнѣйшее возстановленіе до самаго центра кусковъ; что препятствуетъ образованію основныхъ обезуглероживающихъ шлаковъ. Въ то-же время этимъ путемъ обуславливается лучшее шлакованіе сопровождающихъ руду землистыхъ примѣсей и выдѣленіе изъ нея вредныхъ составныхъ частей, какъ наприм. фосфорной кислоты и проч.

5. Чѣмъ болѣе крутой наклонъ имѣетъ фурма, тѣмъ сильнѣе поверхность образовавшейся крицы подвергается окислительному, или, что все равно, обезуглероживающему дѣйствию вдуваемаго воздуха. Медленное подвиганіе рудной массы къ фурмѣ предохраняетъ ее отъ этого.

6. Слабое дутье доставляетъ въ горнѣ въ то-же время меньшее количество кислорода, нежели сильное дутье. Хотя чрезъ это температура въ горнѣ и понижается, но за то съ другой стороны это-же обстоятельство обуславливаетъ и болѣе продолжительное нахожденіе крицы въ соприкосновеніи съ раскаленнымъ углемъ, и также способствуетъ отдѣленію постороннихъ примѣсей изъ руды. Образующаяся атмосфера газовъ является богатою содержаніемъ окиси углерода и, наоборотъ, весьма мало содержитъ свободного кислорода, который въ противномъ случаѣ дѣйствовалъ-бы окислительно.

7. Совершенно къ тѣмъ-же результатамъ, какъ и предыдущія условія, приводитъ употребленіе въ дѣло плотнаго угля.

8. Вліяніе окиси марганца Франсуа объясняетъ способностью ея образовывать весьма легкоплавкій и трудно-возстановимый шлакъ, который по составу принадлежитъ къ трехъ-основнымъ, а потому, оставаясь самъ безъ вліянія на успѣвшее уже насытиться углеродомъ желѣзо, даже предохраняетъ его отъ другихъ обезуглероживающихъ дѣятелей. Такъ какъ окись марганца въ каталанскомъ горну не возстановляется, то она и переходитъ вся въ шлакъ, гдѣ замѣщаетъ собою окисленное желѣзо и тѣмъ обуславливаетъ большій выходъ его въ крицѣ. Тотъ-же авторъ говоритъ, что произведенные имъ непосредственные опыты привели его къ тому заключенію, что какъ твердая, такъ и мягкая сталь могутъ втеченіи пяти часовъ быть подвергаемы температурѣ бѣлаго каленія, въ массѣ марганцовистыхъ шлаковъ, и при этомъ остаться безъ чувствительной потери въ количествѣ углерода <sup>1)</sup>. Ближайшее разсмотрѣніе того вліянія, какое оказываетъ марганецъ на выдѣленіе печистотъ изъ желѣза, мы откладываемъ до описанія процесса пудлингованія.

<sup>1)</sup> Recherches, p. 272 et 273.

Если рудная мелочь содержитъ много кремнезема, то получаются вязкіе шлаки, глушащіе огонь; процессъ совершается беспорядочно и холодно и желѣзо получается хрупкое и пленистое. Если-же рудная мелочь слишкомъ богата известью, то получаются желтовато-зеленые, основные шлаки, также вязкіе; процессъ замедляется, желѣзо получается также пленистое и кромѣ того еще красноломкое <sup>1)</sup>).

Если плавку ведутъ на мягкое желѣзо, то, при употребленіи легкоплавкихъ рудъ и легкаго угля, должно давать фурмѣ большій наклонъ, нежели при рудахъ трудноплавкихъ и углѣ плотномѣ. Когда-же плавка ведется на сталеватое желѣзо, то фурма должна лежать ни горизонтально, ни слишкомъ наклонно, чтобы, съ одной стороны, вдуваемый воздухъ не слишкомъ быстро дѣйствовалъ на руду, а съ другой,—чтобы онъ не сильно окислялъ образовавшуюся уже крицу <sup>2)</sup>).

Влажность вдуваемого воздуха также имѣетъ вліяніе на свойства получаемого металла. Хотя вообще вдуваемый изъ трюмпы воздухъ бываетъ насыщенъ влажностью, тѣмъ не менѣе, надлежащими приемами, можно уменьшить количество воды, увлекаемой имъ *механически*, на столько, что можно получить все-таки *относительно* сухое или влажное дутье. При одинаковыхъ другихъ обстоятельствахъ, *сухой* воздухъ обуславливаетъ выходъ болѣе мягкаго и однороднаго желѣза, нежели воздухъ *влажный*; самая плавка идетъ горячѣе и ровнѣе. Сырой воздухъ обуславливаетъ холодный ходъ, вслѣдствіе избытка вбрызгиваемой воды; желѣзо получается пленистое, дурно сваренное и неровно-сталеватое. Эти замѣчанія вполнѣ уясняютъ, почему, при однихъ и тѣхъ-же условіяхъ работы въ каталанскомъ горнѣ, водяныя воздуходувыя устройства обуславливаютъ выходъ сталеватого, а цилиндрическіе мѣха—мягкаго желѣза <sup>3)</sup>).

Франсуа сообщаетъ весьма интересныя данныя объ одномъ изъ своихъ опытовъ <sup>4)</sup>. Онъ плавилъ смѣсь бурого желѣзняка съ старыми остатками отъ марганцовистыхъ рудъ, составъ которыхъ былъ слѣдующій:

	1.	2.
Потеря при обжиганіи . . . . .	17.60	18.30
Окиси желѣза . . . . .	9.60	10.12
Закиси съ окисью марганца . . . . .	62.60	58.00
Извести . . . . .	3.40	2.52
Магнези . . . . .	слѣды	слѣды
Глины . . . . .	7.00	11.30
	<hr/> 100.20	<hr/> 99.97

<sup>1)</sup> *Recherches*, p. 271.

<sup>2)</sup> Тамъ-же, стр. 285.

<sup>3)</sup> *François*, p. 296.

<sup>4)</sup> Тамъ-же, стр. 275.



Фурма имѣла меньшій наклонъ, нежели обыкновенно, и рудная мелочь употреблялась не въ столь большой пропорціи. Смѣсь изъ 28 пуд. 17 фунт. хорошаго бурога желѣзняка, содержаваго 44 проц. желѣза, и 2 пуд. вышепоименованной марганцовистой руды, дала при плавкѣ 10 пуд. 14 фунт. желѣза въ полосахъ и 9 пуд. 37 фунт. въ крицахъ (*massoques*), причѣмъ расходъ древеснаго угля составлялъ 3 пуда на 1 пудъ полосоваго желѣза. Потеря при ковкѣ составляла 9 проц. вмѣсто 13.5. Желѣзо получилось совершенно однородное, мягкое и прекрасно ковалось. Анализъ этого желѣза, равно какъ и полученныхъ при немъ шлаковъ, далъ слѣдующіе результаты:

Желѣзо.		1.	2.
Маталлическаго желѣза . . . . .		99.63	99.55
Марганца . . . . .		0.12	0.20
Кремнія . . . . .		слѣды.	слѣды.
Шлаковъ . . . . .		0.10	0.15
		99.85	99.90
Шлаки.		1.	2.
Кремнезема . . . . .		83.00	29.00
Закиси желѣза . . . . .		28.10	29.00
Закиси марганца . . . . .		18.70	9.00
Извести . . . . .		—	8.90
Глинозема } . . . . .		20.60	25.00
Магnezіи } . . . . .		20.60	25.00
		100.40	100.90
Процентное содержаніе желѣза . . . . .		21.56	22.39

Эти шлаки были весьма жидки и вовсе немагнитны. Количество кислорода кремнезема почти равно количеству кислорода оснований, такъ что составъ ихъ весьма близокъ къ формулѣ  $3\text{RO}, \text{SiO}_2$ .

Свойства получаемаго въ каталанскихъ горнахъ желѣза. — Франсуа описываетъ это желѣзо обыкновенно какъ волокнистое, весьма ковкое и вязкое, но не совершенно однородное. Въ масѣ его постоянно попадаются въ большемъ или меньшемъ количествѣ зерна стали, которыя затрудняютъ его обработку при плющеніи и ковкѣ. Кромѣ того часто неполное изъ него удаленіе шлаковъ дѣлаетъ его пористымъ и уменьшаетъ его ковкость. Далѣе Франсуа приводитъ анализъ пяти образцовъ желѣза изъ Аржежскаго департамента. Изъ этихъ анализовъ оказывается, что металлъ этотъ, за исключеніемъ одного случая, представляетъ собой почти химически чистое желѣзо, потому что содержаніе въ вышеприведенныхъ образцахъ маталлическаго желѣза было: 99.9905; 99.9932; 99.9905; 99.9030 и 99.9990. Остальное составляли углеродъ, марганецъ, кремнеземъ и шлаки. Эти дапны насъ сильно поражаютъ и заставляютъ сомнѣваться въ ихъ вѣрности.

З а к л ю ч е н і е. — Принимъ во вниманіе то обстоятельство, что Каталанскій процессъ возможенъ только при богатыхъ и чистыхъ рудахъ и при хо-

рошемъ древесномъ углѣ, а равно и то, что выходъ желѣза при немъ относительно весьма невеликъ и слѣдовательно не можетъ удовлетворить всѣмъ разностороннимъ потребностямъ, на которыя идетъ этотъ металлъ въ настоящее время, мы не удивимся, что только весьма немногія мѣстности Европы удержали этотъ процессъ у себя. Но и въ этихъ странахъ, каталанское желѣзо предохраняется отъ соперничества съ получаемымъ изъ чугуна, которое постоянно выходитъ по крайней мѣрѣ на одну треть дешевле перваго, единственно отсутствіемъ въ нихъ желѣзныхъ дорогъ и прочихъ удобныхъ путей, по которымъ постороннее желѣзо могло бы быть подвозимо къ нимъ съ не столь громадными издержками на перевозку. Преимущества его заключаются лишь въ томъ, что устройство каталанскаго завода требуетъ меньшаго основнаго капитала, нежели устройство завода съ доменной печью и проч.

Далеко непоследними причинами существованія по настоящее время каталанскихъ заводовъ должно считать также и предразсудки, и упрямство, и несообщительность ихъ владѣльцевъ и рабочихъ. Всѣ эти качества, къ великому сожалѣнію, слишкомъ свойственны людямъ, и какъ часто можемъ мы встрѣтить, что извѣстное и весьма разумное нововведеніе, въ которыхъ по крайней мѣрѣ мѣстностяхъ, встрѣчаетъ самую яркую оппозицію не только со стороны рабочихъ, но даже и со стороны лицъ, поставленныхъ съ тѣмъ, чтобы руководить послѣдними. Впрочемъ подобное явленіе не должно показаться слишкомъ страннымъ, если мы припомнимъ, что весьма часто люди эти путемъ долгой практики и трудной работы достигаютъ наконецъ *известнаго* практическаго навыка, который приноситъ имъ хорошее вознагражденіе, а слѣдовательно и средства къ существованію. Каждое нововведеніе, заставляющее ихъ или вновь переучиваться, или потерять часть ихъ вознагражденія, само собою разумѣется, должно встрѣчаться ими съ недоброжелательствомъ. И дѣйствительно, нерѣдки были примѣры, что нововведенія были вначалѣ причиною бѣдствій многихъ вполнѣ достойныхъ искусныхъ мастеровъ, но тѣмъ не менѣе сопротивленіе нововведеніямъ все-таки бесполезно, такъ какъ оно не остановитъ законовъ прогресса, и въ концѣ концовъ доведетъ таки до сознанія и необходимости подчиниться неизбѣжнымъ обстоятельствамъ.

#### УСОВЕРШЕНСТВОВАНІЯ ВЪ КАТАЛАНСКОМЪ ПРОЦЕССѢ.

Наиболѣе важное усовершенствованіе, которое старались ввести при каталанскихъ горнахъ, это—пользованіе теряющимся изъ нихъ жаромъ, и въ 1850 году былъ опубликованъ отчетъ объ опытахъ этого примѣненія, про-

изведенныхъ въ нѣкоторыхъ изъ каталанскихъ горновъ Лигурин, гдѣ ихъ до сорока находилось въ дѣйстви. <sup>1)</sup>

Въ Генуѣ горна эти появились, какъ кажется, съ незапамятныхъ временъ, и ни исторія, ни народныя преданія намъ не сохранили свѣдѣній о ихъ первоначальномъ введеніи. По устройству и размѣрамъ эти горна весьма близко подходятъ къ пиринейскимъ, и воздухъ въ нихъ также вдвухается громпой. Даже итальянскія названія отдѣльныхъ частей горновъ весьма похожи на французскія. Руда доставляется сюда съ острова Эльбы и представляетъ собою плотный, чешуйчатый желѣзный блескъ. По анализу, произведенному въ Туринскомъ арсеналѣ, составъ этой руды:

Закиси желѣза . . . . .	1.61
Окиси желѣза . . . . .	96.04
Магnezіи . . . . .	слѣды.
Кремнезема . . . . .	2.15
Потеря . . . . .	0.20
	<u>100.00</u>

Содержаніе желѣза . . . . . 68 51 проц.

Иногда въ ней находятся замѣтные слѣды желѣзнаго и мѣднаго колчедановъ, которые по возможности тщательно стараются отбирать; если-же вещества эти не замѣтны даже при разсматриваніи руды въ лупу, то присутствіе ихъ обнаруживается запахомъ сѣрнистой кислоты, который слышится при обжиганіи. Выѣстъ съ рудою проплавлиютъ также и куски стараго чугуна и желѣзное крошье. Насадка угля и руды въ печь производится совершенно тѣмъ-же порядкомъ, какъ и въ Пиринейяхъ.

Количества употребленныхъ матеріаловъ и полученныхъ продуктовъ были:

	1.	2.
Штуфной руды . . . . .	11 пуд. 25	фунт. } 13 пуд. 22 фунт.
Рудной мелочи . . . . .	2 „ 36	„ }
Чугуна . . . . .	1 „ 17	„ 1 „ 23
Желѣзнаго крошья . . . . .	— „ 38 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	— „ 38 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>
Древеснаго угля . . . . .	26 „ —	„ 42 „ 20
Средній выходъ желѣза въ квадрат- ныхъ брускахъ ( <i>quaroni</i> ), кото- рые для дальнѣйшей переработ- ки въ продажные сорта требу- ютъ еще 8 пудовъ древеснаго угля . . . . .	8 „ 9	„ 8 „ —
Выходъ продажнаго желѣза . . . . .	1 „ 15	„

№ 1. На заводѣ Тринальдо и Прато.

<sup>1)</sup> Notices sur les usines Catalano—Liguriennes et sur les avantages récemment obtenus en utilisant les flammes perdues, par C. Baldracco (traduit par M. M. Giordano et Castaldi). Ann. des mines, 4-e série, t. XII, p. 143; 1850.

## № 2. На заводѣ Сасселло.

На заводѣ Трипальдо, гдѣ во время большей части процесса расходовалось по 16 фут. воздуха въ минуту, построили первоначально отражательную печь съ гладкимъ подомъ, которую отапливали отдѣляющимися изъ каталанскаго горна газами. Длинная ось этой печи была параллельна оси фурмы горна. Впослѣдствіи на заводѣ Прато построили подобную-же печь, но длинная ось которой находилась подъ прямымъ угломъ къ оси фурмы. Одинъ конецъ печи улавливалъ газы помощью особаго придѣланнаго къ нему кирпичнаго колпака, который на извѣстной высотѣ находился надъ горномъ. На другомъ концѣ печи находилось отверстіе, служащее для ея нагрузки, а непосредственно надъ этимъ окномъ, внутри печи, находилась вертикальная камера, которую мы далѣе будемъ называть *C*. Внизу этой камеры находится рѣшетка, сбоку окно, а сверху—труба. Газы, по выходѣ изъ горна, улавливались колпакомъ и проводились въ печь, проходили по ея длинѣ вдоль пода, далѣе черезъ рѣшетку пропикали въ камеру *C*, а отсюда отводились трубою, имѣющею 50 фут. высоты надъ уровнемъ печнаго пода.

Руда доставлялась на заводѣ въ видѣ кусковъ съ голову величиною, и даже крупнѣе. Въ этомъ видѣ ее сильно пожигали на рѣшеткѣ камеры *C*, при чемъ отъ нея слышался болѣе или менѣе сильный запахъ сѣрнистой кислоты. По истеченіи нѣкотораго времени ее выгребали и бросали въ воду, чрезъ что она становилась пористою, хрупкою, и при этомъ теряла до 5 проц. въ вѣсѣ. За тѣмъ ее легко дробили, превращая частью въ мелкіе куски, частью въ порошокъ (*greillade*). Какъ то, такъ и другое, ровнымъ слоемъ разстилали по поду печи на подстилкѣ измельченнаго древеснаго угля, имѣющей около 3 дюймовъ толщины. Эта подстилка угля, какъ показали опыты, была положительна необходима. Руда, находящаяся такимъ образомъ во все продолженіе процесса при довольно высокой температурѣ въ непосредственномъ соприкосновеніи съ углемъ и, кромѣ того, подвергаясь постоянно возстановительному дѣйствию газовъ каталанскаго горна, теряла отъ 10 до 12 проц. кислорода. Во время этого процесса обыкновенно вся угольная подстилка совершенно уничтожалась. За тѣмъ къ рудѣ прибавляли чугунаго и желѣзнаго крошья и все это вмѣстѣ, въ горячемъ еще состояніи, помощью особой длинной кочерги сгребалось въ горнѣ. Благодаря этой предварительной подготовкѣ, явилась возможность производить въ одномъ горнѣ, вмѣсто прежнихъ четырехъ, по пяти насадокъ въ сутки, при чемъ соблюдалось значительное сбереженіе угля, желѣзо получалось лучшихъ качествъ и кромѣ того выходъ его былъ также нѣсколько болѣе значительный, чѣмъ прежде. Нужно было только наблюдать, чтобы температура отражательной печи не возвысилась наконецъ до того, чтобы руда могла въ ней начать спекаться и ошлаковываться.

Въ этихъ заводахъ, кромѣ того, находились еще особые горна для подогрѣва желѣзныхъ болванокъ передъ ихъ передѣлкой въ полосы. Теряющійся изъ нихъ жаръ также съ большимъ успѣхомъ примѣняли для дѣйствія отражательныхъ печей. Эти послѣднія печи были нѣсколько меньшихъ размѣровъ, нежели выше нами описанныя и отличались кромѣ того отъ нихъ еще тѣмъ, что находящаяся въ нихъ камера *C* не имѣла рѣшетки. И эти печи повлекли за собой весьма значительное сбереженіе угля при перековкѣ желѣза въ полосы.

Прежде начала примѣненія газовъ изъ каталанскаго горна, расходъ древеснаго угля былъ 4.35 частей на 1 часть продажнаго желѣза; приспособленіе-же этихъ газовъ къ предварительному подогрѣву руды и криць, довело этотъ расходъ только до 2.57 на 1 желѣза.

Выше нами было замѣчено, что предварительный пожогъ руды далъ возможность, вмѣсто четырехъ обычныхъ насадокъ въ сутки, довести число ихъ до пяти, или, что все равно, вмѣсто двадцати четырехъ въ недѣлю—до тридцати. Благодаря-же предварительному подогрѣву желѣзныхъ болванокъ ежедневная выдѣлка сортового желѣза сдѣлалась равною  $43\frac{1}{2}$  пудамъ, вмѣсто прежнихъ 29.

Да не поставятъ намъ читатели въ упрекъ, что мы такъ много времени посвятили описанію каталанскаго способа,—способа, который почти повсемѣстно въ Европѣ уже оставленъ и на который нѣтъ надежды, чтобы онъ когда-нибудь вновь пріобрѣлъ права гражданства въ желѣзной промышленности. Но, по нашему мнѣнію, этотъ способъ, которому еще недавно были обязаны чуть ли не всѣмъ количествомъ употреблявшагося тогда желѣза, заслуживаетъ нѣсколько болѣе, нежели только бѣлаго очерка, хотя-бы со стороны историческаго интереса. Но кромѣ того и другія причины побудили насъ заняться нѣсколько подробнѣе его рассмотрѣніемъ: онъ знакомитъ съ весьма многими фактами, важность которыхъ будетъ вполне достигнута при дальнѣйшихъ изысканіяхъ, и, кромѣ того, подробное знакомство съ этимъ процессомъ можетъ пригодиться для тѣхъ, кому придется поселиться въ отдаленныхъ странахъ, относительно недоступныхъ, гдѣ способъ этотъ, при благоприятныхъ обстоятельствахъ, все-таки можетъ не безъ выгоды быть введенъ.

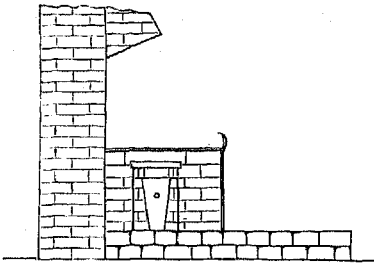
### Корсиканскій или Итальянскій способъ.

Этотъ способъ представляетъ собой весьма много интереснаго, а приборъ, въ которомъ онъ совершается, до крайности простъ и по устройству весьма похожъ на простой кузнечный горнъ. Способъ этотъ существовалъ на островѣ Корсикѣ съ древнѣйшихъ временъ, но въ 1812 г. находилось тамъ всего во-

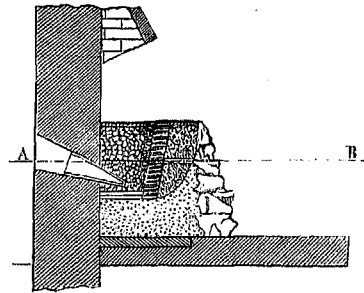
семь небольшихъ заводовъ, на которыхъ способъ этотъ еще сохранился; въ 1820 году было такихъ заводовъ шесть, въ 1828—только три, а въ настоящее время онъ существуетъ лишь въ самыхъ ограниченныхъ размѣрахъ на трехъ или четырехъ небольшихъ заводахъ, изъ которыхъ намъ извѣстны лишь одинъ заводъ Паоли.

Употреблявшіеся въ этихъ процессахъ руды были красный желѣзнякъ и желѣзный блескъ, съ острова Эльбы. Руды эти доставлялись въ крупныхъ кускахъ на Корсику, и здѣсь на мулахъ перевозились въ заводы. Ихъ по-жигали нижеописаннымъ способомъ, а потомъ дробили руками. Горючимъ матеріаломъ служилъ уголь, выжигаемый изъ каштановаго дерева, а воздухъ

Фиг. 54.



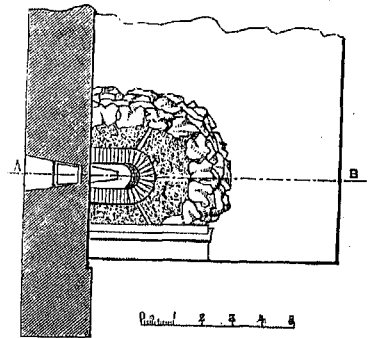
Фиг. 55.



Фиг. 56.

доставлялся трюмами, съ одной напорной трубой въ 26 футовъ высоту. Молотъ былъ желѣзный, наваренный сталью и вѣсившій 9 пудовъ; въ дѣйствіе онъ приводился наливнымъ колесомъ. Наковальня также была желѣзная, со стальнымъ наличникомъ; она вѣсила около 5 пудовъ и была укрѣплена въ чугунной подставѣ, вѣсъ которой былъ 61 пудъ.

Устройство горна можно видѣть на прилагаемыхъ чертежахъ фиг. 54, 55 и 56. Онъ устраивается въ кирпичной кладкѣ, которая не особенно возвышается надъ заводскимъ поломъ. Спереди ограниченъ онъ невысокой вертикальной стѣнкой; слѣва — фурменная стѣна, расположенная подобно тому какъ и въ каталавскомъ горнѣ, къ первой подъ прямымъ угломъ. Задней-же и противуфурменной стѣнъ вовсе не существуетъ. Въ передней стѣнѣ находится подвижная желѣзная пластина, въ которой оставлено неболь-



\*) Notice sur la fabrication du fer en Corse, par M. Sagey, 1828; Ann. des Mines, 2-e série, t. IV, p. 121-144. Das Wichtigste aus der Eisenhüttenkunde von J. H. Hassenfratz. Leipzig, 1822, p. 324.—Mémoire sur la manière dont on extrait le fer en Corse, par. Du-Coudray; Paris, 1775. См. также: Karsten, Eisenhüttenkunde; Bd. IV, S. 301.

шое отверстие для выпуска шлаковъ (фиг. 54). Это отверстие расположено въ разстояніи  $19\frac{1}{2}$  дюймовъ отъ фурменной стѣны и въ 22 дюймахъ отъ вертикальной плоскости, проходящей чрезъ ось фурмы; кромѣ того оно стоитъ на 6 дюймовъ ниже фурменнаго отверстия. Фурма состоитъ изъ конической мѣдной трубки, съ круглымъ глазомъ (*eye*), имѣющимъ  $1\frac{1}{2}$  дюйм. въ діаметрѣ. При наклонѣ въ  $20^\circ$ , фурма эта всовывается на 11 дюймовъ въ самый горнъ. Разстояніе ея отъ пода  $19\frac{1}{2}$  дюймовъ. Кириичный подъ обыкновенно бываетъ покрытъ толстымъ слоемъ древесно-угольнаго мусора.

Когда по окончаніи процесса вынуть изъ горна полученную крицу и огонь въ горнѣ зальютъ водой, а остающійся крупный уголь оттуда выгребутъ, то пускаютъ дутье, чтобы поскорѣе охладить горнъ. Остающаяся затѣмъ въ горнѣ масса разбивается кочергами и всѣ шлаки изъ нея самымъ тщательнымъ образомъ отбираются. На поду возводится изъ сыраго угольнаго мусора полуэллиптическое углубленіе подъ фурмой, на  $4\frac{1}{3}$  дюйма ниже ея оконечности. Снаружи этотъ угольный горнъ поддерживается стѣною изъ крупныхъ кусковъ руды (фиг. 56). По стѣнамъ угольнаго горна укладываются куски древеснаго угля приблизительно въ 5 дюймовъ величиною (фиг. 55), а пустое пространство, которое и за тѣмъ остается внутри этого угольнаго кольца, дѣлится, двумя радіусообразно идущими перегородками изъ древеснаго угля, на три части, изъ коихъ наибольшая находится на сторонѣ, противоположной фурмѣ (фиг. 56). Эти отдѣленія выполняютъ смѣсью дробленой руды рудно й мелочи, до высоты, равной высотѣ угольной и рудной стѣны (фиг. 55), при чемъ на половинѣ этой высоты руда перекладывается все-таки еще слоемъ древеснаго угля. Пространство внутри угольной стѣны, передъ фурмой, остается совершенно пустымъ, а сверху (на разстояніи  $2\frac{1}{2}$  футовъ отъ угольнаго горна) все это покрывается угольнымъ мусоромъ. Всѣй всей руды, обрабатываемой такимъ образомъ въ одну посадку, составляетъ 32 пуда. Самый процессъ ведется слѣдующимъ образомъ:

Нѣсколько кусковъ горячаго угля забрасываются въ пустое пространство передъ фурмой и засыпаются тамъ холоднымъ углемъ, вслѣдъ за чѣмъ тотчасъ-же пускается дутье. Пламя, которое при этомъ сейчасъ-же появляется, снова исчезаетъ по прошествіи 40 минутъ, что служитъ признакомъ, какъ говорятъ рабочіе, что руда *втоловину изжирена* (*à moitié cuit*, франц.; *half cooked*). Тогда усиливаютъ дутье, а оставленное передъ фурмой незаполненное углубленіе все дополняютъ углемъ и продолжаютъ его поддерживать въ такомъ положеніи. Когда такъ называемое *обжиганіе*, т. е. возстановленіе руды подходитъ къ концу, то края горна засыпаютъ измельченнымъ шлакомъ, располагая его слоемъ въ  $3\frac{1}{4}$  дюйма.

Нѣсколько минутъ спустя послѣ последней засыпки угля, вытаскиваютъ крупные куски руды, образующіе основаніе передней рудной стѣны, и пере-

таскиваютъ ихъ на мѣсто, назначенное для дробленія ихъ. Въ это время прыскаютъ въ горнъ весьма много воды. Масса, образующая собою угольный горнъ, въ которой находятся кусочки несплавленной руды, вытаскивается особымъ гребкомъ и разстилается на слоѣ измельченныхъ шлаковъ. Спекшіеся куски руды все еще продолжаютъ держаться сами собою вокругъ древесно-угольной шахты; часть ихъ, лежащая выше горизонтальнаго слоя угля (фиг. 55), разламывается кочергой и разбирается по кускамъ. Оставшіеся крупные куски угля складываются въ кучу и заливаются водой. Такимъ образомъ разрушаютъ все постройки и подъ фурмою находятъ массу шлака. Руда во время этого процесса большею частью спекается.

Эту массу шлаковъ, которая перемѣшана съ углемъ и образуетъ на поду горна продолговатую кучу, дѣлятъ на пять равныхъ частей и къ каждой изъ этихъ послѣднихъ подмѣшиваютъ приблизительно  $\frac{1}{5}$  часть спекшейся руды. Каждая изъ этихъ частей впоследствии служитъ матеріаломъ для полученія крицы (*massello* по итальянски).

Должно избѣгать, въ особенности при началѣ процесса, развитія слишкомъ высокой температуры, которая могла-бы сплавить руду. Эти случаи бываютъ впрочемъ весьма рѣдки, а ужъ если происходятъ, то тогда не остается ничего болѣе, какъ разбить сплавившуюся руду и начинать процессъ обжиганія вновь. Количество по вѣсу угля, потребнаго для этого обжиганія, вдвое болѣе количества пожигаемой руды. Весьма замѣчательный фактъ, наблюдаемый Сажейемъ, состоитъ въ томъ, что куски угля, образующаго внутренніи стѣны угольной шахты, сохраняются превосходно во все продолженіе операци и вслѣдствіи того прочность всего вышеописаннаго нами сооруженія нисколько не нарушается. Между тѣмъ жаръ въ горну все-таки весьма силенъ, а количество вдуваемаго воздуха значительно.

И такъ продуктами процесса обжиганія являются спекшаяся руда и шлаки, которые, просачиваясь черезъ куски угля, образующіе нижнюю часть угольной шахты, скопляются на днѣ углубленія, устроеннаго изъ угольнаго мусора. Шлаки эти образуются отъ сплавленія красноватой глины, которая постоянно находится въ видѣ мелкихъ прожилокъ въ рудѣ съ острова Эльбы. Свойства этихъ шлаковъ, по Сажей, слѣдующія: хорошо сплавлены, стекловаты, прозрачны и свѣтло-оливковаго цвѣта; въ массѣ своей они запутываютъ мелкіе корольки чугуна и кусочки угля, которые въ этомъ случаѣ бываютъ покрыты весьма тонкимъ металлическимъ слоемъ, незамѣтнымъ вначалѣ и принимающимъ впоследствии цвѣтъ ржавчины.

Спекшаяся руда лишь весьма небольшою частью можетъ быть раздроблена подъ молотомъ, тѣмъ не менѣ большая часть ея, при извѣстныхъ предосторожностяхъ можетъ быть раскована въ весьма тонкіе листочки, что доказываетъ, что главная масса ея превратилась уже въ металлическое состояніе.



За тѣмъ остается вторая часть операціи, именно превращеніе этой возстановленной руды въ крицы и проковка послѣднихъ въ полосы. Эта операція производится въ тѣхъ-же горнахъ, гдѣ и пожиганіе. Для этой цѣли устраиваютъ въ горну набойку изъ свѣжаго угольнаго мусора, отмытаго предварительно отъ всѣхъ землистыхъ веществъ, располагая ее въ видѣ двухъ наклонныхъ плоскостей, жолобомъ сходящихся подъ фурмой. Направленіе этому жолобу дается перпендикулярное къ направленію фурмы, а высота такая, что онъ доходитъ до желѣзной пластины, помещенной въ передней стѣнѣ и имѣющей выпускное для шлаковъ отверстіе (фиг. 54). Фурму окружаютъ горячимъ углемъ, который покрываютъ углемъ холоднымъ, а на послѣдній кладутъ почти уже совершенно готовую крицу, полученную въ предыдущихъ операціяхъ, и наблюдаютъ, чтобы она находилась постоянно надъ фурмой. Эта желѣзная крица, имѣющая грубую цилиндрическую форму, сварена, по направленію своей длинной оси съ желѣзнымъ ломомъ, который служитъ для нея рукояткой и при помощи котораго крицу поворачиваютъ, вынимаютъ и проч. Черезъ 20 или 25 минутъ ее вытаскиваютъ подъ молотъ и проковываютъ, между тѣмъ какъ въ то-же время въ средину горна дѣлаютъ насадку выше нами поименованной смѣси угольной мелочи, шлаковъ и спекшейся руды, прибавляя туда-же и окалину, получающуюся при проковкѣ болванки. Вся эта насадка предоставляется въ горну самой себѣ, между тѣмъ какъ вниманіе рабочихъ устремлено исключительно на ковку болванки, и каждая такая болванка (*massello*), выходящая, какъ мы видѣли выше, изъ  $\frac{1}{5}$  ч. всѣхъ полученныхъ втеченіи первой части процесса продуктово, проковывается здѣсь въ четыре полосы.

Проковка въ полосы длится около двухъ часовъ со времени начала дутья. Работы при горнѣ въ это время состоятъ только въ подбрасываніи въ него свѣжаго угля, на мѣсто сгорѣвшаго, и въ спрыскиваніи водою его поверхности, а также, время отъ времени, въ прочисткѣ фурмы. Проковываемая болванка, при прогрѣваніи въ горнѣ, располагается постоянно противъ фурмы, но выше ея, чтобы чрезъ то избѣжать непосредственнаго удара въ нее вдуваемаго воздуха и тѣмъ предотвратить излишній угаръ.

По истеченіи полутора часовъ отъ начала операціи, прочищаютъ выпускное отверстіе и спускаютъ чрезъ него весьма жидкіе шлаки въ находящуюся подъ нимъ гнѣздо изъ угольнаго мусора. Въ то-же время половину насажденной въ горнѣ руды подвигаютъ къ передней стѣнкѣ, а по прошествіи пяти или шести минутъ ее толкаютъ горизонтально на средину. Находясь здѣсь, подъ вліяніемъ весьма высокой температуры, руда эта размягчается и даже отчасти плавится и наконецъ, частью отъ этой причины, частью же отъ прогоранія находящагося внутри ея угля, спускается подъ фурму, гдѣ и соединится съ ранѣе туда введенною, неспѣкшеюся рудою.

Тогда и вторая половина насадки подвергается совершенно той-же операци, какъ и первая. Шлаки <sup>1)</sup> постоянно время отъ времени закидываются въ горнѣ. Когда крица въ горнѣ уже почти совершенно образована, то закидываютъ туда около 1 фунта окалины и нѣсколько менѣе того рудной мелочи, вѣроятно съ тою цѣлью, чтобы докончить обезуглероживаніе желѣза. Нѣсколько минутъ позже останавливаютъ дутье, прыскаютъ въ горнѣ воду и крицу вытаскиваютъ. Ее очищаютъ отъ приставшихъ къ нижней части ея шлаковъ, обколачиваютъ ее деревянной колотушкой и привариваютъ къ ней ломъ, который, какъ мы видѣли выше, впоследствии служить для нея рукояткой.

Выше мы замѣтили, что образующіеся шлаки выпускаются въ особенное гнѣздо изъ угольного мусора. Здѣсь они застываютъ. Верхнюю пленку отъ нихъ, застывающую ранѣе остальной массы, отдѣляютъ и бросаютъ въ отвалъ, какъ имѣющую дурныя качества, тогда какъ остальная ихъ масса сохраняется и снова пускается въ дѣло при послѣдующихъ операціяхъ. Причина, по которой эта, вначалѣ застывающая, пленка считается имѣющею дурныя качества, не изслѣдована, но намъ кажется, что она заключается въ содержаніи этой пленкой сѣры и фосфора.

Объ части операци, т. е. такъ-называемое обжиганіе и передѣлка обожженной руды въ пять крицъ вышеописаннымъ нами способомъ, длится обыкновенно ровно 24 часа, такъ что на каждую отдѣльную плавку рабочимъ дается 4 часа. При горнѣ находятся четыре человекъ, которые безсмыно работаютъ шесть дней въ недѣлю. Работа продолжается въ году семь мѣсяцевъ; нестерпимые жары и часто весьма вредный воздухъ заставляютъ останавливать работу въ концѣ іюня. Въ этотъ промежутокъ времени среднимъ числомъ выдѣлывается до 1773 пуд. полосоваго желѣза. Желѣзо получается превосходныхъ качествъ, волокнистое, весьма тягучее, и хотя не столь ковкое, какъ шведское, тѣмъ не менѣе оно куется и въ холодномъ и горячемъ состояніи.

Средній выходъ изъ руды полосоваго желѣза можно считать въ 38.66 проц. Расходъ угля на 1 вѣсовую часть желѣза превосходить 8.88 частей. Этотъ расходъ громаденъ и можетъ преподать весьма нелишенный важности урокъ. Вообще, описаніе этихъ, почти совершенно уже оставленныхъ металлургическихъ процессовъ весьма поучительно, такъ какъ оно можетъ предотвратить многія несообразности и въ настоящее время. Описать съ такою подробностью каталанскій процессъ, мы сочли излишнимъ останавливаться на теоріи корсиканскаго процесса. Какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ

<sup>1)</sup> Шлаки эти называются *мягкими* (*scories douces*), потому что рабочіе имъ приписываютъ способность дѣлать желѣзо мягкимъ.

главнымъ возстановляющимъ средствомъ является окись углерода, а форма расположенія руды и угля при корсиканскомъ способѣ, какъ нельзя болѣе благоприятствуетъ образованію этого газа и его соприкосновенію съ рудой. Во всѣхъ этихъ случаяхъ замѣчательно то обстоятельство, какъ иногда практика заставляетъ людей вести процессъ совершенно вѣрнымъ путемъ, безъ малѣйшаго понятія о тѣхъ началахъ, на которыхъ онъ основанъ.

### Плавка въ нѣмецкихъ сыродутныхъ горнахъ.

Нѣмецкая сыродутная плавка есть также процессъ, при помощи котораго извлекается изъ рудъ не чугуны, а прямо ковкое желѣзо, но только онъ во многомъ отличается отъ процессовъ каталанскаго и корсиканскаго. И этотъ способъ въ настоящее время совершенно вытѣсненъ доменной плавкою, а въ 1798 году онъ существовалъ еще въ Верхней Силезіи во всеобщемъ употребленіи и описанъ Карстеномъ <sup>1)</sup>. Это описаніе тѣмъ для насъ интересно, что оно въ то-же время представляетъ сравненіе стараго способа съ тѣмъ, который его впоследствии замѣнилъ.

Горны, говоритъ Карстенъ, устраиваются или изъ желѣзныхъ пластинъ, или представляетъ собой кирпичный ящикъ, или наконецъ металлическій или глиняный сосудъ, набитый внутри угольнымъ порошкомъ и такимъ образомъ представляющій собою тигель съ угольной набойкой; въ которомъ плавка и совершается. Глубина горна, т. е. разстояніе отъ фурмы до его дна, весьма непостоянна и измѣняется отъ 12 до 20 дюймовъ. Равнымъ образомъ и діаметръ плавильнаго гнѣзда также бываетъ различенъ, и зависитъ отчасти отъ свойствъ руды, отчасти отъ силы дутья и отчасти отъ свойствъ угля. Легкоплавкія руды, трудно воспламеняющійся уголь и сильное дутье обуславливаютъ болѣе обширный горны, потому что въ противномъ случаѣ желѣзо обращалось-бы въ чугуны. Фурма кладется совершенно горизонтально.

Передъ началомъ плавки внутренность горна вымазывается глиной и набивается угольнымъ порошкомъ. Иногда впрочемъ глиняную обмазку пропускаютъ. Прогрѣвъ осторожно горны, его наполняютъ свѣжимъ углемъ и затѣмъ пускаютъ легкоплавкія руды, или руды, которыя черезъ прибавку надлежащихъ примѣсей сдѣланы легкоплавкими, стараясь такимъ образомъ, чтобы стѣнки горна покрылись ошлакованною рудою. Операцию эту называютъ *выжиганіемъ горна* (das Ausbrennen des Herdes). Слѣдующая за тѣмъ руда забрасывается лопатами на уголь, который насыпанъ въ горны такимъ образомъ, что образуетъ сверху его коническое возвышеніе. Руда, расплавляясь, просачивается

<sup>1)</sup> Eisenhüttenkunde, Bd. IV, S. 287.

постепенно черезъ уголь, и новое ея количество прибавляется въ горнѣ лишь тогда, когда прежде прибавленная руда совершенно исчезнетъ. Коническое возвышеніе изъ угля поверхъ горна постоянно поддерживается во все время продолженія плавки, которая ведется до тѣхъ поръ, пока образовавшаяся въ горну желѣзная крица не увеличится до надлежащихъ размѣровъ, при которыхъ ее можно вытащить.

Свойства получаемого этимъ процессомъ желѣза находятся въ прямой зависимости отъ большей или меньшей скорости, съ которой плавка ведется: чѣмъ она скорѣе, тѣмъ сырѣе получается крица; напротивъ того, чѣмъ медленнѣе плавка, тѣмъ крица сырѣе, но зато и тѣмъ болѣе значительное количество желѣза уходитъ въ шлакъ. При слишкомъ медленномъ ходѣ плавки необходимо горнѣ съузвить, усилить дутье, приостановить новую засыпь руды и пускать сырые шлаки. При слишкомъ медленной плавкѣ можетъ даже случиться, что крица вовсе не получается, и продуктомъ являюся одни только желѣзистые шлаки (Frischlech); наоборотъ, слишкомъ быстрое веденіе процесса часто порождается образованіемъ лишь небольшого количества чугуна и весьма большой массы сырыхъ шлаковъ (matter Lech).

Главная задача рабочаго при этомъ процессѣ состоитъ въ наблюденіи за вѣрнымъ отношеніемъ между количествами руды и угля, и въ надлежащемъ выпусканіи шлаковъ, но такъ однако, чтобы полученная крица все-таки оставалась постоянно ими нѣсколько закрытою.

Послѣ послѣдней засыпки обколачиваютъ тѣ настѣлы, которыя могли образоваться на стѣнахъ горна, спускаютъ ихъ на дно, а затѣмъ вынимаютъ все изъ него и вытаскиваютъ готовую крицу.

Въ Силезіи этимъ путемъ обыкновенно получали сырѣя крицы, которыя разбивали на куски, проваривали въ томъ-же горну во время хода слѣдующей плавки и проковывали; въ Пфальцѣ-же получали обыкновенно крицы сырыя, которыя потомъ снова переплавляли въ угольномъ горнѣ, при чемъ происходила потеря часто въ 30 проц.

Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ можно было встрѣтить также и видоизмѣненія только что нами описаннаго процесса, при чемъ иногда руда съ углемъ располагались въ горнѣ попеременно слоями и получаемая крица до слѣвала на дно горна подъ вліяніемъ дутья изъ сильно наклоненной фурмы.

Въ Силезіи, гдѣ горнѣ устраивался изъ огнестойкой глины или изъ кирпича и имѣлъ округлую форму, каждые шесть часовъ выдѣлывали крицу, дававшую отъ 3½ до 4½ пудовъ полосоваго желѣза.

Карстенъ, сравнивая результаты, получаемые при этомъ способѣ съ тѣми, которые получаются при плавкѣ рудъ на древесномъ углѣ въ доменной печи и потомъ при передѣлкѣ чугуна въ желѣзо также на древесномъ

углѣ, говорить <sup>1)</sup>: «Въ сыродутныхъ горнахъ Верхней Силезіи обрабатывались Тарновицкія руды (бурый желѣзнякъ, смѣшанный съ весьма песчанистой глиной), тѣ самыя, которыя и по настоящее время плавятся тамъ въ доменныхъ печахъ. Въ сыродутныхъ горнахъ, для полученія 4½ пудовъ полосоваго желѣза расходовалось 90 куб. фут. древеснаго угля, что составляетъ 20 куб. фут. на пудъ; среднимъ числомъ изъ 8 пуд. руды получался 1 пудъ полосоваго желѣза, т. е. выходъ его составлялъ 12½ проц. затраченной руды.

«Съ другой стороны, выводъ среднюю величину изъ весьма многихъ плавокъ, оказывается, что для полученія 1 пуда чугуна изъ той-же руды требуется 3.72 куб. фут. угля. Если мы примемъ обыкновенный выходъ полосоваго желѣза изъ чугуна, равный  $\frac{2}{7}$ , то окажется, что для полученія 1 пуда полосоваго желѣза потребны  $1\frac{2}{5}$  пуда чугуна. Слѣдующее вычисленіе

$$3.72 + \frac{3.72 \times 2}{5} = 5.208$$

указываетъ такимъ образомъ на число кубическихъ футовъ древеснаго угля, потребнаго для выплавки того количества чугуна, какое необходимо для приготовления 1 пуда полосоваго желѣза. Расходъ угля, при передѣлкѣ чугуна въ желѣзо, на 1 пудъ полосоваго желѣза можно считать максимумъ въ 5.088 куб. фут., слѣдовательно все количество угля, потребнаго для полученія 1 пуда полосоваго желѣза изъ Тарновицкой руды, будетъ:  $5.208 + 5.088 = 10.296$  куб. фут. Средній выходъ чугуна изъ Тарновицкой руды можно принять равнымъ 24 проц., а такъ какъ 1 часть чугуна при передѣлкѣ даетъ  $\frac{2}{7}$  части полосоваго желѣза, то слѣдовательно выходъ послѣдняго изъ руды все-таки превосходитъ 17 проц.»

И такъ, изъ сравненія этихъ обоихъ процессовъ, мы видимъ на сколько сыродутный процессъ невыгоденъ. Изъ одной и той-же руды онъ даетъ на 4½ проц. менше полосоваго желѣза, нежели нынѣшніе способы, и расходуетъ при этомъ угля на 9.704 куб. фут. болѣе. Тѣмъ не менше, должно замѣтить, что при болѣе богатыхъ рудахъ, выводъ этотъ получится болѣе благоприятный для сыродутнаго способа, хотя все-таки онъ далеко не будетъ таковъ, чтобы способъ этотъ могъ конкурировать съ нынѣшними въ особенности если принять въ соображеніе возможность употреблять при нынѣшнихъ способахъ, вмѣсто древеснаго угля, каменный уголь и коксъ.

### Плавка въ штукъ-офенахъ.

При описаній индійскихъ способовъ плавки рудъ на желѣзо, мы указали между прочимъ на одинъ родъ печей (стр. 436), которыя можно было срав-

<sup>1)</sup> S. 291.

нить съ каталанскимъ горномъ, только вытянутымъ вверхъ. Въ Германіи подобнымъ печамъ даютъ названіе Stückofen или Wolfsofen, а получающіяся въ нихъ желѣзные крицы, собирающіяся на днѣ, называются Stück или Wolf. Эти печи представляютъ собой какъ-бы переходъ отъ прежнихъ приборовъ къ пынѣшимъ доменнымъ печамъ и составляютъ послѣднюю степень печей, въ которыхъ желѣзо получалось изъ рудъ прямо въ ковкомъ состояніи. Увеличивая размѣры штукъ-офена, и по преимуществу его высоту, достигли условій, вполне благоприятствующихъ образованію чугуна, который отчасти постоянно получался даже ужь и въ штукъ-офенахъ, не смотря на всѣ старанія плавильщиковъ избѣжать его. Между сыродутнымъ горномъ (Luppenfeuer) и штукъ-офеномъ, нѣмецкіе металлурги помѣщаютъ еще печь, среднюю между ними по размѣрамъ, которой они даютъ названіе Blaseofen или Ваагеноfen <sup>1)</sup>. Печь эта первоначально находилась въ употребленіи въ Швеціи и Норвегіи, и, не смотря на то, что уже болѣе ста лѣтъ прошло съ тѣхъ поръ какъ она здѣсь совершенно оставлена, ее можно еще найти и по настоящее время въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Финляндіи. Подобныя ей по формѣ печи, но въ которыхъ получается однако чугунъ, находятся также въ Швеціи, близъ Робертсхольма, въ Гефле и Нора. Получавшаяся въ вышепоименованныхъ шведскихъ и норвежскихъ печахъ желѣзная крица называлась *osmund*, отчего и самымъ печамъ дали названіе осмундскихъ

### Шведскія печи.

Свѣдѣнія объ этихъ печахъ мы заимствуемъ у Андрея Грилля. Въ 1732 году Королевскій Совѣтъ поручилъ одному горному инспектору собрать самыя подробныя свѣдѣнія о осмундскомъ процессѣ, который въ то время существовалъ лишь въ немногихъ мѣстностяхъ Швеціи. Представленное объ этомъ способѣ донесеніе вышеупомянутый горный инспекторъ украсилъ рисункомъ, на которомъ изобразилъ какъ употребляющуюся при немъ печь, такъ и другіе инструменты. Точная копія съ этого рисунка нами при семъ прилагается (фиг. 57). Сведенборгъ въ своей металлургіи приводитъ полное описаніе осмундской печи, которое онъ заимствовалъ изъ донесенія, составленнаго однимъ шведомъ, по имени Петръ Лаксхольмъ <sup>2)</sup>.

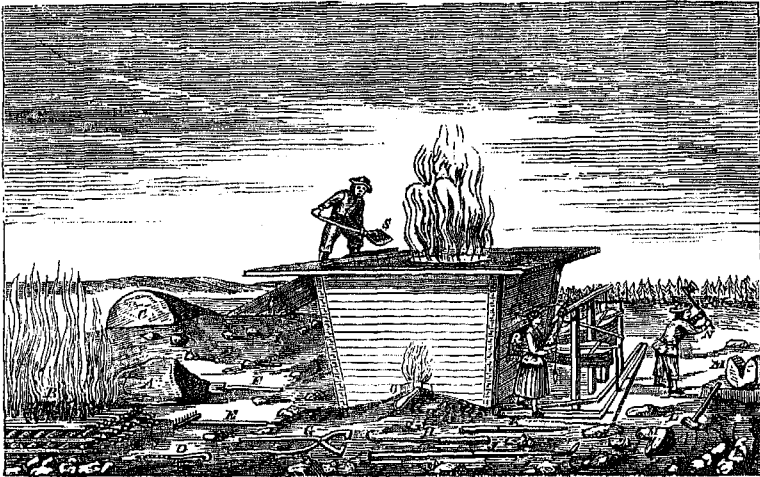
*Описаніе рисунка* (фиг. 57). *A* — куча необожженной болотной руды. *B* — кучажигаемой на дровахъ руды. *C* — куча обожженной руды. *D* — земляной буръ, служащій при изысканіи руды. *E* — грабля для древеснаго угля.

<sup>1)</sup> Lehrbuch der Probir- und Hüttenkunde, Wehrle, Bd. II, S, 116, 1844.

<sup>2)</sup> *Regnum subterraneum sive minerale*, 1734, p. 119.

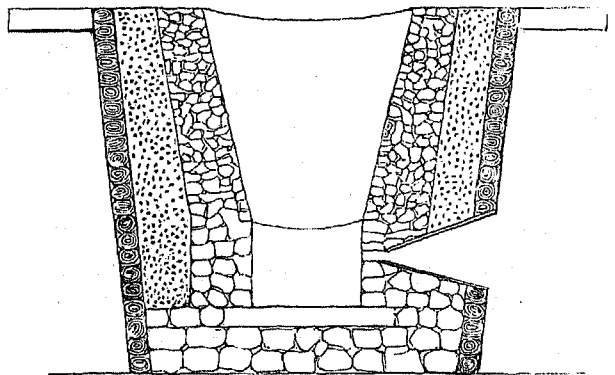
*F*—желѣзная лопата. *G*—клещи для вытаскиванія крицы (*osmund*) изъ печи. *H*—крюкъ, служащій для той-же цѣли. *K*—ломъ для протыканія выпускнаго отверстія и для прочистки сошла. *L*—большой молотъ для проковки крицы тотчасъ-же по выходѣ ея изъ печи. *M, M*—надрубленные желѣзныя крицы (*blastra* или *osmund*). *N*—топоръ. *O*—подножки, помощью которыхъ мѣха приводятся въ дѣйствіе. *P*—помость изъ досокъ. *Q*—выпускное отверстие для шлаковъ. *R*—сопло. *S*—деревянная лопата для закидки руды въ печь.

Фиг. 57



Фиг. 58.

Изъ прилагаемаго раз-  
рѣза печи (фиг. 58) уст-  
ройство ея совершенно яс-  
но. Внутренняя часть печи  
устроивалась изъ огне-  
стоянныхъ камней, а  
промежутокъ между этой  
футеровкой и наружной  
деревянной обшивкой за-  
сыпался землей. Ниже  
фурмы находился прямой  
четыреугольный горнъ,



служащій для скопленія возстановленнаго желѣза. Возлѣ выпускнаго отверстія *Q* (фиг. 57) находится большое отверстіе въ футеровкѣ печи, служащее для выни-  
манія крицы и плотно запираемое во время работы камнями.

Проплавлялись въ этихъ печахъ болотныя руды, которыя, какъ намъ  
извѣстно, главнѣйше состоятъ изъ водной окиси желѣза. Касательно мѣсто-

рожденій и способа добычи этихъ рудъ Сведенборгъ даетъ весьма интересное описаніе, изъ котораго мы заимствуемъ слѣдующее:

Въ Швеціи повсюду, какъ на сѣверѣ, такъ и на югѣ, добываютъ желѣзную руду со дна озеръ и рѣкъ. Эту руду называютъ *озерною рудою* (*vena lacustris ferri*). Попадающаяся въ Ангерманіи (древняя шведская провинція) руда эта имѣетъ весьма странное сложеніе; она представляетъ собой родъ губки бурога цвѣта (*coloris bruni*), легко истирается между пальцами, а изломъ ея по виду весьма похожъ на свѣже разрѣзанную кожу. Попадаетъ она отдѣльными кусками, которые величиною достигаютъ иногда величины кулака, и въ видѣ округлыхъ зеренъ величиною съ ячменное, или пшеничное, или даже иногда и бобовое зерно; по преимуществу она находится у самыхъ береговъ и, будучи разъ выпута, возобновляется втеченіи двадцати или тридцати лѣтъ. Лѣтомъ достаютъ ее на лодки черпаками, а зимой черезъ отверстія, продѣлываемыя въ льдѣ. Во всемъ Смаландѣ извлекали руды подобнымъ образомъ изъ озеръ и потомъ передѣлывали въ кричное желѣзо въ обыкновенныхъ печахъ. Какъ въ самомъ Смаландѣ, такъ и въ смѣжныхъ съ нимъ провинціяхъ находится весьма много такихъ желѣзистыхъ озеръ, которые представляютъ собою неистощимые запасы желѣзныхъ рудъ, или, какъ Сведенборгъ говоритъ: «*Hic Mars uvidus amat fundos lacuum*». Въ сухомъ видѣ руды эти легки и пористы. Богатство ихъ и ихъ свойства весьма сильно измѣняются; одни сорта руды производятъ лучшее желѣзо, чѣмъ другіе.

На всемірной выставкѣ 1862 года, въ шведскомъ отдѣлѣ была поставлена весьма интересная коллекція озерныхъ рудъ, сопровождавшаяся описаніемъ, изъ котораго мы дѣлаемъ слѣдующее извлеченіе <sup>1)</sup>:

Между рудами, встрѣчаемыми преимущественно въ озерахъ и источникахъ Смаланда, можно отличить пять видовизмѣненій. Всѣ они имѣютъ конгломератовидное сложеніе, и по формѣ и крупности ихъ отдѣльныхъ зернышекъ и сходству послѣднихъ съ нѣкоторыми предметами общежитія, имъ придаютъ слѣдующія названія:

1. *Перловая руда* (*minerae perle, Perlerz, pearl-ore*).—Даетъ 45 проц. желѣза; весьма тверда и тяжела, въ изломѣ имѣетъ темно-бурый цвѣтъ и масляный блескъ; встрѣчается по преимуществу на иловатыхъ или глинистыхъ днахъ.

2. *Репейниковая руда* (*minerae bardane, Klettenerz, bur-ore*).—Это имя дано ей по сходству ея зернышекъ съ головками репейника; она нѣсколько губчата, очень легка и рѣдко даетъ болѣе 30 проц. желѣза; весьма хрупка и при высыханіи разсыпается въ порошокъ. Попадаетъ преимущественно на днѣ, поросшемъ травой.

<sup>1)</sup> *On the Swedish Lake-Ores, in illustration of samples to the Exhibition in London, 1862, by O. W. Sjogreen. Eskesjo, 1862.* См. также: Beiträge zur genaueren Kenntniss des Eisenhüttenwesens in Schweden, Von Dr. Moritz Meyer, Berlin, 1829, S. 191—195.



3. *Денежная руда* (*mineral monnaie*, Münzerz, money-ore).—Имѣеть видъ круглыхъ, сплюснутыхъ, подобныхъ монетъ частичекъ. Она плотнѣе двухъ первыхъ отличій; изломъ ея похожъ на изломъ перловой руды; даетъ до 40 проц. желѣза.

4. *Пирожная руда* (*mineral gâteau*, Kuchenetz, cake-ore).—Имѣеть видъ круглыхъ отдѣльностей отъ 2 до 6 дюймовъ въ диаметрѣ; мягка, весьма легка и темно-сѣраго цвѣта; ее считаютъ весьма бѣдною, и на самомъ дѣлѣ она не содержитъ свыше 25 проц. желѣза и потому употребляется весьма рѣдко. Находится на днѣ песчаномъ или глинистомъ.

5. *Пороховая руда* (*mineral poudre à canon*, Pulveretz, gunpowder-ore).—Имѣеть видъ пороховыхъ зернышекъ, цвѣтъ которыхъ измѣняется отъ зеленовато-желтаго до блестящаго чернаго; въ чистомъ состояніи весьма тяжела и даетъ до 50 проц. чугуна, весьма пригоднаго для отливки. Находится эта руда обыкновенно на такомъ тонкомъ пескѣ, что его, по вынутіи изъ воды, часто невозможно бываетъ отдѣлить отъ нея.

Озерныя руды обыкновенно бываютъ перемѣшаны съ различными посторонними веществами, особенно съ пескомъ; содержаніе его въ нихъ часто доходитъ до 30 и даже до 40 процентовъ. Онѣ содержатъ, кромѣ того, отъ 20 до 60 проц. окиси и закиси желѣза и закиси марганца, до 10 проц. кремнезема, отъ 0.05 до 4 проц. фосфорной кислоты и отъ 7 до 30 проц. гигроскопической влажности. Въ одной мѣстности была найдена руда, содержащая 20 проц. марганца.

Руды эти попадаютъ въ озерахъ обыкновенно близъ береговъ, поросшихъ тростникомъ, на днѣ, которое имѣеть не слишкомъ большую покатость. Здѣсь онѣ образуютъ залежи отъ 30 до 600 фут. длиною, 15—45 фут. шириною и толщиною отъ 8 до 30 дюймовъ. Въ мѣстахъ, гдѣ существуетъ быстрое теченіе, онѣ никогда не были находимы. Въ одной и той-же мѣстности руда попадаетъ не всегда одинаговыхъ свойствъ, въ большей-же части случается такимъ образомъ, что вверху находится пороховая руда, ниже по теченію она переходитъ въ перловую, а за-тѣмъ въ пирожную или денежную. Въ тѣхъ озерахъ, откуда руда однажды была окончательно добыта, она обыкновенно появляется вновь, и весьма нерѣдки примѣры подобнаго возобновленія рудъ. Весьма часто руду окончательно вынимали изъ какого-нибудь озера, а по прошествіи лѣтъ двадцати на тѣхъ-же мѣстахъ вновь появлялись залежи въ нѣсколько дюймовъ толщиною. Образованіе этой руды приписываютъ особому виду инфузорій.

Способъ добычи этой руды во время зимы вполне заслуживаетъ вниманія. Въ концѣ осени, когда озера покроются слоемъ льда въ 2 или 3 дюйма толщиною, отправляются на розыски руды. Рабочій прокалываетъ въ ледяной покрывкѣ небольшія отверстія и просовываетъ чрезъ нихъ длинный

шесть, доходящій до дна. Ударяя этимъ шестомъ объ дно, онъ, частью по звуку, частью по сопротивленію, которое встрѣчаетъ со стороны дна, опредѣляетъ мѣсто, гдѣ руда находится. Само собою разумѣется, что рабочіе эти лишь путемъ долгой практики доходятъ до искусства всегда вѣрно опредѣлять мѣста рудныхъ залежей. Опредѣливъ подобнымъ-же путемъ границы найденнаго мѣсторожденія, онъ замѣчаетъ ихъ, вколачивая на соответствующихъ мѣстахъ деревянные колышки въ ледъ, лежащій поверхъ этого мѣсторожденія. Такимъ образомъ онъ замѣчаетъ столько мѣстъ, сколько онъ предполагаетъ выработать во время зимы. Когда ледъ достаточно окрѣпнетъ, то рабочій пробиваетъ въ немъ, на мѣстѣ, соответствующемъ одному изъ краевъ мѣсторожденія, отверстіе, приблизительно въ 3 фута діаметромъ. Отсюда опускаетъ онъ на дно шесть, къ концу котораго прикрѣплена грабля около 2 футовъ длиною; ею онъ собираетъ руду на днѣ въ кучу, а потомъ въ то-же отверстіе опускаетъ на дно, также при помощи шеста, рѣшето, сдѣланное изъ продиравленнаго желѣзнаго листа. Помощью другой, меньшей, грабли, имѣющей около 6 дюймовъ длины, собранная въ кучу руда сгребается въ рѣшето, вытаскивается на поверхность и здѣсь вытрехается на ледъ. При этомъ руда бываетъ перемѣшана съ глиной, пескомъ и иломъ, и чтобы очистить ее отъ этихъ веществъ, ее перекладываютъ въ другое рѣшето, которое повѣшено на 2 или на 3 дюйма ниже уровня воды. Давая ему попеременные движенія вверхъ и внизъ, заставляютъ всѣ эти землистыя вещества уходить черезъ его отверстія, между тѣмъ какъ относительно чистая руда остается по прежнему на рѣшетѣ. Для этой работы обыкновенно люди собираются по двое, причѣмъ одинъ изъ нихъ занимается вытаскиваніемъ руды, а другой — ея промывкою. Если мѣсторожденіе попадаетъ богатое, то одинъ человѣкъ можетъ выпнуть изъ него втеченіи дня отъ 30 до 60 пудовъ руды; это количество впрочемъ зависитъ не только отъ ловкости и навыка рабочаго, но и отъ свойствъ мѣсторожденія и отъ устройства озернаго дна. Подобная ловля руды продолжается въ Смаландѣ въ теченіи большей части зимы въ самыхъ обширныхъ размѣрахъ.

Вотъ составъ нѣкоторыхъ озерныхъ рудъ:

	1.	2.	3.
Кремнезема . . . . .	9.20	8.12	7.00
Фосфорной кислоты . . . . .	10.99	3.44	0.67
Сѣрной кислоты . . . . .	»	»	3.07
Окиси желѣза . . . . .	} 51.10	{ 62.92	} 67.46
Закиси марганца . . . . .			
Глинозема . . . . .	0.41	4.60	»
Извести . . . . .	»	»	0.90
Влажности . . . . .	28.80	18.40	17.00
	<u>100.50</u>	<u>101.66</u>	<u>99.29.</u>

№ 1 руда изъ Лейнцига, желтовато-бураго цвѣта; разлож. Эрдманна. № 2—изъ Шлезвига; уд. вѣсъ = 2.432; разлож. Пфафа. № 3—изъ Ауера, Моритцбургъ; разлож. Бишофа. Крайне малое содержаніе въ этой рудѣ фосфорной кислоты должно быть разсматривасмо какъ исключительный случай.

Въ слѣдующей таблицѣ приведенъ составъ нѣкоторыхъ шведскихъ озерныхъ и болотныхъ рудъ, изслѣдованныхъ профессоромъ Сванбергомъ.

Названія рудъ.	PO <sup>5</sup>	SO <sup>3</sup>	CaO	MgO	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	SiO <sup>2</sup>	Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	Mn <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	Влажность орган. вещ. и потеря.
Озерная руда изъ Нэй, въ графствѣ Кальмаръ.	1.128	слѣды	0.823	0.149	5.088	7.146	65.576	3.871	16.219
Озерная руда изъ Гулци- гена, въ графствѣ Каль- маръ . . . . .	0.701	слѣды	0.615	0.162	7.894	7.376	68.823	0.640	13.789
Озерная руда изъ Ик- сернъ, въ графствѣ Кальмаръ . . . . .	0.559	0.149	1.821	0.064	3.469	5.854	69.953	1.974	16.187
Озерная руда изъ Ауернъ, въ графствѣ Кальмаръ.	0.259	0.031	2.344	0.088	3.096	8.536	56.475	15.881	13.290
Озерная руда изъ Видо- стернъ, въ графствѣ Енкепингъ . . . . .	0.825	слѣды	2.265	0.731	5.261	8.018	68.448	3.075	10.727
Озерная руда изъ Ореэ- езъ, въ графствѣ Кро- нобергъ . . . . .	0.434	слѣды	0.677	0.135	2.167	10.697	57.081	16.185	12.924
Болотная руда изъ Амин- не, въ графствѣ Енке- пингъ . . . . .	0.253	0.127	2.683	0.021	2.359	41.258	45.260	0.463	7.576
Озерная руда изъ Фил- лерна, въ графствѣ Ен- кепингъ . . . . .	0.168	слѣды	0.674	0.236	4.379	6.399	60.863	11.501	15.780

Добытая вышеописаннымъ способомъ озерная руда, просушивалась пред-варительно на воздухѣ, а потомъ пожигалась въ кучахъ на дровахъ; пожи-ганіе это длилось двое сутокъ. Пожженная руда плавилась въ вышеописан-ной печи (фиг. 57 и 58) на древесномъ углѣ, и такъ какъ все измѣ-ненія, которымъ она подвергалась во время этой плавки совершенно схожи съ описанными уже нами при другихъ способахъ, то мы считаемъ совер-шенно излишнимъ здѣсь еще разъ повторять ихъ. Крица выходила на столь-ко чистая, что ее тотчасъ-же можно было перековывать въ издѣлія, между-тѣмъ какъ металлическія частицы желѣза, остававшіяся въ печи, по вынутіи

оттуда крицы были на столько нечисты, что необходимо было ихъ снова прокаливать и освобождать отъ постороннихъ примѣсей сильною проковкой <sup>1)</sup>.

Еженедѣльную выплавку въ этихъ печахъ не могли довести свыше 90 пудовъ желѣза, а при дальнѣйшей передѣлкѣ получаемыхъ криць, или осмундовъ, потеря простиралась еще отъ 33 до 50 проц. Весьма замѣчательное явленіе состоитъ въ томъ, что не смотря на богатое содержаніе фосфора въ проплавляемыхъ здѣсь рудахъ, желѣзо выходило изъ осмундскихъ печей совершенно ковкое и превосходныхъ качествъ. Тѣ-же самыя руды, проплавляемыя обыкновеннымъ путемъ на чугуны и затѣмъ уже передѣлываемыя въ желѣзо, давали продуктъ красноломкій и вообще дурныхъ свойствъ.

Осмундскія печи, какъ было выше замѣчено, и по настоящее время можно встрѣтить въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Финляндіи. Фактъ этотъ, какъ кажется, неизвѣстенъ большинству современныхъ металлурговъ. Не менѣе интересный фактъ заключается еще въ томъ, что печи эти съ большою даже выгодною дѣйствуютъ въ сосѣдствѣ съ доменными печами современной конструкціи. Обрабатывающіяся здѣсь руды суть озерныя, и при томъ такія, которыя лишь при плавкѣ въ осмундскихъ печахъ способны дать желѣзо хорошихъ качествъ. Причина этого явленія, нѣтъ сомнѣнія, заключается въ томъ, что фосфоръ, при плавкѣ въ этихъ печахъ, весь уходитъ въ шлакъ, или мало не оставаясь въ металлѣ. О плавкѣ въ осмундскихъ печахъ издана въ Стокгольмѣ особая брошюра, гдѣ этотъ способъ разсмотрѣнъ съ большою подробностью. Мы заимствуемъ изъ нея слѣдующее <sup>2)</sup>:

На сѣверѣ и сѣверо-западѣ Финляндіи, въ Выборгской губерніи и въ окрестностяхъ Куопіо, озерныя руды проплавляются большими массами въ особыхъ печахъ, называемыхъ здѣсь *harkhyttor*. Названіе это составлено изъ двухъ словъ, финскаго *harkko*—крица и шведскаго *hytta*—печь. Печи эти представляютъ собою шахту, приблизительно въ 6 футовъ высотой. Получающееся въ нихъ желѣзо, хотя и обладаетъ ковкостью, тѣмъ не менѣе содержитъ въ себѣ чугуны и потому необходимо должно быть рафинировано.

Озерныя и болотныя руды проплавляются въ Финляндіи также и въ доменныхъ печахъ, и иногда случается, какъ напримѣръ въ Варкаусъ, что оба рода печей, доменные и вышепоименованныя *harkhyttor* находятся одиѣ

<sup>1)</sup> «*Ut autem, si quae residuae sint, impuriore aedeoque inutiles particulae fortiore Vulcani ministerio expellerentur, alteri coctioni eadem destinabatur quantalacunque moles*». Swedish Board of Trade Report for 1860. (Донесеніе шведскаго Торговаго Совѣта за 1860 г.) p. 119.

<sup>2)</sup> *Nagra Ord om Finlands Bergshandtering. Af L. J. Igelström. Stockholm, 1861.* (Замѣтка о торговлѣ рудами въ Финляндіи).

возлѣ другихъ и имѣютъ фабрику для выдѣлки полосоваго желѣза. Чугунъ, выплаваемый изъ болотныхъ и озерныхъ рудъ предназначается преимущественно для литья и съ этой цѣлью болѣею частью препроводяется въ С.-Петербургъ. Желѣзо-же здѣсь по преимуществу добывается въ вышепоименованныхъ низкихъ печахъ, потому что, какъ мы уже имѣли выше случай замѣтить, въ этихъ печахъ оно получается некрошломкое и безъ содержанія фосфора.

Въ одной изъ подобныхъ печей, въ Пангаоски, въ Куопіосской губерніи, ежегодно добывается свыше 6 тысячъ пудовъ полосоваго желѣза изъ озерныхъ рудъ. Это желѣзо считается здѣсь превосходнымъ и идетъ на выдѣлку гвоздей.

Число дѣйствующихъ въ Финляндіи *harkhyttor'*овъ доходитъ до двадцати пяти. Расположены онѣ слѣдующимъ образомъ:

Названія мѣстностей.	Число печей.
Куопіо . . . . .	13
Улеборгъ . . . . .	6
Або . . . . .	2
Ваза . . . . .	2
Тавастгусъ . . . . .	2
	25.

Лучше всего мы думаемъ закончить прилагаемое описаніе этого рода печей, приведя здѣсь размышленіе Грилля: «Не интересно-ли видѣть эту, въ высшей степени простую, но вмѣстѣ съ тѣмъ производительную работу (плавку въ осмундскихъ печахъ, фиг. 57, стр. 505)? Окончивъ полевые работы, крестьянинъ отправляется съ семьей на нѣсколько недѣль въ мѣстѣ и тамъ зарабатываетъ себѣ деньги, добывая желѣзо, которое онъ потомъ продаетъ во время зимы. Мѣстность, изображенная на фиг. 57, представляется столь-же мало цивилизованною, какъ и Гудсоновъ Заливъ. Человѣкъ съ бородой—это одинъ изъ тѣхъ финновъ, о которыхъ самое древнѣйшее преданіе сохранило намъ память, какъ объ искусныхъ стрѣлакахъ изъ лука. Жена—это образецъ женскаго трудолюбія; руки ея заняты прямой въ то время, какъ ногами она раздуваетъ мѣха». Съ своей стороны мы должны замѣтить, что эти старые металлургическіе процессы имѣютъ совершенно особый интересъ, какъ вообще и всѣ вещи, въ настоящее время не существующія, такъ и по тѣмъ живописнымъ мѣстностямъ, гдѣ были расположены древніе заводы, и наконецъ еще въ особенности потому, что они еще разъ наводятъ на мысль, что многое изъ того, что когда-то приносило громадную услугу человѣчеству, теперь окончательно и навсегда забыто.

### Сыродутная печь.

Выше нами было уже упомянуто, что сыродутная печь или шукофенъ (*fourneau à loupe*, *Stückofen*, *high bloomery furnace*) представляет собою послѣднюю ступень тѣхъ печей, въ которыхъ желѣзо добывалось въ ковкомъ состояніи прямо изъ руды; это — основаніе нынѣшнихъ доменныхъ печей. Уже и въ этихъ печахъ желѣзо на столько находилось при условіяхъ, благоприятствующихъ соединенію его съ углеродомъ, что выходящая изъ нихъ крица постоянно частью была превращена въ чугуны и передъ проковкой ее необходимо было подвергать особому обезуглероживающему процессу. Въ былыя времена этотъ родъ печей существовалъ во многихъ мѣстностяхъ Европы, въ особенности же въ Карнголь, въ Каринтіи и въ Штиріи; но въ 1841 году, по свидѣтельству Карстена онѣ были уже тамъ оставлены, по причинѣ огромнаго количества горючаго матеріала, который онѣ истребляли. Тѣмъ не менѣе онѣ продолжали еще существовать въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Венгріи и Германіи, какъ напримѣръ въ округѣ Геннебергъ<sup>1)</sup>. Описаніе этой печи, равно какъ и работъ при ней производимыхъ, можно найти во всѣхъ старыхъ руководствахъ къ металлургіи. Лучшія свѣдѣнія объ нихъ сообщены однако Дзарсомъ въ его донесеніи о желѣзныхъ заводахъ Эйзенерца, расположенныхъ у подножія Ерцберга въ Штиріи<sup>2)</sup>.

Какъ примѣръ характеристической печи подобнаго рода, мы выбрали здѣсь сыродутную печь, существовавшую когда-то въ окрестностяхъ Шмалькальдена, въ Гессенъ-Касселѣ, въ которой проплавились тамошніе шпатовые и бурые желѣзняки<sup>3)</sup>. Мѣсторожденія этихъ желѣзняковъ, расположенныя вблизи города, были причиною даннаго ему названія Штальбергъ. Желѣзная промышленность здѣсь находится въ развитіи уже цѣлыя столѣтія.

Шахта этихъ печей имѣла форму двухъ усѣченныхъ конусовъ, сложенныхъ вмѣстѣ своими широкими основаніями, и слѣдовательно весьма близко подходила по виду къ формѣ нынѣшнихъ доменныхъ печей. Вся высота одной печи доходила до 16 футовъ, тогда какъ находившіяся тутъ-же другія печи имѣли только 12 футовъ. Диаметръ ея внизу былъ 2½ фута, при колошникѣ 1½ фут., а въ наиболѣе широкой части, или распарѣ, находящемся почти на половинѣ высоты, т. е. въ разстояніи 8 футовъ отъ пода, ширина шахты составляла 4 фута 2 дюйма. Надъ колошникомъ кирпичная кладка возвышалась еще на

<sup>1)</sup> Karsten, Handbuch der Eisenhüttenkunde, Bd. III, S. 34, 1841.

<sup>2)</sup> *Voyage metallurgiques*, t. I, p. 37 et suiv., 1774.

<sup>3)</sup> Описаніе это мы заимствовали изъ: *Praktische Abhandlung über die Eisen- und Stahlmanipulation in der Herrschaft Schmalkalden*, von Johann Christian Quantz, HüttenSchreiber zu Lerbach. Nürnberg, 1799, S. 28. На сколько намъ кажется, Карстенъ также пользовался этимъ сочиненіемъ при описаніи шукофена.

нѣсколько футовъ; она выводилась здѣсь въ формѣ воронки и служила для того, чтобы удобнѣе было производить засыпь въ печь. Воздухъ доставлялся въ печь одной фурмой, которая располагалась въ разстояніи 14 дюймовъ отъ пода; но съ ходомъ операціи, камень, образующій собою дно горна (*лещадь*) такъ развѣдался, что разстояніе это увеличивалось до 20 дюймовъ. Это постепенное измѣненіе разстоянія между лещадью и фурмой оказывало, какъ говорятъ, значительное вліяніе на выходъ, т. е. на количество получаемыхъ продуктовъ, а равно и на расходъ при плавкѣ древеснаго угля. Фурма, сдѣланная изъ мѣди, лежала горизонтально и на 3 дюйма совывалась въ печь, чѣмъ печи эти совершенно отличались отъ нынѣшнихъ доменныхъ, гдѣ фурмы высочайше не имѣютъ. Лещадью служила песчаниковая плита, имѣющая отъ 2 до 3 дюймовъ паденія къ той части печи, гдѣ помещалось отверстіе для вытаскиванія крицы. Это отверстіе, имѣвшее около 2 футовъ ширины, закладывалось передъ началомъ каждой плавки кирпичами и замазывалось глиной. Мѣха, вдувающіе воздухъ въ эти печи, приводились въ дѣйствіе водяными колесами.

По Карстену, высота этого рода печей измѣнялась отъ 10 до 16 футовъ. Въ нѣкоторыхъ изъ нихъ внутреннее пространство, шахта, правильно расширялось на всемъ протяженіи отъ низу къ верху; въ большей-же части случаевъ, какъ и въ выше нами описанныхъ сыродутныхъ печахъ, наибольшая ихъ ширина находилась на половинѣ высоты. Поперечный разрѣзъ шахты имѣлъ иногда круглую, а иногда четырехугольную форму. Въ нѣкоторыхъ изъ этихъ печей, какъ напримѣръ въ Эйзенерцскихъ, фурмы располагались на той-же сторонѣ, гдѣ находилось и отверстіе для вытаскиванія крицы, такъ что каждый разъ при этомъ пужно было разбирать мѣха <sup>1)</sup>. Въ этихъ случаяхъ фурмы употреблялись глиняныя, или лишь въ весьма рѣдкихъ случаяхъ мѣдныя. Джарсъ слѣдующимъ образомъ описываетъ устройство этихъ фурмъ: въ средину отверстія, служащаго для вытаскиванія крицы, вставляютъ комъ высушенной глины, имѣющей форму кирпичика въ 4 дюйма толщиною. Его устанавливаютъ такимъ образомъ, чтобы онъ вдавался приблизительно на 10 дюймовъ внутрь самой шахты, и кругомъ закладываютъ его другими, меньшими комами, имѣющими отъ 8 до 10 дюймовъ ширины и 2 дюйма толщины. Спаи между этими комами замазываются глиной, а въ большомъ комѣ протыкаютъ желѣзнымъ прутомъ отверстіе и обращаютъ его такимъ образомъ въ фурму. Эта импровизированная фурма имѣетъ снаружи печи 3 дюйма, а внутри 1½ дюйма въ діаметръ и отстоитъ отъ лещади приблизительно на 12 дюймовъ <sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Jars; *Voyages métallurgiques*, t. I, p. 38.

<sup>2)</sup> Тамъ же, стр. 40.

Работу въ этихъ печахъ начинали тѣмъ, что задѣлывали вышепоименованнымъ способомъ отверстіе, служащее для доставанія крицы, а потомъ наполняли всю печь древеснымъ углемъ, который разжигали черезъ фурму. Мѣха при этомъ заставляли дѣйствовать лишь самое короткое время, а потомъ ихъ останавливали, съ тѣмъ чтобы печь разогрѣвалась возможно постепенно. Когда-же огонь достигалъ колошника, то дутье снова пускали и начинали черезъ колошникъ сыпать руды и угля. Въ первыя шихты руды прибавлялось лишь немного, но количество ея постепенно увеличивали до тѣхъ поръ, пока ни доводили до отношенія четырехъ частей по объему угля на одну часть руды. Это отношеніе считалось нормальнымъ, и его уже поддерживали во все остальное продолженіе плавки.

Шлаки выпускались чрезъ особое отверстіе, оставляемое ниже фурмы въ глиняныхъ комьяхъ, о которыхъ мы выше говорили; во все продолженіе работы оно постоянно оставалось открытымъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, отверстіе это, оставляемое вначалѣ въ самомъ низу печи, по мѣрѣ увеличенія образующейся крицы поднимали, вмѣстѣ съ фурмой, все выше и выше. Первые получающіеся шлаки сами по себѣ бѣдны желѣзомъ, но въ нихъ часто механически запутывались металлическія частицы, которыя, по опредѣленію Карстена, были корольки чугуна. Шлаки эти толкли и промывали, и такимъ образомъ отдѣляли отъ нихъ эти корольки. По мѣрѣ увеличенія массы желѣза въ печи, ее старались непремѣнно поддерживать въ возможно горячемъ состояніи, а шлаки заставляли накопляться передъ отверстіемъ для выгрузки, иначе массу эту крайне затруднительно было-бы вытаскивать изъ печи безъ порчи нѣкоторыхъ печныхъ частей, что и на самомъ дѣлѣ случалось нерѣдко. Когда крица образована, въ чемъ плавильникъ удостовѣряется помощью лома, пропускаемого черезъ форму, то сыпь руды останавливаютъ и даютъ шихтѣ въ печи постепенно осесть, развѣ изрѣдка и самыми небольшими количествами прибавляя къ ней уголь. Шлаки, скопившіеся у выпускнаго отверстія, заливаютъ водой и откалываютъ, проламываютъ нижнее отверстіе и вытаскиваютъ черезъ него крицу, обколотивъ ее предварительно со всѣхъ сторонъ и отдѣливъ такимъ образомъ отъ тѣхъ предметовъ, къ которымъ она могла случайно во время процесса привариться. Иногда случается, что крица, начавъ плавиться, крѣпко пристаётъ къ поду печи. Въ такомъ случаѣ ей надо дать нѣсколько охладиться и за-тѣмъ уже по возможности тщательно отдѣлить ее изъ печи.

Эта операція должна была быть чрезвычайно затруднительна. Джарсъ описываетъ ее между прочимъ въ томъ видѣ какъ ему самому удалось наблюдать ее въ Ейзенерцѣ. Здѣсь пристающую крицу захватили огромными клещами, привязанными къ толстой цѣпи, которая другимъ концомъ прикрѣплялась къ вертикальному вороту, приводимому въ движеніе водянымъ колесомъ. Крица эта, какъ вы-



ше было уже замѣчено имѣла названіе Stück или Wolf; въ нѣкоторыхъ мѣстахъ называли ее также Maas или Guss. По словамъ Карстена, она въ большей части случаевъ была окружена жидкимъ чугуномъ, которому въ Штейермаркѣ давали имя Graglach.

Вынутую изъ печи крицу осыпали толстымъ слоемъ древесно-угольной мелочи, съ цѣлью предупредить ее отъ окисленія и поддержать въ ней высокую температуру. За-тѣмъ ее относили подъ молотъ, гдѣ ее вначалѣ проковывали рѣдкими ударами, придавая ей видъ болванки въ 3 или 4 дюйма толщиною, а за-тѣмъ разрубали на двѣ приблизительно равныя части, которыя потомъ дѣлались на части еще болѣе мелкія, а тѣ, въ свою очередь, проковывались обыкновеннымъ путемъ въ полосы. Всѣ эти работы требовали восьми человѣкъ мастеровыхъ.

Въ Эйзенерцѣ полученную крицу двое рабочихъ надрубали, помощью особыхъ топоровъ, до половины ея толщины, за-тѣмъ вставляли въ этотъ надрубъ клинья и загоняли ихъ туда тяжелыми молотами, раздѣляя такимъ образомъ крицу, по истеченіи часовой работы, на двое.

Каждая крица въ Шмалькальденѣ вѣсила отъ 12 до 18<sup>1/2</sup> пудовъ и требовала для своего приготовленія отъ 216 до 234 куб. фут. древеснаго угля. Среднимъ числомъ можно принять, что каждая печь ежедневно производила три подобныя крицы, такъ что недѣльный выходъ былъ отъ 216 до 333 пудовъ. Въ каждой смѣнѣ находилось при печи три человѣка, которые работали по восьми часовъ въ сутки. По воскресеньямъ работа не производилась.

Въ Эйзенерцѣ крицы получались болѣе крупныя, онѣ вѣсили отъ 36 до 43 пудовъ. Но за то и размѣры горна здѣшнихъ печей были также значительно больше. Здѣшній горнъ имѣлъ 4 фута ширины и 2<sup>1/2</sup> фута глубины относительно фурмы. Кромѣ собственно крицы, при каждой операциіи получали еще отъ 18 до 22 пудовъ желѣза, которое, по словамъ Джарса, вытекало изъ печи, и слѣдовательно было чугуномъ или сталью. Такимъ образомъ все количество желѣза, получаемого за одну плавку, доходило здѣсь до 65 пудовъ. Время, потребное для выплавки этого количества металла — 18 часовъ, изъ нихъ собственно на проплавку руды расходовалось 15 часовъ, а остальные 3 часа были необходимы на вынутіе крицы изъ печи, раздѣленіе ея на части и наконецъ на подготовленіе печи къ слѣдующей операциіи. Это подготовленіе заключалось въ ея очисткѣ, починокѣ горна и въ покрываніи пода ровнымъ и плотнымъ слоемъ угольной мелочи. Рабочіе обязаны были втеченіи недѣли изготовлять 7 крицъ, которыя при этомъ являлись продуктомъ проплавки 91 лотка, или приблизительно 1020 пудовъ руды. Расходъ угля также былъ громадный.

Получавшаяся при этой операциіи крица, какъ говоритъ Кванцъ, пред-

ставляла собой металлъ мягкій, тягучій и ковкій; само собою разумѣется, что свойства эти въ ней все-таки были развиты въ меньшей степени, нежели въ полосовомъ желѣзѣ.

Въ Геннебергѣ этотъ прямой способъ получения ковкаго желѣза изъ руды въ сыродутныхъ печахъ былъ постепенно вытѣсняемъ нынѣшней плавкой руды на чугуны. Но такъ какъ въ тоже время не прекращались требованія и на сыродутное желѣзо, то принуждены были уступить этому требованію и стали въ подобныхъ-же печахъ получать оба видоизмѣненія желѣза. Здѣшнія печи, предназначенныя для выплавки чугуна отличались отъ собственно сыродутныхъ печей только нѣскольکو болѣе узкимъ горномъ. Такъ какъ плавка въ этихъ печахъ совершалась непрерывно, а слѣдовательно и вдвуханіе воздуха должно было производиться безостановочно, то этимъ печамъ придали названіе Blaseöfen (blasen-дуть). Это слово черезъ нѣскольکو времени было искажено въ Blaasöfen и наконецъ въ Blausöfen, и въ такомъ видѣ оно въ послѣдствіи сдѣлалось общеупотребительнымъ <sup>1)</sup>. При постепенномъ увеличеніи высоты этихъ печей, наконецъ мало по малу возникли и наши нынѣшнія домны, которыя уже вовсе не стали годными къ получению въ нихъ желѣза въ ковкомъ состояніи.

Когда хотѣли въ блауофенѣ получить не чугуны, а желѣзо, то въ горнѣ его пробивали отверстіе такихъ размѣровъ, чтобы удобно было чрезъ него вытаскивать крицу. Фурменную стѣну въ горнѣ этихъ печей составлялъ желѣзный кусокъ, на примѣръ старая наковальня; это дѣлалось съ тѣмъ, чтобы предотвратить поврежденія ея во время вытаскиванія крицы. Во время работы, отверстіе въ передней стѣнѣ, служащее для этого вытаскиванія, задѣлывалось кусками шлака, промежутки между которыми заполнялись обломками кирпичей и замазывались глинной. Фурмѣ въ этихъ печахъ придавали возможно малый высовъ съ тѣмъ, чтобы случайно не повредить ее при выниманіи крицы.

Послѣ того, какъ такимъ образомъ успѣли ввести уже плавку руды на чугуны, для получения ковкаго желѣза въ вышепоименованныхъ печахъ служили обыкновенно матеріаломъ уже не руды, а богатые желѣзомъ шлаки, образовавшіеся при передѣлкѣ чугуна въ желѣзо, желѣзная окалина, получавшаяся при выдѣлкѣ полосоваго желѣза, и наконецъ красный желѣзнякъ, но только количество его никогда не превосходило  $\frac{1}{4}$  всей шихты.

<sup>1)</sup> Въ нѣмецкомъ словарѣ Мозина дано происхожденію этого слова другое объясненіе. Здѣсь авторъ предполагаетъ, что печи эти первоначально были построены съ спеціальною цѣлью проплавлять желѣзную лазурь, Eisenblau, или фосфорнокислосое желѣзо, и отъ имени этой руды получили и свое названіе. Поэтому и французы стали называть эти печи fourneau bleu. Но мы скорѣе склонны дать вѣру тому объясненію, которое нами приведено въ текстѣ, и потому не рѣшаемся дѣлать буквального перевода этого названія на русскій языкъ.

Благоприятныя условия для образования чугуна состоятъ въ возможно продолжительномъ соприкосновеніи, при возвышенной температурѣ, возстановленнаго желѣза съ раскаленнымъ углемъ. По этому, при плавкѣ въ блауофенахъ желѣзныхъ рудъ на чугунъ, этого условия старались достигнуть, между прочимъ, увеличивая въ сыпѣ количество угля. Наоборотъ, при плавкѣ на ковкое желѣзо пропорцію угля уменьшали, или, какъ говорится, вели плавку на *тяжелой колошъ* (*charge lourde*, *schwere Gicht*, *heavier burden*). Однимъ изъ самыхъ также существенныхъ условий, при плавкѣ на ковкое желѣзо, было постоянное выпусканіе шлаковъ изъ печи, которые, въ противномъ случаѣ, могли-бы собой закрыть собирающуюся въ горнѣ желѣзную массу и такимъ образомъ защищать ее отъ окисляющагося дѣйствія дутья.

Здѣсь мы даемъ мѣсто двумъ анализамъ Карстена; одинъ изъ нихъ выражаетъ составъ богатаго желѣзомъ шлака, служащаго матеріаломъ для проплавки въ блауофенѣ на желѣзо, а другой—составъ шлака, образующагося при полученіи крицы.

	1.	2.
Кремнезема . . . . .	11.10	29.1
Глинозема . . . . .	0.09	4.3
Извести . . . . .	0.13	2.6
Магнезиі . . . . .	1.05	9.2
Закиси желѣза . . . . .	84.30	51.7
Закиси марганца . . . . .	2.80	2.9
Щелочей . . . . .	слѣды	слѣды
	<u>99.47</u>	<u>99.8</u>

Въ № 2 отношеніе кислорода кремнезема къ кислороду основаній почти какъ 5:6, слѣдовательно этотъ шлакъ не вполне подходитъ по составу къ трехъ-основнымъ силикатамъ. Эти анализы для насъ могутъ быть тѣмъ поучительны, что они показываютъ какія громадныя массы желѣза увлекаются шлаками. А между тѣмъ въ этомъ состоитъ неизбежное условіе полученія желѣза хорошихъ качествъ. Причина тому заключается въ слѣдующемъ: богатые желѣзомъ шлаки всегда болѣе легкоплавки, нежели шлаки нежелѣзистые, а потому образованіе ихъ обуславливаетъ собою также и возстановленіе желѣза при относительно низкой температурѣ, которая недостаточна для возстановленія сопровождающихъ желѣзо постороннихъ примѣсей, въ особенности кремнія, и потому обуславливаетъ полнѣйшее ихъ выдѣленіе изъ него.

Разсмотрѣвъ такимъ образомъ въ настоящее время оставленные, или уже почти совершенно оставленные способы прямаго полученія ковкаго желѣза

изъ рудъ, намъ не трудно замѣтить ихъ несостоятельность. Огромное количество древеснаго угля, которое необходимо при всѣхъ этихъ способахъ, даетъ возможность водворять ихъ только въ такихъ богатыхъ лѣсомъ мѣстностяхъ, гдѣ дерево не только не имѣетъ для себя никакихъ другихъ примѣненій на мѣстѣ, но даже, по причинѣ дурныхъ путей сообщенія, увеличивающихъ цѣну за перевозку, или вслѣдствіе другихъ какихъ причинъ, не можетъ служить предметомъ для виѣшней торговли. Во вторыхъ, способы эти возможны только при относительно весьма богатыхъ рудахъ, потому что, во первыхъ, огромная потеря желѣза, уходящаго въ шлакъ, можетъ пополняться именно только такими рудами, которыя могутъ дать большое количество металла, способнаго вознаграждать собою такія огромныя затраты на его приготовленіе; во вторыхъ, работа эта можетъ привести къ удовлетворительнымъ результатамъ лишь тогда, когда руды содержатъ весьма мало землистыхъ примѣсей, въ противномъ случаѣ плавка ихъ будетъ сопряжена съ образованіемъ большаго количества шлаковъ, которые, окружая желѣзо и защищая его отъ дѣйствія вдуваемаго воздуха, дадутъ возможность ему насыщаться углеродомъ и обращаться въ чугуны, если же это неудобство отвращать частымъ выпускомъ шлаковъ, то и желѣзо большею частью будетъ ошлаковываться; въ третьихъ, относительно того времени, какое потребно для всѣхъ этихъ работъ, выходъ при нихъ металла слишкомъ ничтоженъ; въ четвертыхъ, благодаря безконечному множеству совершенно постороннихъ обстоятельствъ и неровностямъ температуры, продуктомъ всѣхъ этихъ работъ являются то желѣзо, то сталь, то чугуны, а иногда и два или и все три эти отличія, тѣсно между собой перемѣшанныя, такъ что въ большей части случаевъ необходимо бываетъ полученную крицу подвергать новой, предварительной переработкѣ, прежде чѣмъ выдѣлывать изъ нея сортовое желѣзо.

Такимъ образомъ мы видимъ, что приготовленіе большихъ количествъ какого нибудь опредѣленнаго сорта желѣза, однимъ изъ вышеописанныхъ способовъ, крайне затруднительно, и такимъ образомъ все эти способы, слѣдствіемъ развитія которыхъ было бы полнѣйшее истребленіе лѣсовъ, все-таки не въ состояніи были-бы удовлетворить съ каждымъ днемъ возрастающимъ требованіямъ на желѣзо.

Если же и по настоящее время иногда еще являются защитники прямого способа полученія желѣза изъ рудъ, то это, какъ справедливо замѣтилъ Карстенъ въ 1841 году <sup>1)</sup>, проистекаетъ изъ того, что добытыя прямымъ путемъ желѣзо и сталь обыкновенно отличаются лучшими качествами, нежели сталь и желѣзо, полученные изъ чугуна. Причина такого явленія заклю-

<sup>1)</sup> Eisenhüttenkunde, Bd. IV, S. 281.

чается въ двухъ обстоятельствахъ: во первыхъ, при прямомъ способѣ, желѣзо образуется при температурѣ относительно низкой, при которой окись его еще можетъ возстановиться, тогда какъ другія вещества, часто весьма вредно влияющія на свойства желѣза остаются невозстановленными и уходятъ въ шлакъ. Такимъ образомъ фосфорная кислота при этомъ не возстановляется и потому не попадаетъ въ желѣзо, между тѣмъ какъ однажды попавшій въ желѣзо фосфоръ, при доменномъ процессѣ, освобождается изъ него впоследствии крайне трудно. Во вторыхъ, при прямомъ способѣ, полученное желѣзо остается болѣе или менѣе продолжительное время подъ влияніемъ дутья. Это обстоятельство, само собою разумѣется, влечетъ болшій угаръ желѣза, но вмѣстѣ съ тѣмъ оно обуславливаетъ также и болѣе полное выдѣленіе изъ него такихъ веществъ какъ кремній, сѣра и другія. При этомъ также и большая часть углерода, съ которымъ желѣзо успѣло соединиться, изъ него выдѣляется, а потому прямымъ путемъ всегда легче бываетъ получить превосходное, мягкое, волокнистое желѣзо, нежели хорошую сталь.

Огромная потеря во всѣхъ этихъ случаяхъ желѣза, есть, какъ мы видѣли, не слѣдствіе дурно-веденной операции, но напротивъ того, это есть необходимая принадлежность всякаго прямого способа полученія ковкаго желѣза изъ рудъ. Эта потеря необходима для полученія желѣзистыхъ, легкоплавкихъ шлаковъ, которые могли-бы быть совершенно жидкими уже при той температурѣ, когда только что начинается возстановленіе окиси желѣза.

Взявъ въ совокупности всѣ процессы, прямого полученія ковкаго желѣза изъ рудъ, мы видимъ, что основаніе во всѣхъ ихъ одно и тоже. Отличаются-же производящіеся въ горнахъ отъ производящихся въ печахъ тѣмъ, что въ первомъ случаѣ возстановленіе желѣза, насыщеніе его углеродомъ и окисленіе, и образованіе шлаковъ совершаются совершенно одновременно и при постоянномъ механическомъ содѣйствіи со стороны рабочаго; тогда какъ въ печахъ въ началѣ происходитъ возстановленіе и отчасти обуглероживаніе, а позже уже окисленіе и шлакованіе, и все это почти безъ всякаго участія рабочаго. Такимъ образомъ печи представляютъ собою уже приборъ болѣе совершенный, нежели горна, потому что въ нихъ постепенное пониженіе слоями переложенныхъ съ углемъ рудъ, приводитъ къ тѣмъ-же результатамъ, для достиженія которыхъ въ горнѣ необходимо содѣйствіе рукъ человѣческихъ.

---

## НОВѢЙШІЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНІЯ ЖЕЛѢЗА.

Прекрасныя качества получаемого по древнимъ способамъ желѣза, а равно и желаніе избѣгать лишнихъ работъ, съ которыми сопряженъ обыкновенный способъ изготовленія этого металла, гдѣ руды предварительно плавятся на

чугунъ, неоднократно побуждали и въ новѣйшее время весьма многихъ къ изобрѣтенію такихъ методовъ прямого полученія изъ рудъ ковкаго желѣза, въ которыхъ-бы всѣ недостатки прежнихъ способовъ были избѣгнуты. Нѣкоторые изъ этихъ вновь предлагаемыхъ способовъ надѣлали много шуму при своемъ появленіи, но тѣмъ не менѣе ни одинъ изъ нихъ не привился въ практикѣ по той простой причинѣ, что ни одинъ изъ нихъ въ дѣйствительности не избѣгалъ тѣхъ существенныхъ недостатковъ, которые мы видѣли въ прежнихъ способахъ.

### Способъ Клея.

Свѣдѣніями объ этомъ способѣ мы обязаны Денаму Смитъ, которому приходилось испытывать его въ большомъ видѣ. Хотя способъ этотъ и не привелъ къ удовлетворительнымъ результатамъ, тѣмъ не менѣе мы не лишнимъ считаемъ познакомить съ нимъ читателей, такъ какъ успѣхъ, въ особенности при металлургическихъ операціяхъ, въ большей части достигается лишь послѣ цѣлаго ряда неудачъ.

Губчатая масса желѣза, полученная чрезъ прокаливаніе богатаго краснаго желѣзняка въ порошокъ древеснаго угля, имѣетъ весьма большую способность свариваться. Эта-то способность и послужила темою для привилегіи Вильяма Клея <sup>1)</sup>, въ которой онъ выставилъ какъ свое открытіе, способъ полученія изъ рудъ желѣза безъ посредства доменныхъ печей. Процессъ былъ чрезвычайно простой. Куски лучшихъ сортовъ краснаго желѣзняка дробились до крупности орѣха и смѣшивались съ  $\frac{1}{2}$  по вѣсу древеснаго угля, кокса, обломковъ каменнаго угля или другихъ углистыхъ веществъ. Смѣсь эту накачивали въ глиняной ретортѣ, или другомъ подходящемъ сосудѣ, до тѣхъ поръ, пока руда ни возстановлялась въ металлъ. Когда возстановленіе оканчивалось, то полученная губчатая масса (*Eisenschwamm*, *spongy-iron*) относилась прямо въ пудлинговую печь, съ прибавкою 5 проц. кокса, или безъ нея. Здѣсь она обращалась въ крицу, которую за-тѣмъ проковывали подъ молотомъ и вытягивали въ полосы уже обыкновеннымъ путемъ.

Этотъ способъ обработки желѣзныхъ рудъ былъ предварительно испытанъ на одномъ небольшомъ заводѣ близъ Глазгофа, а затѣмъ въ большемъ видѣ въ Ливерпулѣ; но въ обоихъ этихъ случаяхъ успѣхъ его былъ отрицательный. Получаемое желѣзо мѣстами было превосходныхъ качествъ, отличалось большою прочностью, весьма было пригодно для вытягиванія въ проволоку, но вмѣстѣ съ тѣмъ оно было крайне неоднородно, а иногда еще

<sup>1)</sup> Клей взялъ на свой способъ двѣ привилегіи: одну 19 декабря 1837 г., за № 7518, а другую въ 1840 г., 31 марта за № 8459.

на столько красномомго, что кузнецы на отрѣзъ отказывались его обрабатывать. Главная-же причина неуспѣха этого способа заключалась въ слишкомъ большой продолжительности процесса возстановленія руды и сопряженной съ нимъ громадной тратѣ горючаго матеріала, и въ затруднительности ручной работы. Кроме того, чтобы доставлять матеріалъ для одной небольшой пудлинговой печи, необходимо было огромное число ретортъ, или возстановительныхъ приборовъ, содержаніе которыхъ обходилось крайне дорого.

Тогда стали дѣлать опыты возстановленія руды прямо въ пудлинговыхъ печахъ, но и здѣсь огромная трата времени, горючаго и рабочей силы и кроме того огромная потеря руды, уходящей въ шлакъ, сравнительно съ количествомъ получающагося желѣза, заставили тотчасъ-же отступить отъ этого способа и пробовать подвергать обработкѣ въ пудлинговой печи смѣсь чугуна съ краснымъ желѣзнякомъ и углемъ. Этотъ способъ нашелъ себѣ примѣненіе на небольшомъ числѣ заводовъ сѣверной Англій, въ особенности же на заводѣ Воркингтонъ, который даже былъ построенъ съ исключительною цѣлью ввести у себя этотъ способъ. Рядъ многихъ опытовъ показалъ, что наиболѣе пригодная для подобной обработки смѣсь готовится слѣдующимъ образомъ: высушенный красный желѣзнякъ измельчаютъ до такой степени, чтобы онъ проходилъ черезъ грохотъ, съ отверстіями въ  $\frac{1}{3}$  дюйма; къ нему примѣшиваютъ  $\frac{1}{3}$  по вѣсу каменноугольной мелочи, промытой въ щелокѣ или растворѣ соды; при этомъ въ дѣло пускаютъ тѣ частицы угольной мелочи, которыя не тонутъ, но плаваютъ по поверхности этихъ растворовъ. Кроме того, къ подобной смѣси красного желѣзняка и угля примѣшиваютъ еще на каждый пудъ руды  $6\frac{1}{4}$  фунтовъ огнепостоянной глины, 9 золотниковъ прокаленной соды и 13 золотниковъ поваренной соли.

На сколько показали опыты, смѣсь эта придавала шлакамъ большую жидкость, а крица при ней становилась мягче и болѣе удобна для плющенія.

Смѣсь всѣхъ вышепоименованныхъ веществъ, въ количествѣ, соответствующемъ тремъ пудамъ руды, располагалась въ видѣ кучи на поду пудлинговой печи, гдѣ ее прогрѣвали около 20 минутъ, при чемъ регистръ, т. е. клапанъ на верху дымовой трубы, оставался закрытымъ. Затѣмъ вокругъ кучи размѣщали 12 пудовъ чугуна въ свинкахъ. Этотъ послѣдній, расплавляясь, содѣйствовалъ возстановленію находящейся въ рудѣ окиси желѣза, и когда это было достигнуто, то пудлинговый мастеръ продолжалъ работу обыкновеннымъ путемъ. Находили весьма полезнымъ, непосредственно передъ собираніемъ кипящей еще массы въ комъ, бросать на нее отъ 24 до 48 золотниковъ селитры. Это вещество, повышая мгновенно температуру, позволяло пудлинговому мастеру несравненно скорѣе скатывать массу въ крицы, и въ то-же время оно дѣлало шлаки болѣе легкоплавкими, чрезъ что проковка и плющеніе крицы могли происходить гораздо совершеннѣе. Во всемъ остальномъ про-

цессъ этотъ ни мало не отличался отъ обыкновеннаго пудлинговаго; также какъ и при немъ полученные болванки рѣзались на куски, складывались въ пакеты, проваривались и плющились въ различные сорта продажнаго желѣза. Потребный для этого процесса красный желѣзнякъ доставлялся изъ Ульверстона и окрестностей Воркингтона, а большая часть чугуна доставлялась изъ Шотландіи.

Получавшееся этимъ путемъ сортовое желѣзо было довольно однородно и вообще отличалось хорошими качествами; въ Ливерпулѣ и Карлизлѣ оно цѣнилось столько-же, какъ и желѣзо съ лучшихъ заводовъ графства Валлійскаго. Этимъ путемъ въ Воркингтонѣ было выдѣлано около 6250 пудовъ желѣза, но съ значительнымъ убыткомъ для завода. Трудно сказать положительно, происходила-ли значительная часть этого убытка единственно отъ самаго способа обработки, потому что заводъ Воркингтонъ существовалъ въ то время всего около десяти мѣсяцевъ и такимъ образомъ увеличенію этого убытка содѣйствовали всѣ тѣ затраты, часто совершенно непроизводительныя, которыя бываютъ положительно неизбѣжны при открытіи каждаго сколько-нибудь значительнаго завода. Къ тому-же надо прибавить, что каменный уголь изъ окрестностей Воркингтона не обладалъ достаточною для сварочныхъ печей пламенностью, вслѣдствіе чего потеря металла въ этихъ печахъ увеличивалась до предѣловъ, сильно превышавшихъ обыкновенную среднюю величину ея. Правда, что передъ закрытіемъ завода, этотъ угаръ желѣза былъ значительно уменьшенъ тѣмъ, что въ печь, во время провариванія въ ней пакетовъ, забрасывали смолу; но тѣмъ не менѣе способъ этотъ все-таки не могъ дать такихъ благопріятныхъ результатовъ, какіе получаютъ при обыкновенной передѣлкѣ чугуна въ желѣзо пудлинговымъ способомъ. Для приготовленія одного и того-же количества сортоваго желѣза, послѣдній способъ требовалъ все-таки значительно менѣе времени и работы, и вмѣстѣ съ тѣмъ не столь огромной затраты горючаго матеріала. Въ Воркингтонѣ, даже при самомъ хорошемъ ходѣ работы, рѣдко дѣлали втеченіи двадцати четырехъ часовъ болѣе десяти заправокъ руды и чугуна въ одну печь, а между тѣмъ расходъ на горючій матеріалъ, на жалованье рабочимъ и на необходимыя при этомъ способѣ другіе матеріалы, былъ вполне достаточенъ для производства несравненно большаго числа подобныхъ операцій обыкновеннымъ пудлинговымъ путемъ, и мы сомнѣваемся, чтобы эта передержка могла покрыться тою экономіею въ чугунѣ, которую можно соблюсти при способѣ Клея, и болѣе значительнымъ выходомъ желѣза. Этотъ выходъ представляетъ собою наиболѣе отрадное явленіе въ заводскихъ книгахъ; и въ самомъ дѣлѣ, вмѣсто 50 или 53 пудовъ пудлинговыхъ болванокъ, которыя въ началѣ получались изъ 62½ пудовъ чугуна и 15¾ пуд. краснаго желѣзняка, передъ закрытіемъ завода, изъ того-же количества употребленныхъ матеріаловъ дошли



до получения 62½ пудовъ пудлинговыхъ болванокъ, а у нѣкоторыхъ, наиболѣе ловкихъ пудлинговыхъ мастеровъ выходъ этотъ даже превосходилъ вѣсь употребленнаго въ заправку чугуна <sup>1)</sup>. Но не смотря даже и на этотъ выходъ все-таки способъ Клея оказался несостоятельнымъ, чему лучшимъ доказательствомъ служитъ фактъ, что хотя способъ этотъ, кромѣ завода Воркингтонъ и былъ введенъ еще на нѣкоторыхъ другихъ заводахъ, тѣмъ не менѣе онъ повсюду былъ скоро и оставленъ, не смотря на то, что срокъ выданной Клею привиллегіи уже давно окончился и слѣдовательно право пользоваться его изобрѣтеніемъ предоставляется каждому безвозмездно.

### Способъ Рентона.

Въ 1851 году, въ Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатахъ была выдана привиллегія Джемсу Рентону на приготовленіе ковкаго желѣза прямо изъ рудъ. Способъ этотъ былъ описанъ профессоромъ Вильсономъ въ его донесеніи британскому правительству о мануфактурной выставкѣ Соединенныхъ Штатовъ <sup>2)</sup>. Въ большемъ видѣ способъ этотъ былъ введенъ въ Чинчинатѣ, въ Огіо и въ Неваркѣ, въ Нью-Джерсей; профессоръ Вильсонъ посѣтилъ заводы обѣихъ этихъ мѣстностей и въ первой изъ нихъ нашелъ печи еще строящимися, но во второй—процессъ имъ былъ видѣнъ въ полномъ ходу. Употребляющіяся при немъ печи по виду весьма похожи на пудлинговья. На одномъ концѣ ихъ находилась камера, выложенная изъ огнепостояннаго кирпича и имѣющая 10 фут. высоты, 6 фут. длины и 7 дюймовъ ширины. Снаружи вокругъ этой камеры проходили каналы, отводящіе горячіе газы изъ печи, такъ что камера эта представляла собою какъ-бы огромную реторту или муфель. Ее наполнили 36 пудами смѣси, тщательно составленной изъ 20—25 проц. руды и 75—80 проц. каменнаго угля, тонко измельченныхъ. Все это нагаливалось, чтобы произвести возстановленіе руды. Возстановленную руду мало-по-малу выгружали черезъ низъ камеры на подѣ самой печи, гдѣ ее подвергали температурѣ вара и превращали въ комья, которые затѣмъ обыкновеннымъ путемъ проковывали и вытягивали въ полосы. При посѣщеніи заводовъ Вильсономъ, на нихъ обрабатывался красный желѣзнякъ, содержащій 35 проц. желѣза, а получаемыя крицы вѣсили около

<sup>1)</sup> Этотъ фактъ не лишень вѣроятія, потому что, напримѣръ, если предположимъ, что 62½ пуд. чугуна при передѣлкѣ въ желѣзо теряютъ 10 проц., то выходъ изъ нихъ пудлинговыхъ болванокъ будетъ равенъ 56¼ пуд., и если 15¾ пуд. краснаго желѣзняка, содержащаго 60 проц. желѣза дадутъ 9 пуд., то весь выходъ желѣза будетъ 65¼ пуд.

<sup>2)</sup> New-York Industrial Exhibition. Special Report of Professor Wilson. Presented to the House of Commons in pursuance of their Address of February 6-th, 1854.

2 пудовъ каждая. Впослѣдствіи было заявлено, что вѣсъ получающихся криць былъ доведенъ и до  $2\frac{3}{4}$  пудовъ.

По поводу этого способа Вильсонъ дѣлаетъ слѣдующее замѣчаніе: «Нельзя не сознаться, что мистеръ Рентонъ сдѣлалъ весьма много для того, чтобы ввести весьма практическій способъ непосредственнаго полученія ковкаго желѣза изъ рудъ. Правда, что операція была ведена лишь относительно въ небольшихъ размѣрахъ, и количество получаемого желѣза также было не велико; но тѣмъ не менѣе, если выводы, касательно выхода и стоимости работы, изъ этихъ опытовъ въ маломъ видѣ точны, то нельзя сомнѣваться, что увеличеніе надлежащимъ образомъ вмѣстимости и числа печей, обусловивъ собою большіе размѣры производства, принесло-бы и не малыя выгоды. Наибольшее затрудненіе при этомъ процессѣ, по моему мнѣнію, встрѣчается при скатываніи криць въ печи, при чемъ не успѣвшая возстановиться руда можетъ въ нихъ замѣшаться и чрезъ то затруднить работу подъ молотомъ».

Профессоръ Вильсонъ упоминаетъ еще объ одномъ довольно большомъ заводѣ, который строился въ то время въ Мотгавенъ, близъ Нью-Йорка, и на которомъ имѣли въ виду ввести привилегированный способъ Гервея, въ основаніяхъ совершенно сходный со способомъ Рентона. Магнитный желѣзнякъ и древесный уголь, оба въ видѣ крупнаго порошка, тѣсно между собою перемѣшиваютъ и помѣщаютъ эту смѣсь на наклонныя плиты жировика, образующія дно особой камеры, сообщающейся съ рабочимъ пространствомъ пудлинговой печи. Огонь, разведенный внизу камеры, доводитъ находящуюся въ ней смѣсь до краснаго каленія, а пламя, выходящее изъ сварочной печи, и скользящее по жировиковымъ плитамъ, облегчаетъ возстановленіе руды, которую затѣмъ заставляютъ скатываться на подъ пудлинговой печи и тамъ обыкновеннымъ путемъ превращаютъ въ крицы. Въ заводѣ этомъ въ то время строились четыре печи, изъ коихъ каждая могла производить этимъ способомъ по 312 пуд. желѣза въ сутки.

Кооперъ и Хивитъ (Hewitt) изъ Нью-Йорка доставили Перси отъ 26-го іюля 1855 года слѣдующее извѣстіе: «Вамъ быть можетъ не безынтересно будетъ узнать, что способъ Рентона не удался и что онъ, какъ мы то и предполагали, у насъ въ настоящее время совершенно оставленъ.»

Во Франціи, въ мѣстечкѣ Виллеттъ, въ окрестностяхъ Парижа, въ 1856—57 годахъ были также произведены опыты введенія способа Рентона, и здѣсь они привели не совершенно къ неудовлетворительнымъ результатамъ.

Повѣренный изобрѣтателя, пріѣхавшій во Францію съ тѣмъ, чтобы построить тамъ необходимые приборы и повести на первое время самый процессъ, не могъ выказать его практическихъ выгодъ, когда покойный Пайльетъ, металлургическіе труды котораго достаточно свидѣтельствуютъ объ его опытности, былъ призванъ къ продолженію этихъ опытовъ, результаты ко-

торыхъ мы считаемъ на столько интересными, что даемъ имъ мѣсто въ предлагаемой статьѣ.

По указаніямъ повѣреннаго Рентона, всѣ руды, идущія въ эту плавку, къ какому-бы роду онѣ ни принадлежали, должны были быть измельчаемы между цилиндрами и просѣиваемы на грохотахъ, дно которыхъ дѣлалось изъ желѣзнаго продиравленнаго листа, величина отверстій котораго = 7 линіямъ. Слишкомъ тонкое измельченіе руды повлекло-бы значительную трату денегъ и требовало-бы большаго труда, а между тѣмъ, въ такомъ видѣ, она, плотно слегаясь во время операціи въ печи, мѣшала-бы свободному прохождению черезъ нее газовъ и кромѣ того засоряла-бы каналы.

Построенная вышепоименованнымъ повѣреннымъ печь представляла также большую несообразность тѣмъ, что имѣла весьма тонкій чугунный подъ, подъ которымъ пролегалі чугунныя-же каналы, недостаточно широкіе для того, чтобы наружный воздухъ могъ свободно проходить по нимъ. При малѣйшей целовкости рабочаго, спая этого пода, находящееся непосредственно надъ каналами, забивались шлаками, чрезъ что выпускъ ихъ черезъ отверстіе, находящееся въ передней стѣнѣ печи, непосредственно подъ рабочимъ окномъ, встрѣчалъ весьма много затрудненій. Зольникъ печи былъ плотно закрытъ дверью, а необходимый для горѣнія воздухъ доставлялся въ него помощью вентилятора; колосники были устроены такимъ образомъ, что шлакующіяся при горѣніи каменнаго угля вещества засоряли ихъ весьма скоро, а между тѣмъ очистка ихъ была сопряжена съ большими затрудненіями.

Накопецъ, въ печи Рентона газы должны были проходить въ трубу съ стдушинами, а отсюда въ каналы, окружающіе камеру, гдѣ совершается возстановленіе, съ тѣмъ, чтобы, по выходѣ изъ послѣднихъ, снова соединиться въ одной общей невысокой трубѣ. Распредѣленіе пламени совершается при помощи особыхъ заслонокъ и небольшихъ сводчатыхъ перегородокъ, которыя въ числѣ трехъ помѣщались по всей высотѣ возстановительнаго отдѣленія. Повѣренный-же Рентона не построилъ вовсе этихъ перегородокъ, а поставленные имъ весьма тонкія чугуныя заслонки въ самомъ скоромъ времени сдѣлались негодными къ употребленію; и наконецъ труба, окончательно отводящая газы, по размѣрамъ слишкомъ мало соотвѣтствовала вмѣстимости прибора.

Результатомъ всѣхъ этихъ несообразностей было то, что возстановленіе руды, длившееся отъ трехъ до пятнадцати дней, не привело господина повѣреннаго ни къ какимъ практическимъ результатамъ и не дало даже ни малѣйшихъ теоретическихъ указаній.

Тогда Пайльетъ взялъ на себя продолженіе опытовъ. Прежде всего онъ измѣнилъ печь, придавъ ей видъ обыкновенной пудлинговой печи, сверху которой находилась особая камера, тѣхъ-же размѣровъ, какъ и самая печь.

Подобно послѣдней она была выстроена изъ огнестоящаго кирпича и имѣла около  $4\frac{1}{2}$  футовъ высоты. Въ этой камерѣ, нагреваемой выходящими изъ печи газами, были установлены на нѣкоторомъ разстояніи одна отъ другой вертикальныя реторты. Въ промежуткахъ между ними газы находили себѣ совершенно свободный проходъ. Сверху каждая изъ ретортъ была снабжена особой воронкой, а нижними концами онѣ все выходили въ одну общую воронку большихъ размѣровъ, имѣющую видъ опрокинутой усѣченной пирамиды. Эта послѣдняя воронка входила въ отверстіе, находящееся по срединѣ свода, покрывающаго пудлинговую печь, а нижній конецъ ея могъ быть запираемъ особой заслонкой. Верхніе края верхнихъ воронокъ выходили на платформу, образующую крышку камеры, такъ что нагрузка ретортъ рудою могла совершаться безъ всякой потери послѣдней. Во время же процесса эти отверстія воронокъ закрывались кирпичами, примазанными къ нимъ глиной. Зольникъ этой печи снабженъ вентилаторомъ, дѣлающимъ отъ 700 до 800 оборотовъ въ минуту, съ тѣмъ, чтобы усилить горѣніе газовъ въ печи во время нагрузки руды. Труба въ которую отводились окончательно газы, была снабжена заслонкой, которая во время этой нагрузки оставалась болѣе или менѣе совершенно закрытой.

Наполненіе ретортъ новымъ количествомъ руды производилось по мѣрѣ ихъ выгрузки. Въ каждую реторту заправляли отъ 1 до  $1\frac{1}{2}$  пудовъ измельченной пожеванной руды, смѣшанной съ угольнымъ мусоромъ и древесными опилками. Каждая заправка оставалась отъ 4 до 5 часовъ въ ретортѣ, и время это зависѣло отъ положенія послѣдней въ камерѣ, т. е. отъ болѣе или меньшей нагреваемости ея.

Единственныя наставленія, присланныя Рентономъ, кромѣ изложенныхъ въ его привилегіи, заключались въ слѣдующемъ: «Если обрабатываемыя руды содержать болѣе 10 проц. землистыхъ веществъ, то прибавляйте больше марганца, или поваренной соли. Въ то-же время, передъ выгрузкою руды изъ ретортъ въ печь прибавляйте къ ней желѣзной окалины, получающейся какъ подъ молотомъ такъ и при прокаткѣ болванокъ въ валкахъ. Эта послѣдняя чище первой, а все поименованныя примѣси вмѣстѣ обуславливаютъ образованіе лучшихъ шлаговъ.»

Отношеніе между рудою и углемъ Рентонъ опредѣляетъ въ 23 части угля на 100 частей руды, не упоминая о свойствахъ горючаго. Руда должна быть превосходныхъ качествъ, и если содержаніе въ ней марганца было ниже 4 или 5 проц., то его нужно было нарочно вводить въ нее, прибавляя въ то-же время  $\frac{1}{2}$  проц. поваренной соли. Соль эту растворяютъ въ водѣ и полученнымъ растворомъ кропятъ назначенную къ обработкѣ руду.

Результаты, полученные послѣ весьма многихъ неудачныхъ опытовъ во время девятимѣсячной плавки, дали возможность выработать и нѣкоторыя

необходимыя для процесса правила, которыя, по нашему мнѣнію на столько интересны, что вполне заслуживаютъ быть описанными.

*Подготовка руды.*—Послѣ обычной ручной разборки, которой обыкновенно подвергаются всѣ добытыя изъ рудника руды, и обжиганія ея, механическая подготовка руды должна заключаться въ ея дробленіи, сначала подъ молотомъ, а потомъ въ валкахъ, до состоянія грубаго порошка и въ просѣиваніи послѣдняго на грохотахъ.

*Возстановительныя реторты.*—Лучшей формой для этихъ ретортъ должно считать слегка пирамидальную, обращенную широкимъ основаніемъ внизъ.

*Пудлинговая печь.*—Подъ ея лучше устраивать не изъ шлага, а изъ сортированной руды, чтобы чрезъ то уменьшить угаръ желѣза. Размѣры печи должны сообразоваться съ свойствами руды и ихъ большею или меньшею плавкостью. Такимъ образомъ печь, построенная Пайльетомъ, превосходная для плавки рудъ изъ Зомморостро, должна была быть нѣсколько увеличена для плавки въ пей рудъ изъ Бона.

*Выходъ.*—При неблагоприятныхъ условіяхъ, при которыхъ производились первоначально опыты, выходъ желѣза въ крицахъ часто превосходилъ 30 проц.; иногда онъ доходилъ до 40, а время отъ времени, при особенномъ стараніи рабочихъ, онъ достигалъ даже и 50 процентовъ. Руды, оказавшіяся наиболѣе пригодными къ этой обработкѣ и дававшія лучшіе результаты, были желѣзняки изъ Зомморостро и съ острова Эльбы. Между тѣмъ руды, доставляемыя изъ Шера и Шампая никогда не приводили къ удовлетворительнымъ результатамъ. Безъ прибавки марганца и поваренной соли, но при хорошемъ ходѣ плавки и опытномъ и ловкомъ мастерѣ, количество получаемыхъ этимъ способомъ продуктовъ на  $\frac{1}{4}$  и даже на  $\frac{1}{3}$  превышало количество ихъ при каталанскомъ способѣ. Нѣкоторые опыты, хотя впрочемъ немногочисленные, показали какъ нельзя болѣе ясно, что если пудлинговать въ хорошо устроенной печи чугуны и вводить въ него, въ опредѣленный моментъ, руду изъ вышеописанныхъ возстановительныхъ приборовъ, то выходъ желѣза былъ несравненно болѣе значительный, и угаръ его былъ гораздо меньшій, нежели при обработкѣ одной руды.

Время пребыванія каждой руды въ возстановительномъ приборѣ должно было быть опредѣлено непосредственнымъ опытомъ; болѣе продолжительное пребываніе ея въ этихъ приборахъ влечетъ за собой излишній угаръ и шлакованіе желѣза. Слишкомъ мелкій, легкогорающій уголь почти не приводилъ ни къ какимъ результатамъ; слишкомъ плотный коксъ не возстановлялъ мягкія руды, но былъ превосходенъ для рудъ твердыхъ.

На основаніи своихъ опытовъ надъ способомъ Рентона, Пайльетъ дѣлаетъ слѣдующіе выводы: для обработкѣ по способу Рентона весьма пригод-

ны всѣ желѣзныя руды въ которыхъ количество кремнеземистыхъ началъ не превосходитъ 7 или 10 процентовъ. Получающееся при немъ желѣзо въ большей части случасвъ весьма жидковато. Выгружая-же возстановленную руду изъ ретортъ на слой расплавленного и нѣсколько уже обезуглероженаго чугуна, расположеннаго на коду отражательной печи, получаютъ желѣзо болѣе зернистое, а если подъ былъ высланъ болѣе или менѣе марганцовистыми рудами, то продуктомъ является сталь.

Примѣненіе этого способа не требуетъ никакихъ измѣненій въ обычныхъ работахъ пудлингованія; при извѣстныхъ устройствахъ и надлежащихъ рудахъ одинъ возстановительный приборъ можетъ снабжать обработанною въ немъ рудою двѣ печи, и кромѣ того жаръ теряющихся изъ него газовъ можетъ быть примѣненъ къ нагрѣву паровыхъ котловъ. Что-же касается экономическихъ расчетовъ, то надо замѣтить, что способъ этотъ, при рудахъ съ высокимъ содержаніемъ, и въ особенности если къ тому-же и каменный уголь находится не вдалекѣ отъ завода, представляетъ во многихъ отношеніяхъ большія преимущества касательно цѣны на получающійся продуктъ, а нѣкоторыя измѣненія въ приборѣ, сообразно мѣстнымъ условіямъ, могутъ эти преимущества еще значительно увеличить.

### Способъ Шено.

На первой международной выставкѣ въ Лондонѣ въ 1851 году, были между прочимъ выставлены такъ-называемыя *металлическія губки* (*éponges métalliques*), а равно и желѣзо и сталь, извлеченныя изъ этихъ губокъ безъ плавки рудъ <sup>1)</sup>. Губки эти представляли собой металлическое желѣзо, возстановленное изъ бурога желѣзняка помощью древеснаго угля, и имѣли видъ комьевъ, которые при треніи принимали металлическій блескъ и цвѣтъ желѣза. Въ это-же время, одинъ французскій металлургъ, дѣлая указанія на способъ Шено, которымъ были получены вышепоименованныя губки, высказалъ мнѣніе, что способъ этотъ въ особенности пригоденъ для приготовления литой стали, которая при этомъ обходится на 40 проц. дешевле Шеффилдской. Шено съ своими произведеніями появился также и на парижской всемирной выставкѣ въ 1855 году, гдѣ онъ получилъ большую золотую медаль за свое изобрѣтеніе, которому Лепле далъ въ то время имя величайшаго открытія въ металлургіи за текущее столѣтіе.

Такая непомѣрная награда вызвала протестъ со стороны Туннера, про-

<sup>1)</sup> Official Catalogue, France, № 119.

фессора въ Леобенѣ, которому вполне сочувствовалъ также и сотоварищъ его Риттингеръ.

Въ 1862 году, на всемірной выставкѣ въ Лондонѣ снова появились образцы продуктовъ способа Шено, но здѣсь они вовсе не обратили на себя ни малѣйшаго вниманія.

Шено нашелъ себѣ въ высшей степени горячаго и обстоятельнаго біографа въ лицѣ Эдуарда Грато, который далъ также и весьма подробное описаніе производству литой стали по его способу <sup>1)</sup>. Изъ этого описанія видно, что процессъ Шено былъ водворенъ въ слѣдующихъ мѣстностяхъ: въ Баракальдо, близъ Бальбао въ Испаніи, 1852; въ Клиши-ла-Гареннь, близъ Парижа, 1855; въ Куйлье, близъ Шарльероа въ Бельгін, 1856, въ Поншарра, въ Изерскомъ департаментѣ, во Франціи, въ 1856, и въ Готмонъ, въ Норъ, во Франціи, въ 1857 г. Позднѣе способъ этотъ былъ испытанъ и на Уралѣ, въ Нижне-Тагильскомъ заводѣ. Здѣсь мы приводимъ, изъ Грато, описаніе этого способа въ томъ видѣ, какъ онъ былъ введенъ на заводѣ въ Готмонъ.

Если руда надлежащимъ образомъ чиста отъ природы, или доведена до такого состоянія предварительной подготовкой, и если она находится въ крупныхъ кускахъ, то ее дробятъ до величины 0.2 куб. дюйма; если-же руда имѣется въ видѣ тонкаго порошка, то ее прессуютъ, прибавляя при этомъ иногда къ ней около 3 процентовъ какихъ-нибудь восстанавливающихъ веществъ, наиримѣръ смолы. Въ такомъ состояніи ее нагружаютъ въ восстановительную печь, съ прибавкою къ ней древеснаго угля въ количествѣ больше, нежели сколько его нужно для восстановления всей находящейся въ рудѣ желѣзной окиси. На практикѣ, для руды, содержащей 55 проц. желѣза, прибавляютъ отъ  $1\frac{1}{4}$  до  $1\frac{1}{2}$  частей по объему угля, что по вѣсу составитъ 190 частей угля на 1000 частей руды.

Восстановительная печь выложена изъ кирпича и скрѣплена прочными желѣзными связями. Наружныя стѣны печи внизу имѣютъ вертикальное направление, а съ высоты 4 футовъ начинаютъ постепенно склоняться одна къ другой, такъ что въ общемъ видѣ вся печь представляетъ собою кубъ, на которомъ установлена усѣченная пирамида. Кубическая часть прорѣзана двумя широкими, подъ прямымъ угломъ пересѣкающимися галереями, перекрытыми сверху сводомъ; по срединѣ ея находится чугунный ящикъ служащій холодильникомъ для восстановленной руды.

Внутри пирамидальной части печи помѣщаются двѣ глиняныя вертикальныя камеры или реторты, имѣющія  $27\frac{3}{4}$  фут. высоты,  $6\frac{1}{2}$  фут. длины и  $1\frac{3}{4}$  фут. ширины. Въ эти-то камеры и засынается смѣсь руды съ углемъ, черезъ верхнее отверстіе, которое затѣмъ плотно закрывается чугунной крыш-

<sup>1)</sup> Revue universelle, Paris et Liège, 4-e livraison, p. 1—62 1859.

кой. Вокругъ этихъ камеръ располагается цѣлая система каналовъ, по которымъ движутся горячіе газы, развивающіеся въ особой топкѣ, устроенной въ томъ мѣстѣ печи, гдѣ находится соединеніе ея кубической и пирамидальной частей. Пройдя по каналамъ, газы соединяются на верху въ одной общей трубѣ и отводятся въ воздухъ или проводятся въ рудопожигальныя печи. Для облегченія выгрузки, лучше камеры или реторты, въ которыхъ совершается возстановленіе руды, устраивать не въ видѣ параллелопипедовъ, а придавать имъ нѣсколько пирамидальную форму, заставляя боковыя стѣны ихъ нѣсколько расширяться къ низу.

Такъ какъ губчатая масса возстановленнаго желѣза, выходя изъ только что описанныхъ ретортъ въ раскаленномъ состояніи на воздухъ, могла-бы снова окислиться, то въ предупрежденіе подобнаго неудобства и устроенъ въ нижней части печи тотъ холодильникъ (*refroidissoir*), о которомъ мы уже имѣли случай упомянуть выше. Холодильникъ этотъ устраивается изъ чугуна и часто стѣнки его дѣлаются двойныя, а въ остающемся между ними промежуткѣ постоянно циркулируетъ холодная вода. Дно холодильника образуетъ рѣшетка, составленная изъ 50 отдѣльныхъ колосниковъ, которые имѣютъ по  $\frac{3}{4}$  дюйма толщины и оставляютъ между собою такой-же ширины промежутки.

Непосредственно подъ холодильникомъ находится еще галлерей, въ которой по рельсамъ движутся особые вагоны. Дно этихъ вагоновъ подвижное и устроено такимъ образомъ, что при помощи особаго механизма, оно, не измѣняя своего горизонтальнаго положенія, можетъ постепенно двигаться въ вертикальной плоскости. Поднявъ дно до верхнихъ краевъ вагона, его совершенно плотно подносятъ къ рѣшеткѣ холодильника. Затѣмъ одинъ за другимъ выдергиваютъ колосники и такимъ образомъ губчатая желѣзная масса переходитъ непосредственно на дно вагона, которое послѣ того постепенно опускаютъ до надлежащей степени, такъ что все желѣзо весьма постепенно и незамѣтно перегружается изъ холодильника въ вагонъ, въ которомъ и отвозится къ сварочнымъ печамъ.

За одинъ разъ въ каждую реторту нагружаютъ  $91\frac{1}{2}$  пуд. обожженной руды и  $30\frac{1}{2}$  пуд. угля. Возстановленіе продолжается три дня, послѣ чего полученная губчатая масса желѣза пересыпается въ холодильникъ и остается тамъ также три дня, т. е. до тѣхъ поръ, пока новое взятое за-тѣмъ количество руды, засыпанное въ реторту, не дойдетъ до того состоянія, когда и оно можетъ быть пересыпано въ холодильникъ. Такимъ образомъ вся операція длится шесть дней, изъ коихъ три дня употребляются собственно на возстановленіе, а остальные три—на охлажденіе желѣзной, губчатой массы. Продуктомъ этой шестидневной операціи являются 67 пуд. губчатого желѣза и 6 пуд. неизрасходованнаго угля, прибавленнаго въ избыткѣ въ реторту.



Этотъ уголь заставляютъ лежать нѣсколько времени на влажномъ воздухѣ, чтобы растворилась зола, которая къ нему во время операціи пристала, а потомъ его снова пускаютъ въ дѣло въ одну изъ послѣдующихъ операціи. Для нагрѣванія ретортъ при каждой посадкѣ расходуется еще  $79\frac{1}{2}$  пуд. каменнаго угля.

Упогреблявшаяся здѣсь руда доставлялась изъ Зомморостро, въ Бискайѣ, въ Испаніи. Это была смѣсь изъ окиси желѣза съ его углекислой записью, содержащая 55 проц. желѣза.

Въ Баракальдо ежедневная производительность желѣза въ тамошнихъ печахъ простиралась отъ 970 до 1100 пуд. Изъ нихъ 625 пудовъ приготовлялись исключительно изъ губчатого желѣза, полученнаго по способу Шено, а остальные пудлинговались изъ смѣси этого желѣза съ чугуномъ. Зандбергъ говоритъ, что въ 1862 году были производимы въ Баракальдо опыты выдѣлки желѣза тремя слѣдующими способами: 1) по способу Шено; 2) пудлингованіемъ древесноугольнаго чугуна и 3) пудлингованіемъ чугуна, выплавленнаго на коксѣ. Соответственныя цѣны за тонну получаемаго желѣза были: 500 франковъ, 450 франковъ и 400 франковъ.

Руда, служившая на заводѣ Баракальдо матеріаломъ для полученія желѣза по способу Шено, доставлялась изъ Кампании, близъ Бильбао, и имѣла слѣдующій составъ:

Окиси желѣза . . . . .	80.60
Записи желѣза . . . . .	5.42
Окиси марганца . . . . .	2.00
Кремнезема . . . . .	2.00
Глинозема . . . . .	0.40
Извести . . . . .	слѣды
Углекислоты . . . . .	3.39
Влажности . . . . .	6.30
	<hr/>
	100.11

Если возстановленіе въ губчатой массѣ желѣза произведено окончательно, то продуктъ этотъ имѣетъ свѣтло-сѣрый цвѣтъ, металлическій блескъ, и обладаетъ такою мягкостью, что его весьма легко стругать ножомъ. Его можно зажечь на воздухѣ весьма легко простой спичкой и тогда онъ продолжаетъ горѣть уже самъ собою до полнаго окисленія всего находящагося въ немъ желѣза. Не вполне возстановленный продуктъ имѣетъ черный цвѣтъ и не способенъ ни рѣзаться ни горѣть.

Средній удѣльный вѣсъ хорошо возстановленной губчатой желѣзной массы не превосходитъ 1.25; онъ измѣняется сообразно свойствамъ руды, изъ которой продуктъ произошелъ, и температурѣ, при которой возстановленіе совершалось.

Способъ, который мы выше описали, называютъ способомъ *съ наружными* или *непрямыми нагревомъ*, въ отличие отъ другаго, гдѣ руда возста-новляется прямо токомъ проходящей черезъ нее закиси углерода <sup>1)</sup>, а не дѣйствіемъ твердаго угля. Печь для этого послѣдняго способа состоитъ главнѣйше изъ вертикальной, прямоугольной камеры, которая, подобно тому какъ и въ предыдущемъ способѣ, внизу сообщается съ холодильникомъ. Отличіе этой печи отъ ранѣе нами описанной заключается въ томъ, что возстановительная камера, внизу, непосредственно надъ холодильникомъ, сообщается съ двумя газовыми генераторами, расположенными у длинныхъ сторонъ камеры. Горючимъ матеріаломъ въ этихъ генераторахъ служитъ древесный уголь, а вдуваемый въ нихъ воздухъ имѣетъ  $\frac{1}{2}$  дюйма давленія по ртутному духомѣру и такимъ образомъ обуславливаетъ обильное содержаніе окиси углерода въ получающихся при этомъ продуктахъ горѣнія. Струя газообразныхъ продуктовъ поднимается въ возстановительной камерѣ между кусками находящейся тамъ руды и, выходя изъ колошника печи, сгораетъ надъ нимъ характеристическимъ голубымъ пламенемъ, если только она случайно не насытится водяными парами изъ руды. Пламя это съ успѣхомъ было примѣняемо для предварительной просушки руды. Давленіе поднимающихся въ возстановительной камерѣ газовъ должно быть на столько велико, чтобы часть ихъ могла выходить изъ камеры не сгорая, иначе воздухъ могъ-бы въ избыткѣ имѣть доступъ къ рудѣ и такимъ образомъ снова окислять успѣвшее уже возстановиться желѣзо.

Турангинъ сдѣлалъ нѣкоторое измѣненіе въ печи съ прямымъ возста-новленіемъ. По словамъ Зандберга эти печи были построены въ трехъ мѣст-ностяхъ близъ Бильбао и въ одной мѣстности во Франціи. Онѣ имѣютъ 20 фут. высоты, а стоимость работы въ нихъ обходится въ половину меньше противъ печей Шено, хотя начала, на которыхъ основаны обѣ печи, совершенно одни и тѣ-же. Подобно печи Шено, печь Турангина представляетъ собою вертикальную камеру, съ квадратнымъ сѣченіемъ. Съ двухъ противоположныхъ сторонъ ея, внизу, находятся газовые генераторы. Подъ печи лежитъ на 2 фута ниже тѣхъ отверстій, черезъ которыя притекаютъ въ камеру генераторные газы, и имѣетъ нѣкоторый наклонъ къ передней стѣнѣ, гдѣ находится выгрузное отверстіе. Во время работы отверстіе это плотно заперто и открывается лишь въ то время, когда нужно приступить къ выгрузкѣ металлической губки. Эта послѣдняя по наклонной плоскости сама собой

<sup>1)</sup> Свѣдѣнія объ этомъ способѣ заимствованы изъ Зандберга, который написалъ въ ноябрѣ 1862 г. донесеніе о способѣ Шено въ Штокгольмскій Совѣтъ желѣзныхъ промышленниковъ.

скатывается къ отверстию, а отсюда въ чугунный холодильникъ, гдѣ, въ предупрежденіе окисленія, ее засыпаютъ золой. Дно холодильника, какъ и въ предыдущихъ случаяхъ, устраивается изъ подвижныхъ полосъ, вынимая которая, выгружаютъ изъ холодильника металлическую массу. Въ каждой такой печи можно выдѣлывать въ недѣлю до 1200 пуд. желѣзной губки, которую въ тотъ-же промежутокъ времени провариваютъ въ горну на древесномъ углѣ, получая 50 проц. желѣза.

Этотъ древесноугольный горнъ, служащій для свариванія металлической губки, по устройству совершенно похожъ на обыкновенный кричный. При проковкѣ губчатой массы изъ нея постоянно вырывается по всѣмъ направленіямъ голубое пламя. Если имѣется прокатное устройство, то прокованная подъ молотомъ крицы можно тотчасъ-же вытягивать въ полосы въ  $1\frac{3}{4}$  д. толщиной, и за тѣмъ рѣзать ихъ на куски, длиною въ 12 дюймовъ. Въ началѣ прокатки желѣзо бываетъ окружено голубымъ пламенемъ и оказывается въ высшей степени мягкимъ. Разрѣзанные куски складываются въ пакеты, провариваются въ обыкновенной сварочной печи, дѣйствующей каменнымъ углемъ и тогда вытягиваются во всевозможные сорта продажнаго желѣза.

Въ Баракальдо желѣзо Шено было въ большомъ почетѣ, употреблялось для выдѣлки подковъ и потому продавалось дороже обыкновеннаго пудлинговаго желѣза, не смотря на то, что оно не было далеко такъ однородно, какъ послѣднее. Желѣзо Шено, какъ говорятъ, отличалось своею мягкостью, жилковатостью и шелковистымъ изломомъ. Зернистый изломъ въ немъ являлся только какъ рѣдкое исключеніе. Въ краснокапильномъ жарѣ оно необыкновенно мягко и легко куется, при чемъ, даже при самой неосторожной ковкѣ, вовсе не даетъ рванишь.

Самъ Шено, какъ кажется, былъ совершенно ослѣпленъ достоинствами своего изобрѣтенія, которое онъ считалъ величайшимъ открытіемъ, не зная вѣроятно тѣхъ попытокъ, которыя еще раньше его были дѣлаемы Клеемъ и другими. Въ запискѣ, которую онъ представилъ комитету экспертовъ перваго класса на выставкѣ 1851 года, онъ говоритъ между прочимъ слѣдующее: «Возможность производить операцію надъ какими угодно рудами, въ какой угодно мѣстности и съ какими угодно мастерами, при весьма небольшомъ капиталѣ и простыхъ приборахъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ получать продуктъ превосходныхъ качествъ, отвѣчаетъ на всѣ экономическіе расчеты лучше, чѣмъ голыя цифры». Далѣе онъ вызывалъ всѣхъ заводовладѣльцевъ попробовать получить обыкновеннымъ путемъ даже хотя чугуны, посредственныхъ качествъ, съ тѣми расходами, съ какими онъ былъ въ состояніи, по его способу, приготовить прекрасныя желѣзо и сталь. Кромѣ цѣны на продуктъ, онъ брался примѣнить къ своему процессу какой угодно горючій ма-

теріалъ, при затратѣ лишь одной половины, противъ обыкновеннаго, кашитала. Читатель самъ можетъ сравнить это восторженное заявленіе изобрѣтателя—энтузіаста съ слѣдующимъ спокойнымъ и обдуманымъ мнѣніемъ компетентныхъ и не заинтересованныхъ людей.

Въ 1856 году, особая коммиссія, составленная изъ г.г. Комба, Реньо и Тирріа, представила французскому министру публичныхъ работъ рапортъ о приготовленіи желѣза и стали по способу Шено, изъ котораго мы приводимъ слѣдующее заключеніе:

«1. Литая сталь, приготовленная въ Клиши—ла—Гареннѣ, изъ рудъ Зом-моростро по способу Шено, имѣетъ прекрасныя качества и можетъ быть употребляема въ дѣло на равнѣ съ хорошею сталью, полученною изъ французскаго желѣза».

«2. Процессъ Шено, какъ кажется, съ усилѣніемъ можетъ быть примененъ къ приготовленію стали изъ нѣкоторыхъ богатыхъ рудъ, какъ французскихъ, такъ и заграничныхъ, на заводахъ, надлежащимъ образомъ для того расположенныхъ».

«3. Тѣмъ не менѣе невѣроятно, чтобы способъ этотъ, въ настоящемъ его видѣ, нашелъ себѣ съ выгодною примененіе къ приготовленію желѣза, кромѣ развѣ тѣхъ мѣстностей, гдѣ возможно по низкой цѣнѣ приобрести богатая желѣзномъ руды и гдѣ рабочій трудъ цѣнится весьма дешево».

Почти нѣтъ надобности и говорить, какое огромное значеніе долженъ имѣть отзывъ, подписанный столь знаменитыми инженерами, какъ тѣ, имена которыхъ мы привели выше.

Въ 1864 году дѣлали опыты надъ полученіемъ желѣза по способу Шено на Уралѣ, въ Нижне-Тагильскихъ заводахъ <sup>1)</sup>. Съ этою цѣлью здѣсь была устроена шахтная печь, 32<sup>2</sup>/<sub>3</sub> фут. вышиною, съ прямыми стѣнками, имѣвшая внизу горнъ, обложенный чугунными досками. На одной сторонѣ его были расположены двѣ фурмы. Противуфурменная стѣна была отъемная, съ цѣлью образовать отверстіе для выниманія готовыхъ крицъ. Процессъ совершался такъ: по надлежащемъ разогрѣвѣ печи въ нее производилась попеременная засыпь угля и руды, какъ это дѣлается въ доменной печи. По мѣрѣ сгоранія угля, руда опускалась и, вслѣдствіи дѣйствія на нее восстановительныхъ газовъ, переходила въ губчатое желѣзо, которое, при вступленіи въ горнъ, гдѣ поддерживалась высокая температура, уплотнялась и, привариваясь къ другимъ частицамъ восстановившагося желѣза, образовало крицы. Эти крицы, вѣсомъ около 10 или 12 пуд., вытаскивали изъ горна, обжимали подъ молотомъ, разсѣкали и передавали за тѣмъ въ сварочную фабрику для дальнѣйшей обработки.

<sup>1)</sup> *Технической Сборникъ*, 1868 г., № 14, стр. 211.

Чтобы судить о тѣхъ размѣрахъ, въ которыхъ г. Шено производилъ эти опыты, мы приводимъ здѣсь слѣдующія цифры: общая сумма расходовъ, произведенныхъ г. Шено на эти опыты, составляетъ 60 тысячъ рублей. Количество полученнаго его способомъ сыраго желѣза прямо изъ рудъ—20 тысячъ пудовъ. Количество выдѣланнаго изъ него сортоваго, шинно-плющильнаго желѣза—5 тысячъ пудовъ.

Главные результаты, полученные г- Шено, были слѣдующіе:

1. Полученное его способомъ желѣзо было весьма неудовлетворительнаго качества. Оно было во первыхъ не чисто, вслѣдствіе запутавшихся въ немъ частицъ пустой породы и шлака, и во вторыхъ, крайне неоднородно. Въ этомъ отношеніи его можно сравнить съ образующимися въ кричномъ горну жуками, или, въ пудлинговой печи, сырью. Оно представляло смѣсь частичекъ желѣза въ различной степени насыщенныхъ углеродомъ, изъ нихъ одиѣ варились, а другія, болѣе насыщенные, плавилась при сварочной температурѣ, отчего вся масса подъ молотомъ разсыпалась въ куски. Кроме того, выдѣланное этимъ способомъ желѣзо было жесткое и въ прокаткѣ, даже на самые легкіе сорта, его рвало. Изъ всей массы 20 тысячъ пудовъ приготовленнаго сыраго желѣза, едва-ли было получено до 5 тысячъ пудовъ шинно-плющильнаго желѣза, единственный сортъ, на который оно допущено было тагильскимъ заводоуправленіемъ.

2. Относительно экономіи трудно сказать что либо положительное. Тѣмъ не менѣе нельзя не сознаться, что опыты, въ этомъ отношеніи, далеко не оправдали возлагаемыхъ на способъ Шено надеждъ, такъ какъ нѣкоторая экономія въ горючемъ съ избыткомъ наверстывалась угаромъ желѣза, который доходилъ до 50 проц.

Загративъ такую громадную сумму на опыты, тагильское заводоуправленіе принимало всѣ мѣры, чтобы направить это дѣло, и, послѣ всесторонняго обсужденія этого вопроса, оно рѣшилось прекратить свои опыты, чтобы избѣгать по крайней мѣрѣ дальнѣйшихъ бесполезныхъ расходовъ.

Въ заключеніе вообще мы должны сказать, что при введеніи способа полученія ковкаго желѣза прямо изъ рудъ, при температурѣ, которая достаточна лишь для возстановленія находящейся въ рудѣ желѣзной окиси, весьма большая часть рудъ, какъ наприм. глинистые желѣзняки и пр., должны-бы были быть изъяты изъ употребленія. Эти руды содержатъ весьма значительное количество постороннихъ веществъ, которыя, будучи весьма тѣсно смѣшаны съ рудою, не могутъ быть выдѣлены изъ нея никакимъ механическимъ процессомъ. Само собою разумѣется, что вещества эти могутъ быть начисто удалены при дальнѣйшей обработкѣ губчатой желѣзной массы въ кузнечномъ горну, или въ отражательной печи; но въ такомъ случаѣ произойдетъ громадная потеря металла, вслѣдствіе образованія кремнекислой

закиси желѣза, и такимъ образомъ процессъ этотъ вовсе не будетъ представлять преимущества, напимѣръ, передъ каталанскимъ способомъ.

Въ рудѣ, которую желаютъ обрабатывать прямо на желѣзо по способу Шено, необходимо должны быть въ значительной степени развиты слѣдующія качества:

1. *Чистота*.—Присутствіе кремнезема влечетъ огромную потерю въ желѣзѣ при переработкѣ металлической губки въ сварочныхъ печахъ; магнезія можетъ быть удалена изъ желѣза лишь съ большими затрудненіями и при огромной затратѣ горючаго матеріала. Известь и марганецъ можно разсматривать какъ наименѣ вредныя примѣси, такъ какъ они обладаютъ способностью образовывать легкоплавкіе шлаки, не соединяясь, подобно кремнезему, съ желѣзомъ.

2. *Пористость*.—Руда не должна имѣть плотнаго сложенія, чтобы главный возстаповляющій дѣятель—окись углерода, могла свободно проникать въ массу. По этому наиболѣе пригодною рудою для прямого способа является бурый желѣзнякъ, который, теряя при нагрѣваніи содержащуюся въ немъ воду, дѣлается въ высшей степени сквашистымъ во всей своей массѣ. Плотный магнитный и красный желѣзняки возстаповляются несравненно труднѣе.

3. *Огнеупорность*.—Руда ни въ какомъ случаѣ не должна сама по себѣ плавиться при той температурѣ, при которой совершается возстаповленіе.

Крупность кусковъ идущей въ плавку руды также оказываетъ существенное вліяніе на результатъ операціи. Одинъ крупный кусокъ руды потребуетъ для своего возстаповленія несравненно болѣе времени, нежели тотъ-же кусокъ, но разбитый на части мелкія, потому что въ послѣднемъ случаѣ несравненно большая поверхность представляется дѣйствию возстаповляющихъ газовъ. Но съ другой стороны, это условіе, столь благоприятно дѣйствующее на возстаповленіе руды, влечетъ за собой и излишній угаръ желѣза при переработкѣ металлическихъ губокъ въ крицы, потому что здѣсь оно предоставляетъ ту же большую поверхность и окисляющему дѣйствию. Такимъ образомъ, при свариваніи въ крицы металлической губки, отдѣльныя частицы которой имѣли величину, равную бобовымъ зернамъ, угаръ оказался на 28 проц. менѣе, нежели при обработкѣ, при совершенно одинаковыхъ условіяхъ, губки, частицы которой равнялись по величинѣ мелкимъ орѣхамъ.

Зандбергъ даетъ весьма важный совѣтъ при процессѣ Шено, подмѣшивать къ идущимъ въ плавку кускамъ бураго или краснаго желѣзняка отъ 15 до 20 проц. рудной мелочи. Эта послѣдняя должна быть предварительно спрессована. Въ Готмонѣ, Зандбергъ видѣлъ машину, построенную для такого прессованія, которая дѣйствовала весьма успѣшно, между тѣмъ какъ на другихъ посѣщенныхъ Зандбергомъ заводахъ, гдѣ также былъ введенъ способъ

Шено, рудная мелочь въ дѣло не шла вовсе. При этомъ должно замѣтить, что прессованіе возможно только надъ тѣми рудами, которыя содержатъ мало гигроскопической влажности.

Зандбергъ нигдѣ не могъ наблюдать однороднаго и полнаго возстановленія руды при процессѣ Шено. По всей вѣроятности причина такого явленія заключается не столько въ различной крупности употребленныхъ въ дѣло рудныхъ кусковъ, сколько въ ихъ неодинаковой плотности. И дѣйствительно, часто въ одной и той-же мѣстности находятъ бурый желѣзнякъ, отдѣльные куски котораго весьма между собой разнятся въ этомъ отношеніи. По словамъ Зандберга, ему никогда не удавалось видѣть, чтобы вся руда при процессѣ Шено была возстановлена за одну операцію, но напротивъ того, всегда получающуюся металлическую губку сопровождаетъ и невозстановленная руда, которую необходимо отбирать, съ тѣмъ, чтобы потомъ снова пускать въ возстановительную камеру. Опытъ показалъ впрочемъ, что этимъ процессомъ можно возстановить за одинъ разъ и всю массу руды, стоитъ только ее подвергнуть болѣе продолжительному дѣйствию возстановляющихъ газовъ; но только расходъ горючаго матеріала при этомъ становится такъ непропорціонально великъ, что заводчики находятъ несравненно болѣе выгоднымъ примириться съ неудобствомъ неполнаго возстановленія.

### Способъ Йятеса.

Предложенный Йятесомъ (Yates) способъ полученія ковкаго желѣза прямо изъ рудъ, и описанный имъ въ отдѣльной брошюрѣ <sup>1)</sup>, въ основаніяхъ своихъ совершенно сходенъ съ выше нами описанными способами. Возстановленіе рудъ совершается накаливаніемъ смѣси ихъ съ углистыми веществами въ приборѣ, который представляетъ лишь нѣкоторое видоизмѣненіе прибора Шено. Разница между обоими этими способами заключается въ слѣдующемъ: 1) въ то время какъ Шено нагрѣвалъ свои возстановительныя камеры пламенемъ, развивающимся въ обыкновенныхъ печахъ съ рѣшетками, Йятесъ примѣняетъ къ своему прибору исключительно газовыя печи, въ генераторахъ которыхъ развивается окись углерода; и 2) возстановительная камера Шено имѣетъ прямоугольную форму и выложена изъ огнестойкаго кирпича, между тѣмъ какъ возстановительный аппаратъ Йятеса состоитъ изъ трехъ глиняныхъ ретортъ, вертикально установленныхъ одна на другой и

<sup>1)</sup> Iron and Steel: on some Points of Economy in their Manufacture. By Frederick Yates, 1860; p. 23. Vacher and Sons, 29, Parliament Street, London (Желѣзо и сталь: о нѣкоторыхъ экономическихъ пунктахъ въ ихъ приготовленіи).

соединенныхъ между собой глиняными-же муфтами; въ поперечномъ разрѣзѣ онѣ имѣютъ овальную форму.

Самъ Йятесъ дѣлаетъ слѣдующее описаніе своему возстановительному прибору: Возстановительная и цементовальная печь для желѣза состоитъ изъ двухъ вертикальныхъ шахтъ или камеръ, устроенныхъ изъ огнепостоянной глины и имѣющихъ отъ 30 до 35 фут. высоты и вмѣстимость, достаточную для 1800 до 2500 пуд. руды, которая опускается въ печи со скоростью 1 или 1½ футовъ въ часъ, сообразно ея сложенію и согласно свойствамъ металла, который желаютъ получить. Камеры эти нагрѣваются снаружи газами, развивающимися въ четырехъ генераторахъ, расположенныхъ у длинныхъ сторонъ каждой изъ овальныхъ камеръ. Пламя касается камеры только начиная съ разстояніи 10 футовъ отъ дна, а часть камеры, лежащая ниже этой точки, замѣняетъ собою холодильникъ, въ которомъ возстановленная руда остается втеченіи нѣкотораго времени передъ выгрузкой. На верху каждой камеры находится особая воронка, герметически запирающаяся двумя заслонками, а внизу находится выгребное отверстіе, которое также снабжено двойною заслонкою, такъ что ни при нагрузкѣ печи, ни при освобожденіи ея отъ возстановленной руды, воздухъ не можетъ проникать во внутренность шахты. Въ промежуткѣ между обѣими камерами находится трубы, служащія для нагрѣва воздуха, необходимаго для сгоранія газовъ. Это примѣненіе нагрѣтаго воздуха введено здѣсь какъ для того, чтобы имѣть возможность соблюдать экономію въ горючемъ, такъ и для того, чтобы быть въ состояніи по мѣрѣ надобности, усиливать жаръ въ приборѣ. Воздухъ доставляется двѣнадцатисильною паровою машиною, и давленіе его измѣняется, сообразно свойствамъ горючаго матеріала, отъ ½ до 1½ футовъ.

Руда поступаетъ въ печь въ видѣ кусковъ, крупность которыхъ измѣняется отъ величины куриного яйца до грѣцкаго орѣха. Кускамъ угля придается нѣсколько меньшая величина, съ тѣмъ чтобы онъ постоянно выполнялъ собою промежутки между кусками руды. Уголь и руда тѣсно между собою перемѣшиваются до поступленія въ печь; количество твердаго угля находится въ зависимости отъ свойствъ руды, и должно быть таково, чтобы вполне быть достаточнымъ для возстановленія всей заключенной въ рудѣ окиси желѣза; нѣкоторый избытокъ его въ этомъ случаѣ не мѣшаетъ. Чтобы привести свой процессъ по возможности въ аналогію съ доменной плавкой, чтобы облегчить возстановленіе и цементованіе желѣза, и наконецъ, чтобы обусловить присутствіе синеродистыхъ соединений, столь необходимыхъ для полученія стали, а также, нѣтъ сомнѣнія, и желѣза (?), Йятесъ пускаетъ нѣкоторую часть генераторныхъ газовъ прямо въ камеру. Такая печь представляетъ собою какъ-бы половину коксовой доменной печи, т. е. около 20 фут. высоты. Нагрѣваніе въ этой печи никогда не слѣдуетъ доводить до



такой степени, чтобы руда могла размягчаться и принимать тѣстообразный видъ. Въ этой печи и заканчивается первая операція.

Второй приборъ, назначенный для плавки возстановленныхъ рудъ, содержащихъ металлическое желѣзо, представляетъ собою большихъ размѣровъ двойную пудлинговую печь, съ двумя газовыми генераторами и имѣющую на надлежащей высотѣ выпускное отверстіе, черезъ которое является возможность выпускать образовавшіеся шлаки. Подъ отражательной печи долженъ быть расположенъ ниже горизонта рабочаго окна. Образующіеся при этомъ шлаки должны по составу по возможности приближаться къ кремнекислой закиси желѣза. Для полученія ихъ прибавляютъ къ возстановленной рудѣ, въ надлежащей пропорціи извѣстные флюсы. Обожженная известь, и сырая, или также пожженная желѣзная руда, представляютъ собою вещества крайне недорогія, а между тѣмъ удовлетворитъ предназначенной цѣли какъ нельзя болѣе.

Возстановленная, т. е. содержащая металлическое желѣзо, руда съ надлежащимъ флюсомъ насаживается въ вышепоименованную пудлинговую печь, и здѣсь весьма постепенно, при постоянномъ помѣшиваніи, доводится до температуры вара пламенемъ газовъ, вовсе не содержащихъ свободного кислорода. По прошествіи приблизительно 30 минутъ вся масса становится уже расплавленной, а образующіеся шлаки дѣлаются весьма жидкими. Эти послѣдніе выпускаютъ изъ печи, оставляя ихъ впрочемъ тамъ все-таки на столько, чтобы они могли собою совершенно покрывать желѣзную массу, которую скатываютъ въ крицы, проковываютъ и прокатываютъ въ мильбарсъ общепринятымъ порядкомъ.

Каждая пудлинговая печь снабжена воздуходувной машиной въ три лошадины силы. Вдуваемый воздухъ нагрѣвается жаромъ выходящихъ изъ печи газовъ, которыхъ кромѣ того еще вполне достаточно и для произведенія пара, необходимаго для дѣйствія только что поименованной трех-сильной воздуходувной машины. Четырехъ одиночныхъ, или двухъ двойныхъ подобныхъ пудлинговыхъ печей вполне достаточно для переработки всего желѣза, получаемаго въ одной возстановительной печи. Жаръ теряющихся изъ всѣхъ этихъ печей въ совокупности газовъ вполне достаточно для произведенія пара, необходимаго для 25-ти сильной машины, такъ что при содѣйствіи этого жара доставляется дутье и въ пудлинговую и въ возстановительную печи и кромѣ того еще подогрѣвается самый воздухъ. Такъ какъ возстановленная руда, поступающая въ пудлинговую печь, содержитъ металлическое желѣзо, которое не имѣетъ потребности въ обезуглероживаніи, то это обстоятельство сберегаетъ около  $\frac{1}{3}$  времени и по крайней мѣрѣ 50 проц. горючаго матеріала противъ того количества, какое необхо-

димо для полученія того-же количества желѣза обыкновеннымъ пудлинговымъ способомъ.

Касательно оригинальности своего способа Йятесь говорить слѣдующее: «До настоящаго времени никто еще не придумывалъ такого полного и совершеннаго способа какъ нашъ, гдѣ единственными и исключительными дѣятелями нагрѣванія, а отчасти и возстановленія и цементованія, при полученіи желѣза, стали и чугуна, являются газы. Точно также до настоящаго времени никѣмъ не было изобрѣтено для этой цѣли и прибора, который былъ-бы основанъ на началахъ, способныхъ находить себѣ примѣненіе въ столь обширныхъ размѣрахъ.»

Въ заключеніе Йятесь говорить: «очевидно, что нынѣшній способъ обработки, какъ бѣдныхъ, такъ и богатыхъ рудъ, вовсе нельзя считать рациональнымъ и экономическимъ, не смотря на то, что онъ въ настоящее время почти исключительно находится въ примѣненіи. Въ самомъ дѣлѣ: къ чему ковкое желѣзо превращать въ чугуны, чтобы послѣдній за тѣмъ снова съ значительными издержками и посредствомъ весьма трудной работы снова переводить въ ковкое состояніе? Къ чему руды, которыя сами по себѣ достаточно чисты, плавить на сѣрый чугуны, когда изъ нихъ можно прямо получать сталь прекрасныхъ качествъ? И наконецъ, если желаютъ получить чугуны, то зачѣмъ готовить его съ такой страшною затратой горючаго матеріала?»

Всѣ эти вопросы вполне естественны и поставлены были уже несравненно ранѣе г. Йятеса, но отвѣтъ на нихъ все еще не послѣдовалъ. Такъ какъ способъ свой г. Йятесь сдѣлалъ извѣстнымъ уже нѣсколько лѣтъ, а между тѣмъ онъ все-таки еще вовсе не приобрѣлъ права гражданства на практикѣ, то намъ остается опасаться одного, что и его постигнетъ та же участь, которая постигла и всѣ предшествовавшія ему изобрѣтенія въ этомъ родѣ.

### Способъ Гурлта.

Въ 1857 году, нѣкто Адольфъ Гурлтъ издалъ брошюру, подъ заглавіемъ: Выплавка чугуна на газѣ, или обработка желѣзныхъ рудъ при непрямомъ пользованіи горючимъ матеріаломъ <sup>1)</sup>.

Хотя главная задача поименованнаго сочиненія и заключается въ изложеніи способовъ, которыми, при посредствѣ генераторныхъ газовъ, можно было бы приготовить желѣзо наивысшей степени насыщенности углеродомъ,

<sup>1)</sup> Die Roheisenerzeugung mit Gas oder die Verhüttung der Eisenerze mit Indirecter Benützung des Brennmaterials. Freiberg. 1857.

т. е. чугуна, тѣмъ не менѣе способъ этотъ можетъ быть примѣненъ къ полученію и всѣхъ остальныхъ видоизмѣненій желѣза, начиная отъ самаго мягкаго полосоваго, до твердаго и хрупкаго зеркальнаго чугуна (1). На практикѣ весь процессъ этого способа подраздѣляется на двѣ операціи, изъ коихъ первая состоитъ въ возстановленіи и цементованіи желѣза до желаемой степени углеродомъ, а вторая—въ плавкѣ или свариваніи полученнаго въ первой операціи продукта и въ ошлакованіи содержащихся въ рудѣ землестыхъ примѣсей.

При изложеніи своего способа Гурлатъ исходитъ изъ слѣдующей основной точки: «Причина еще столь большаго несовершенства доменнаго процесса заключается главнѣйше въ томъ, что возстановленное въ доменной печи желѣзо непременно должно насыщаться въ извѣстной степени углеродомъ и образовать легкоплавкое соединеніе, безъ котораго продолжительный доменный процессъ невозможенъ. Для образованія этого легкоплавкаго соединенія, т. е. чугуна, желѣзо должно оставаться въ шахтной печи втеченіи надлежащаго времени и при надлежащей температурѣ, при чемъ весьма значительная часть горячаго матеріала расходуется непроизводительно. Попытки избѣжать этой напрасной траты, чрезъ составленіе легкоплавкой шихты и уменьшеніе количества горячаго матеріала въ колошѣ, влекутъ за собой постоянно сырой ходъ, вслѣдствіи котораго весь горнъ быстро наполняется жуками исплавкаго, сталеватаго желѣза, которые часто дѣлаютъ невозможнымъ продолженіе доменнаго процесса и заставляютъ останавливать операцію. Если-бы явилась возможность повышать въ доменномъ горну температуру на столько, чтобы расплавить это образующееся, при сыромъ ходѣ плавки, хотя и чистое, но бѣдное углеродомъ желѣзо, и поддерживать его долгое время въ жидкомъ состояніи, то это было-бы громадное усовершенствованіе въ доменномъ процессѣ: тогда можно было-бы получать въ доменной печи, въ случаѣ надобности, прямо сырцовую сталь, а не приходилось-бы готовить ее послѣдующей переработкой чугуна. Но такъ какъ этого на самомъ дѣлѣ достигнуть невозможно, при нынѣшнемъ устройствѣ доменныхъ печей, то слѣдовало обратиться къ прежнимъ сыродутнымъ печамъ, гдѣ время отъ времени образовавшіяся въ горну крицы или сталеватый чугунъ, могутъ быть съ удобствомъ вынимаемы.»

«Припомнимъ при этомъ, что главными возстановляющими дѣятелями въ каждой доменной печи являются газообразные продукты, а не твердый уголь, употребленный въ дѣло какъ горючій матеріалъ. Не будучи, при температурѣ доменной печи, ни плавкимъ, ни летучимъ, этотъ послѣдній способенъ дѣйствовать только на тѣ куски руды, которые находятся въ непосредствен-

1) Поименован. сочиненія, стр. 17.

номъ съ нимъ сопряженіи. Но такъ какъ водородъ признанъ несомнѣнно однимъ изъ сильнѣйшихъ восстанавливающихъ средствъ для окиси желѣза, то не можетъ быть никакого сомнѣнія, что газы, развивающіеся изъ сырого горючаго матеріала въ надлежащемъ генераторѣ, и состоящіе изъ водорода, углеродистаго водорода и окиси углерода, должны, при надлежащихъ обстоятельствахъ, не только исполнѣ, но даже и чрезвычайно быстро переводить находящуюся въ рудѣ окись желѣза въ металлическое состояніе.»

Преимущества, которыя представляетъ собою примѣненный для подобной цѣли газообразный горючій матеріалъ, Гурлтъ излагаетъ въ слѣдующихъ четырехъ пунктахъ:

1. Для этой цѣли можно употреблять какой угодно горючій матеріалъ, потому что во всякомъ случаѣ изъ него въ генераторѣ можно добыть или окись углерода, если матеріалъ этотъ обугленный, или окись углерода, водородъ и углеродистый водородъ, если матеріалъ этотъ сырой.

2. Такъ какъ при этомъ образующаяся во время процесса углекислота не переходитъ вновь на счетъ угля въ окись углерода, то такимъ образомъ происходитъ сбереженіе въ горючемъ матеріалѣ, доходящее до 50 процентовъ.

3. Содержащаяся въ горючемъ матеріалѣ вредныя примѣси, какъ напримѣръ сѣра, фосфоръ, мышьякъ и проч., остаются безъ всякаго вліянія на свойства получасмаго чугуна, такъ какъ при этомъ обрабатываемая руда и горючій матеріалъ находятся другъ отъ друга отдѣльно.

4. Можно, смотря по желанію, получать непосредственно изъ руды все отличія чугуна, стали и желѣза, потому что, по восстановленіи ея, является полная возможность подвергать ее большому или меньшему обуглероживающему дѣйствию на счетъ углеродистыхъ газовъ.

Такъ какъ восстановление и цементованіе руды требуетъ восстановительныхъ газовъ, имѣющихъ относительно невысокую температуру, а наоборотъ, дальнѣйшая плавка или свариваніе полученныхъ продуктовъ требуетъ температуры высокой, и газовъ, которые имѣли-бы среднія свойства, т. е. не оказывали-бы ни восстановительнаго, ни окисляющаго дѣйствія, то Гурлтъ и раздѣляетъ свой процессъ на двѣ операціи.

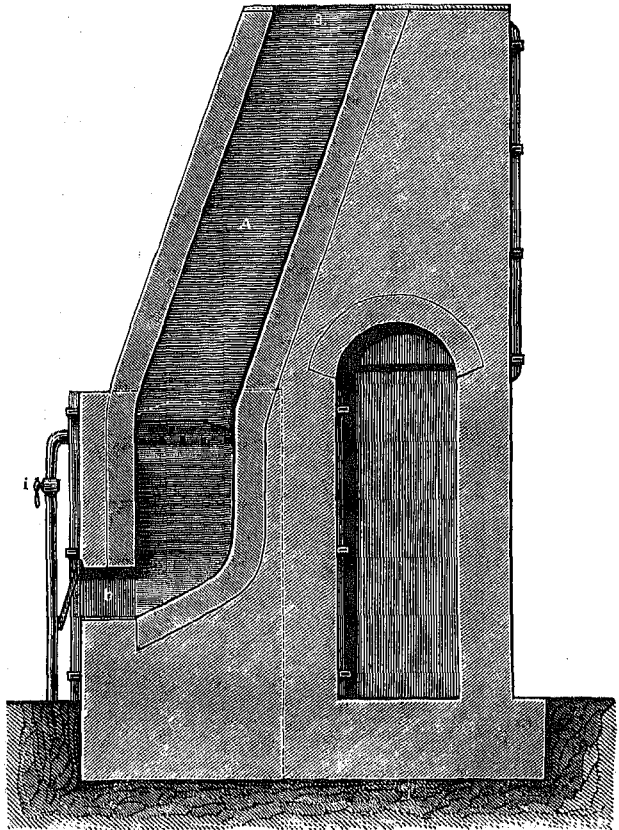
Фиг. 59 и 60 изображаютъ печь предложенную Гурлтомъ для восстановленія рудъ, а фиг. 61 и 62—его плавильную печь.

На фиг. 59 и 60 *A* изображаетъ восстановительную камеру, которую через *a* наполняютъ рудой, предварительно по возможности освобожденной отъ сопровождающей ее пустой породы. Въ случаѣ надобности, руда эта можетъ быть предварительно обожжена и по возможности равномерно измельчена. Отдѣльные куски ея могутъ имѣть величину отъ кулака до грѣцкаго орѣха, при чемъ мелкіе куски закидываются ближе къ задней стѣнѣ. Въ *B* находится окно, черезъ которое восстановленная руда выгребается изъ печи.

*B*—газовые генераторы, въ которые горючій матеріалъ закидывается черезъ *f*, а необходимый воздухъ вдвухается черезъ *e*. Отверстія *e* служатъ для очистки генераторовъ

Фиг. 59.

отъ золы; каналы *g* проводятъ въ печь развивающіеся въ генераторѣ газы, которые въ *h* смѣшиваются съ вдвухаемымъ сюда, и необходимымъ для ихъ горѣнія воздухомъ. Количествомъ притекающаго въ генераторы воздуха управляютъ при помощи крановъ и такимъ образомъ обуславливаютъ большее или меньшее развитіе газовъ. При этомъ до известной степени можно бываетъ опредѣлять время, въ которое руда восстанавливается и достигаетъ надлежащей степени насыщенности углеродомъ.



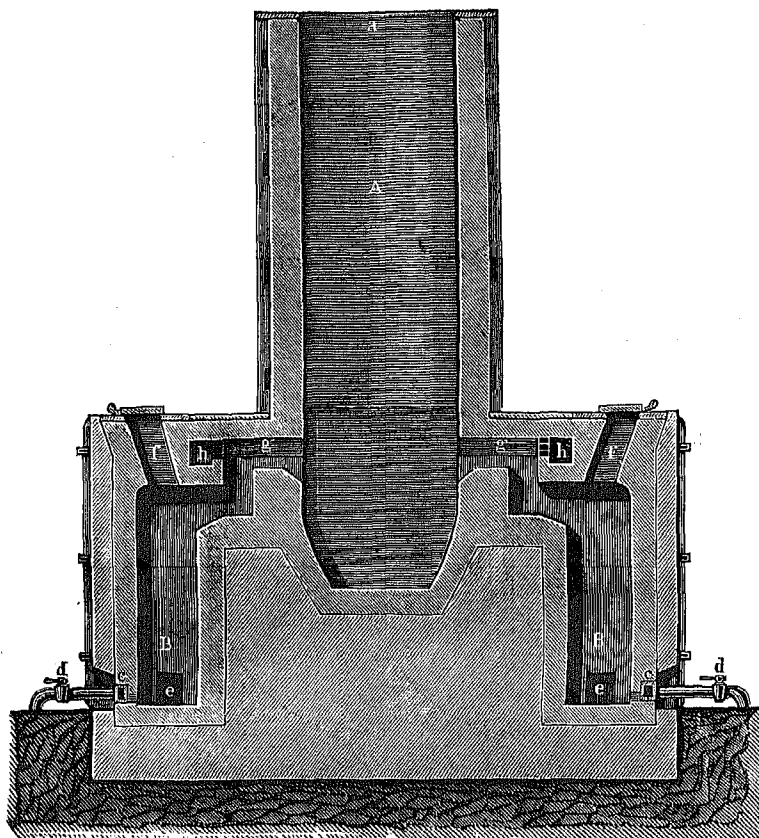
Въ части печи, лежащей ниже каналовъ *g*, восстановленная руда охлаждается, въ предупрежденіе могущаго иначе произойти въ ней окисленія, при вынутіи изъ печи.

Изображенная на фиг. 61 и 62 плавильная или сварочная печь имѣетъ также два генератора *B*, изъ коихъ горючіе газы проводятся въ рабочее пространство (*A*) пролетами *C*. Воздухъ, необходимый для развитія газовъ въ генераторѣ, вдвухается черезъ *e*, а необходимый для ихъ сожиганія—черезъ *g*; кромѣ того, если требуется нѣсколько окислительное дѣйствіе, то воздухъ можетъ быть пущенъ также и черезъ *e*.

Проектированный Гурлтомъ способъ до нѣкоторой степени привелъ къ благимъ результатамъ, и потому въ Испаніи и по настоящее время можно встрѣтить придуманные имъ приборы въ дѣйствіи. Между тѣмъ въ Боннѣ онъ положительно неудался. Первоначально, въ 1857 году, Гурлтъ самъ

построилъ на заводѣ Рейнбахеръ, въ 2 миляхъ отъ Бонна (1), возстановительную печь въ 36 футовъ высоты и газовую отражательную печь съ ци-

Фиг. 60.

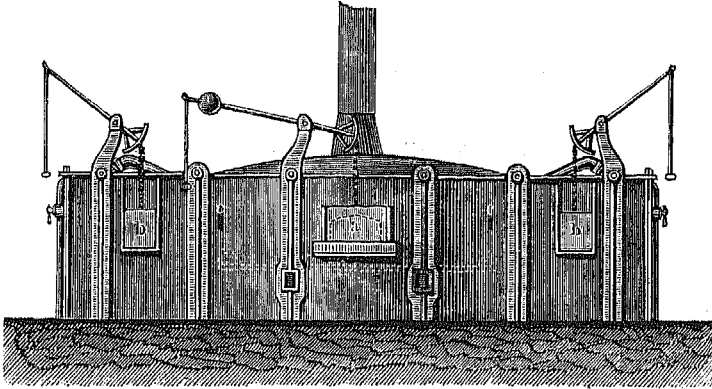


линдрическимъ мѣхомъ, который приводился сначала въ дѣйствіе наливнымъ колесомъ, а потомъ, за недостаткомъ воды, паровою двѣнадцатисильною машиною. Два генератора помѣщались по сторонамъ шахты возстановительной печи, а третій генераторъ доставлялъ горючій матеріалъ для отражательной печи. Матеріаломъ для полученія газовъ служила смѣсь дровъ и бурога угля. Шахта возстановительной печи была выложена изъ огнепостояннаго кирпича и имѣла овальный поперечный разрѣзъ. Употреблявшіеся для опыта руды были плотный красный желѣзнякъ и глинистый и кремнеземистый бурый желѣзнякъ. Первые опыты были произведены надъ краснымъ желѣзнякомъ, который, для разрыхленія, былъ перемѣшанъ съ известнякомъ. Остающійся за-

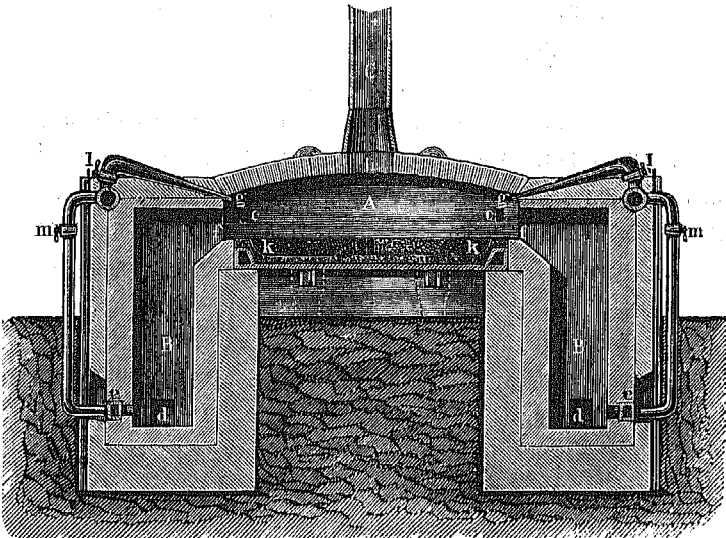
(1) Berggeist, 1859, № 56—57.

тѣмъ въ восстановленной рудѣ обожженный известнякъ служилъ флюсомъ при дальнѣйшей обработкѣ въ сварочной печи. Однако восстановление совершалось все-таки далеко неполно, по причинѣ слишкомъ большой плотности руды, часто въ печи происходили спеканіе и даже плавленіе руды, вслѣдствіе

Фиг. 61.



Фиг. 62.



чего образовались на печныхъ стѣнахъ шлаковыя настыли, которыя влекли за собой продолжительныя остановки въ работѣ. Восстановленная руда, въ видѣ кусковъ, крупность которыхъ измѣнялась отъ величины куриного яйца до двухъ кулаковъ, по охлажденіи до температуры темно-краснаго каленія, переносилась въ отражательную печь, гдѣ, послѣ двухъ-часоваго прокаливанія,

становилась совершенно жидкою. Шлаки спустили, оставивъ на поду печи желѣзо, которое предполагали при этомъ получить, и сдѣлали въ печь новую насадку возстановленной руды, которую подвергли также двухъ-часовой обработкѣ. Когда-же вслѣдъ за-тѣмъ снова спустили шлаки и хотѣли вынуть изъ печи желѣзо, которое предполагали здѣсь получить, то не нашли въ печи ничего, кромѣ черновато-сѣраго шлака, частью аморфнаго, частью кристаллическаго, который по виду былъ похожъ на обыкновенный пудлинговый шлакъ и въ массѣ своей не заключалъ ни одного металлическаго королька, ни блестки. Подобныя-же результаты получались и при всѣхъ послѣдующихъ опытахъ.

Тогда приступлено было къ опытамъ надъ вышепоименованнымъ убогимъ бурымъ желѣзнякомъ, который, по виду, казался способнымъ несравненно легче возстановляться, чѣмъ первоначально взятый красный желѣзнякъ. Но и здѣсь единственнымъ продуктомъ въ отражательной печи оказывался опять тотъ-же сѣровато-черный желѣзистый шлакъ, безъ малѣйшей примѣси металлическаго желѣза.

Поврежденія въ газовомъ генераторѣ и недостатокъ денежныхъ средствъ, заставили прекратить дальнѣйшіе опыты, не достигнувъ на первыхъ никакого положительнаго результата.

Главная неудача этихъ опытовъ заключалась въ томъ, что при нихъ все желѣзо совершенно переходило въ шлакъ; а это, въ свою очередь, происходило отъ двухъ причинъ, которыя, безъ сомнѣнія, дѣйствовали въ совокупности. Первая изъ этихъ причинъ — неполное возстановленіе находящейся въ рудѣ окиси, которая лишь частью переходила въ металлическое состояніе, частью-же превращалась въ закись съ окисью. Вторая причина заключается въ постепенномъ окисленіи возстановленнаго желѣза, частью во время выниманія изъ возстановительнаго прибора, частью-же при дальнѣйшей переработкѣ въ сварочной печи.

Такъ неудачно окончились здѣсь эти опыты, на которые Гурятъ возлагалъ столь твердыя и блестящія надежды, съ тѣмъ, чтобы водвориться въ другой мѣстности, гдѣ условія для нихъ оказались болѣе благопріятными. Въ Испаніи, въ Болуето, ввелъ способъ Гурята нѣкто Жюстино Делпонъ <sup>1)</sup>. Здѣсь проплавляется бурый желѣзнякъ изъ Санъ Хуанъ, въ Зомморостро, близъ Бильбао. Руда эта содержитъ около 65 проц. желѣза и 7 проц. влажности, и до того легкоплавка и такъ мало содержитъ примѣсей, годныхъ для образованія шлака, что почти даже неудобна для обработки въ доменныхъ печахъ.

Здѣшнія возстановительныя печи вовсе не отличаются существенно отъ

<sup>1)</sup> Berggeist, 1863, S. 256.



тѣхъ, которыя и первоначально были предложены Гурлтомъ (фиг. 59—60). Газъ получаютъ изъ буковаго и дубоваго угля. При температурѣ ярко-краснаго каленія, нагруженная руда возстановляется въ металлическую губку (*Espanja*), которая сохраняетъ наружную форму первоначальныхъ рудныхъ кусковъ и отличается отъ нихъ лишь своею скважистостью. Эти губки время отъ времени выгружаются изъ печи въ подставленные желѣзные тѣлѣжки и плотно засыпаются здѣсь золой. Въ такомъ видѣ онѣ остаются до совершеннаго охлажденія, съ тѣмъ чтобы воздухъ не касался ихъ въ то время, пока онѣ еще нагрѣты.

Втеченіи дня въ одной возстановительной печи обрабатываются три насадки, которыя всѣ вмѣстѣ составляютъ 220 пуд. руды; изъ этого количества получается  $144\frac{1}{3}$  пуд. губчатого желѣза, при расходѣ угля въ 57 пуд. Губчатое желѣзо проваривается въ каталанскомъ горнѣ. Его заправляютъ сюда заразъ въ количествѣ  $5\frac{1}{2}$  пудовъ и получаютъ изъ него 2 пуд. 32 фунта мягкаго желѣза, при затратѣ угля въ  $2\frac{3}{4}$  пуд. Такимъ образомъ, въ обѣихъ операціяхъ, на приготовленіе 100 частей полосоваго желѣза расходуется 285 частей сырой руды и 174 части древеснаго угля.

На основаніи этихъ данныхъ Гурлтъ дѣлаетъ слѣдующее заключеніе <sup>1)</sup>: хотя на такое-же количество полосоваго желѣза, получаемого обыкновеннымъ путемъ чрезъ пудлингованіе выплавленного въ доменной печи чугуна, потребно только 213 частей руды, за-то расходъ угля доходитъ до 295 частей, и потому онъ находитъ, что процессъ его можетъ быть съ положительною выгодой примѣненъ тамъ, гдѣ имѣется хорошая руда, а горючій матеріалъ цѣнится дорого.

Такимъ образомъ и для этого процесса также необходима чистая и скважистая руда. Металлическая губка, которую удалось надлежащимъ образомъ предохранить отъ дѣйствія воздуха во время охлажденія, можетъ быть затѣмъ проварена подъ прикрытіемъ древеснаго угля. Провариваніе-же ея въ печи, проэктированной Гурлтомъ, врядъ-ли когда-нибудь можетъ удалиться, потому что, не смотря на всѣ старанія, воздухъ все-таки будетъ врываться въ печь и въ высшей степени быстро окислять столь мелко раздѣленное желѣзо. Это будетъ почти неизбежно и тогда, когда генераторные газы сами по себѣ будутъ имѣть и возстановительныя свойства.

### Способъ Назарова.

Способъ этотъ состоитъ въ полученіи желѣза и стали переплавною въ вагранкѣ желѣзной руды, или-же желѣзной ломы; но какъ руда, такъ и ломъ

<sup>1)</sup> Zeitschrift der Vereins deutscher Ingenieure, 1865, S. 174.

смачиваются предварительно особою *секретною* жидкостью, дѣйствующею какъ реагентъ при расплавленіи названныхъ веществъ.

Для ближайшаго ознакомленія съ этимъ способомъ была составлена особая коммиссія, въ присутствіи которой Г. Назаровъ и производилъ свои опыты, въ 1868 г. 29 февраля, 1 и 4 марта, въ литейной С.-Петербургскаго Технологическаго Института <sup>1)</sup>.

Руды, служившія матеріаломъ при этихъ опытахъ, были болотныя. Образецъ руды, служившей для опытовъ 29 февраля, содержалъ, по опредѣленію Н. А. Иванова, 24 проц. желѣза, 20 проц. летучихъ и органическихъ веществъ и значительное количество окиси марганца. Образецъ-же руды, служившей для полученія желѣза при остальныхъ двухъ опытахъ, заключалъ до 52 проц. желѣза и 23 проц. летучихъ веществъ. Руды эти такимъ образомъ можно признать за хорошія, хотя впрочемъ разложеніе ихъ было сдѣлано надъ отдѣльными образцами, а не надъ генеральною пробой. Результаты опытовъ получились слѣдующіе: 29 февраля было употреблено 6 пуд. руды и два куля угля, т. е. около 2 пуд. 30 фунт.; при опытѣ 1 марта—8 пуд. руды и  $2\frac{1}{3}$  куля, или 3 пуд. 13 фунт. угля, а при опытѣ 4 марта  $15\frac{1}{2}$  пуд. руды и 5 или 4 кулей угля, не считая угля, образовавшагося отъ сгорания въ вагранкѣ дровъ, употребленныхъ на разогрѣвъ ея, такъ что во всякомъ случаѣ расходъ угля можно принять никакъ не менѣе 8 пудовъ.

Самый опытъ 4 марта шелъ въ такомъ порядкѣ: по разогрѣвѣ вагранки и наполненіи ея углемъ и рудою и по пускѣ дутья, вагранка дѣйствовала около одного часа, послѣ чего были выпущены шлаки, а черезъ четверть часа вынуты полученные въ вагранкѣ жуки желѣза, изъ которыхъ, повторявшеюся нѣсколько разъ въ кузнечномъ горну проваркою, были вытянуты двѣ полосы желѣза въ 0.6 дюйм. въ квадратѣ и около 20 дюймовъ длины; вѣсъ ихъ не былъ болѣе 7 или 8 фунтовъ. Кромѣ желѣза, употребленнаго на эти полосы, изъ вагранки выгребли еще нѣсколько мелкихъ жуковъ желѣза, количество которыхъ однако, вмѣстѣ съ полосами, не превышало  $1\frac{1}{2}$  пудовъ. Впрочемъ количество это опредѣлено приблизительно, на глазъ, а не точнымъ взвѣшиваніемъ.

Изъ этихъ данныхъ оказывается, что при опытахъ надъ способомъ Назарова было израсходовано на каждый пудъ полученнаго желѣза  $5\frac{1}{3}$  пуд. угля, или на 100 пуд. 533 пуда, не считая дальнѣйшаго расхода горючаго матеріала на переработку крицъ въ полосы.

При обыкновенномъ-же способѣ полученія желѣза расходъ угля среднимъ числомъ выходитъ: 1) на полученіе изъ 100 пудовъ желѣза, заключающагося въ рудѣ, чугуна въ количествѣ 95 пуд. необходимо употребить 120 пуд.

<sup>1)</sup> *Технической Сборникъ*, 1868, № 2, 16, 21, 22 и 25.

угля; 2) изъ 95 пуд. чугуна получается пудлинговымъ способомъ мильбарса  $86\frac{1}{2}$  пуд., при чемъ снова расходуется 40 пуд. угля; 3) изъ  $86\frac{1}{2}$  пуд. мильбарса выходитъ 73 пуд. односварочнаго желѣза, при новомъ расходѣ угля въ 45 пуд. Слѣдовательно, для полученія установленнымъ способомъ 100 пуд. мильбарса необходимо 200 пуд. угля, а для односварочнаго желѣза 280 пуд., тогда какъ по способу Назарова для полученія криць расходуется 533 пуда. Допустивъ, что крицы г. Назарова могутъ быть прокатаны въ мильбарсъ, подобно пудлинговымъ крицамъ, выходитъ, что расходъ горючаго при способѣ г. Назарова въ  $2\frac{1}{2}$  раза болѣе обыкновеннаго.

Кромѣ того, приведенныя цифры показываютъ, что при обыкновенномъ способѣ полученія желѣза, изъ 100 пуд. послѣдняго, заключавшагося въ рудѣ, получается  $86\frac{1}{2}$  пуд. мильбарса, а слѣдовательно теряется въ угарѣ и шлакахъ  $13\frac{1}{2}$  пуд. желѣза. По описаннымъ выше опытамъ, г. Назаровъ изъ  $15\frac{1}{2}$  пуд. руды получилъ около  $1\frac{1}{2}$  пуд. желѣза. Принимая это желѣзо уже прямо за готовый мильбарсъ, хотя конечно при превращеніи его криць въ это состояніе произошла бы еще новая потеря металла, и что руда содержитъ только 30 проц. желѣза, выходитъ, что въ  $15\frac{1}{2}$  пудахъ руды заключалось металлическаго желѣза 4 пуд. 24 фунт., получено-же его въ крицахъ  $1\frac{1}{2}$  пуда, слѣдовательно потеря составляетъ 3 пуд. 4 фунт. или почти 67.75 проц., вмѣсто обыкновенной въ 13.5 проц, т. е. ровно въ пять разъ болѣе.

И такъ, для полученія желѣза, г. Назаровъ расходуетъ, противъ обыкновеннаго способа, въ  $2\frac{1}{2}$  раза болѣе угля и теряетъ въ пять разъ болѣе желѣза въ угарѣ и шлакахъ.

Получаемый г. Назаровымъ продуктъ представлялъ въ большей части случаевъ смѣсь перегорѣлаго желѣза съ обыкновеннымъ, или-же сырымъ желѣзомъ, постоянно заключаая много шлаковъ и другихъ нечистотъ. Образцы-же получаемой имъ стали были или близки къ желѣзу, или-же мало походили на сталь и приближались къ чугуну.

Употребленіе г. Назаровымъ при процессѣ *секретной жидкости* совершенно непонятно, такъ какъ жидкость эта повидимому не оказываетъ положительно никакого вліянія на результаты.

Полученный при опытахъ шлакъ, по анализу Н. А. Иванова, оказался состоящимъ изъ:

Кремнезема и песку . . . . .	29.2 проц.
Желѣза металлическаго и въ видѣ закиси . . . . .	55.5 »
Натра . . . . .	0.5 »

Кромѣ того изъ небольшого количества угля, слѣдовъ фосфорной кислоты извести и магнезій.

Составъ этого шлака ясно доказываетъ, что секретная жидкость г. Назарова даже дурно предохраняетъ желѣзо отъ окисленія, а присутствіе 0.5 проц. натра даетъ поводъ думать, что жидкость эта была растворъ соды. Въ такомъ случаѣ она ничѣмъ не отличалась отъ жидкости, которая, какъ мы видѣли выше, была предложена Шено, при его способѣ.

6 іюля 1868 г. въ Колпинскомъ заводѣ была прокатана броня изъ назаровскаго металла. Желѣзо, доставленное г. Назаровымъ для этой брони было частью въ видѣ криць, 524 п. 35 ф., частью въ болванкахъ, 168 п., такъ что все его количество составляло 692 п. 35 ф. Изъ этого количества приготовлена броня въ 324 п. 10 ф., слѣдовательно угаръ составляетъ 368 п. 25 ф., или почти  $2\frac{1}{3}$  фунтовъ на пудъ. Что касается вязкости, то двусварочное желѣзо, приготовленное изъ назаровскихъ криць, рвалось при 26.6 тоннъ на квадрат. дюймъ и удлинилось при этомъ  $2\frac{11}{16}$  д. на футъ. Въ сварочной печи желѣзо это терпѣло весьма сильный варъ и при прокаткѣ было чрезвычайно мягко, какъ воскъ, такъ что способно было испытывать сильную осадку. Словомъ, при обработкѣ оно оказывало хорошія качества, но значительный угаръ, обусловливаемый главнѣйше сложениемъ криць и нечистотами, которыя въ нихъ содержатся, заставляеть сильно сомнѣваться на счетъ выгоды примѣненія его въ практикѣ.

Крицы г. Назарова представляютъ сильно ноздреватую массу и содержатъ внутри себя куски древеснаго угля. Эта послѣдняя примѣсь хотя и уменьшаетъ дѣйствительный угаръ желѣза, но тѣмъ не менѣе она вредна въ томъ отношеніи, что желѣзо, при прокаткѣ, можетъ выходить съ пузырями, а потому, чтобы сколько нибудь ослабить вредное вліяніе механически запутаннаго угля, необходимо крицы очищать, что требуетъ извѣстнаго количества труда. Крица, вслѣдствіе своей пористости чрезвычайно сильно горитъ, образуя весьма много шлаковъ. Шлаки эти жиже обыкновенныхъ сварочныхъ и скоро съѣдають подъ печи и соковикъ, что обусловливается богатымъ содержаніемъ въ нихъ окисловъ желѣза.

Угаръ при передѣлкѣ обжатой крицы, какъ и обыкновенно, уменьшается по мѣрѣ уплотненія желѣза. А именно: изъ всего доставленнаго желѣза, т. е. изъ 692 пуд. 35 ф. получено полоснаго, одно — и двусварочнаго желѣза только 392 п. 11 ф., такъ что угаръ составляетъ около 43.5 проц. При прокаткѣ этихъ полосъ въ листы, угаръ составляетъ около 7 проц., при прокаткѣ листовъ въ заготовку — около 6 проц., и наконецъ при прокаткѣ заготовки въ броню — 4.6 проц.

При сравненіи новѣйшихъ способовъ прямого полученія ковкаго желѣза изъ рудъ со старыми, нельзя не замѣтить одну особенность первыхъ, которая и составляетъ какъ-бы ихъ усовершенствованіе. Эта особенность заключается въ томъ, что здѣсь возстановленіе желѣзной окиси совершается, частью дѣйствіемъ твердаго углерода, частью газообразными продуктами, почти всегда *въ совершенно закрытомъ пространствѣ*; металлъ получается въ губчатомъ видѣ и передъ своимъ употребленіемъ въ дѣло требуетъ непременно предварительной обработки въ сварочной печи. Этимъ усовершенствованіемъ новѣйшіе изобрѣтатели желали какъ-бы уничтожить одинъ изъ главныхъ недостатковъ горновъ и сыродутныхъ печей, гдѣ возстановленное изъ руды желѣзо, подвергаясь, въ горячемъ еще состояніи, дѣйствію дутья, могло снова окисляться и переходить въ шлакъ. Однако, не говоря уже о томъ, что новые способы требуютъ несравненно болѣе сложныхъ приборовъ, нежели старые, они уступаютъ послѣднимъ еще и тѣмъ, что продуктъ при нихъ получается въ губчатомъ, т. е. весьма мелко раздѣленномъ состояніи, вслѣдствіе чего онъ долженъ непременно оставаться въ приборѣ до совершеннаго своего охлажденія, иначе онъ можетъ сгорать на воздухѣ. Эта необходимость такимъ образомъ заставляетъ совершенно даромъ терять то тепло, которое успѣлъ поглотить металлъ при своемъ возстановленіи.

Что касается до полноты возстановленія, то въ этомъ отношеніи какъ прежніе, такъ и новые способы имѣютъ одинаковые недостатки. Какъ въ тѣхъ, такъ и въ другихъ почти постоянными и одновременными продуктами являются невозстановленная руда, чистое желѣзо, сталь и чугуны, и образованіе ихъ въ этомъ случаѣ находится въ зависимости отъ столькихъ случайностей, что веденіе правильнаго процесса становится до крайности затруднительнымъ. Избѣжать полученія разнородныхъ продуктовъ можно было бы лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда, во-первыхъ, руда была-бы совершенно чиста, т. е. не заключала-бы въ себѣ ничего, кромѣ окиси и закиси желѣза, углекислоты и воды, и во-вторыхъ, когда получаемый продуктъ былъ-бы лишенъ возможности вновь поглощать кислородъ, или насыщаться углеродомъ. Но какъ тому, такъ и другому условію могутъ удовлетворить лишь случаи, представляющіе собой самое рѣдкое исключеніе. Во-первыхъ, даже самая тщательная подготовка руды не въ силахъ на чисто освободить ее отъ сопровождающихъ землистыхъ примѣсей, а несовершенно однородная величина кусковъ поступившей въ обработку руды уже вполне достаточна для того, чтобы обусловить неравномѣрное возстановленіе и насыщеніе углеродомъ. Такимъ образомъ эти условія и здѣсь могутъ быть исполнены нисколько не удовлетворительнѣе, какъ и въ сыродутныхъ горнахъ. Если работа ведется въ отражательной печи, то хотя и нечего опасаться вліянія вдуваемаго воз-

духа, тѣмъ не менѣе воздухъ, который неизбежно притекаетъ вмѣстѣ съ газами въ печь, вслѣдствіе теченія, обусловливаемого тягой, дѣйствуетъ весьма сильно на металлическое желѣзо, находящееся тамъ, въ особенности при началѣ операци, въ состояніи весьма мелкаго раздробленія. Количество же уходящаго въ шлакъ желѣза на счетъ сопровождающей руду пустой породы, при новыхъ способахъ никакъ не будетъ меньше того, которое шлакуется и при прежнихъ процессахъ.

И такъ, не будучи еще знакомы съ обыкновенными, нынѣ общепринятыми способами полученія желѣза и стали, о которыхъ мы будемъ говорить въ послѣдующихъ томахъ, мы уже и въ настоящее время не могли не замѣтить одного, весьма важнаго недостатка, выше нами описанныхъ способовъ, недостатка, который дѣлаетъ ихъ возможными лишь въ весьма рѣдкихъ и исключительныхъ случаяхъ, т. е. тогда, когда подъ руками можно найти запасы совершенно чистой и легкоплавкой руды.

При общеупотребительныхъ нынѣ способахъ добычи желѣза, гдѣ вначалѣ получаютъ чугуны, т. е. углеродистое желѣзо, которое уже послѣдующимъ процессомъ освобождается отъ углерода и сваривается, хотя также окись желѣза возстановляется ранѣ другихъ составныхъ частей руды, тѣмъ не менѣе здѣсь получившаяся металлическая губка находится совершенно удаленною отъ воздуха, или другихъ окисляющихъ веществъ. Напротивъ того, находясь въ средѣ возстановляющихъ газовъ, губка эта насыщается углеродомъ и переходитъ въ легкоплавкое, углеродистое соединеніе, которое, расплавляясь одновременно съ пустою породою и употребленными примѣсями, въ жидкомъ состояніи легко освобождается отъ ихъ. Въ способахъ прямаго полученія желѣза изъ рудъ, это отдѣленіе землистыхъ, ошлаковавшихся, веществъ требуетъ совершенно особой работы, во время которой весьма значительная часть возстановленнаго желѣза вновь окисляется и потому совершенно утрачивается. Такимъ образомъ можно сказать, что при прямыхъ способахъ полученія желѣза, освобожденіе его отъ пустой породы совершается на счетъ его количества, тогда какъ при непрямыхъ способахъ—оно происходитъ на счетъ его качества; въ первыхъ случаяхъ *теряютъ* желѣзо, въ послѣднихъ — *получаютъ его углеродистое соединеніе*. Потерянное желѣзо такъ и остается потеряннымъ, тогда какъ помощенный углеродъ легко выдѣлится процессомъ фришеванія. Самое отдѣленіе землистыхъ составныхъ частей въ непрямомъ способѣ совершается несравненно полнѣе, такъ какъ тамъ и желѣзо и шлаки находятся въ жидкомъ состояніи; въ прямыхъ же способахъ, оно встрѣчаетъ большія затрудненія, потому что желѣзо здѣсь имѣетъ тѣстообразный видъ. Въ первомъ случаѣ измѣненія температуры во время хода процесса оказываютъ лишь слабое вліяніе на количество получающагося продукта, такъ какъ здѣсь слѣдствіемъ этого является лишь боль-

шее или меньшее насыщение желѣза углеродомъ; въ прямыхъ-же способахъ уклоненіе температуры отъ нормальной степени влечетъ или спеканіе, или неполное возстановленіе, а какъ то, такъ и другое опять таки обусловливаютъ потерю желѣза. А эти измѣненія температуры въ особенности въ тѣхъ ограниченнхъ пространствахъ, которыя представляютъ собою приборы, служащіе для прямого полученія желѣза изъ рудъ, находятся часто въ связи съ такими случайностями, которыхъ избѣжать почти не представляется возможности. При непрямыхъ способахъ, въ доменныхъ печахъ почти не происходитъ потери металла, но оно неизбежно при фришеваніи; но здѣсь она все-таки никогда не достигаетъ тѣхъ предѣловъ, которые неизбежны при прямыхъ способахъ полученія желѣза. Если желѣзо не окисляется при фришеваніи чугуна, то оно частью снова можетъ быть возстановлено выдѣляющимся углеродомъ, какъ мы это подробнѣе объяснимъ въ статьяхъ о передѣлкѣ чугуна въ желѣзо. Жидкій чугунъ въ нудлинговой печи остается постоянно подъ слоемъ шлаковъ до тѣхъ поръ, пока обезуглероживаніе его не достигаетъ надлежащей степени, и полученное желѣзо остается въ видѣ тѣстообразной массы. При свариваніи-же желѣзной массы, полученной прямымъ путемъ, шлаки вытапливаются изъ нея лишь весьма постепенно и такимъ образомъ непокрытая или металлическая масса крайне долго остается подъ непосредственнымъ дѣйствіемъ окисляющаго воздуха.

Сравнивая между собой древніе и новѣйшіе способы прямого полученія желѣза изъ рудъ, мы видимъ, что выдѣленіе при нихъ землестыхъ веществъ можетъ совершаться двумя путями:

1. Стараются получить на столько легкоплавкіе шлаки, чтобы они обращались уже въ жидкость при температурѣ лишь немного выше той, какая необходима для возстановленія желѣзной окиси. Этому правилу держались при всѣхъ древнѣйшихъ способахъ, какъ въ горнахъ, такъ и въ шахтныхъ печахъ. Но эта легкоплавкость обуславливается большимъ содержаніемъ въ шлакахъ закиси желѣза и слѣдовательно сопряжена съ потерю металла. Свариваніе въ этихъ случаяхъ производится въ тѣхъ-же приборахъ, гдѣ получается и желѣзная масса, при чемъ образовавшіеся шлаки дѣйствуютъ окисляюще на успѣвшее обуглеродиться желѣзо.

2. Возстановляютъ окись желѣза при относительно низкой температурѣ и затѣмъ уже, при болѣе сильномъ нагрѣваніи, освобождаютъ ее отъ землестыхъ примѣсей. Это есть основаніе новѣйшихъ способовъ прямого полученія. Такой путь требуетъ непременно двухъ различныхъ приборовъ, а потеря желѣза здѣсь происходитъ частью отъ первоначальнаго несовершеннаго возстановленія находящейся въ рудѣ окиси желѣза, частью вълѣдствіи окисленія металла во время свариванія. Выдѣленіе шлаковъ совершается крайце неполно.

Такимъ образомъ, при обыкновенныхъ обстоятельствахъ, ни старыя, ни новѣйшія способы прямого полученія желѣза изъ рудъ не могутъ получить всеобщаго распространенія въ промышленности. Они могутъ быть допущены лишь тамъ, гдѣ имѣются весьма богатая, чистая и притомъ легко возста-новимая руды, или, пожалуй, и тамъ, гдѣ находится руда средняго качества, но гдѣ за-то, вслѣдствіе богатства ихъ мѣсторожденій и дешевизны ихъ, огромная потеря желѣза не будетъ чувствительною. Только въ этихъ, край-не впрочемъ немногихъ, случаяхъ можно соблазниться относительно просто-тою и дешевизною приборомъ, необходимыхъ для прямого полученія желѣза изъ рудъ, да и то еще лишь тогда, когда вслѣдствіе недостаточно развитой промышленности вообще, требованія на желѣзо ограничиваются лишь весьма небольшими количествами.

КОНЕЦЪ ВТОРАГО ТОМА.