

## ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

Изслѣдованіе нѣкоторыхъ явленій при  
бееемерованіи еъ поверхноетнымъ  
дутьемъ.

К А П. О. Д А В Ы Д О В Ъ.

Еще Снелусъ въ своихъ изслѣдованіяхъ бैसेмеровскихъ газовъ <sup>1)</sup> обратилъ вниманіе на то, что они представляютъ собою, по своему составу, хорошее горючее; и дѣйствительно, приблизительно съ момента появленія пламени бैसेмеровскіе газы содержатъ значительное количество СО; но такъ какъ сгораніе СО въ СО<sub>2</sub>, относя на 1 вѣс. часть С, даетъ 5685 ед. тепла, то естественно ожидать, что если бы можно было сжечь СО бैसेмеровскихъ газовъ въ СО<sub>2</sub>, то количество выдѣленнаго въ конвертерѣ тепла должно было бы увеличиться, а температура внутри конвертера подняться.

На это обстоятельство обратили вниманіе два французскихъ инженера: Роберъ и Тропенасъ; оба они пришли къ мысли построить конвертеры съ боковымъ дутьемъ, при которомъ меньшее, чѣмъ при бैसेмерованіи, количество воздуха принимаетъ участіе въ реакціи непосредственнаго сжиганія составныхъ элементовъ чугуна, но, зато, кислородъ воздуха, не участвовавшаго въ упомянутой реакціи, служитъ для сжиганія выдѣляющейся изъ ванны СО въ СО<sub>2</sub>.

Роберъ въ своемъ конвертерѣ помѣстилъ фурмы такъ, что онѣ только на 1—2 дюйма покрыты металломъ, а въ теченіе части процесса и совершенно открыты, дутье же онъ считалъ желательнымъ использовать для перемѣшиванія ванны съ цѣлью ускоренія процесса; Тропенасъ совершенно не допускаетъ какъ дутья въ металлъ, такъ и перемѣшиванія ванны, считая, что они вызываютъ попаданіе шлаковъ въ отливки.

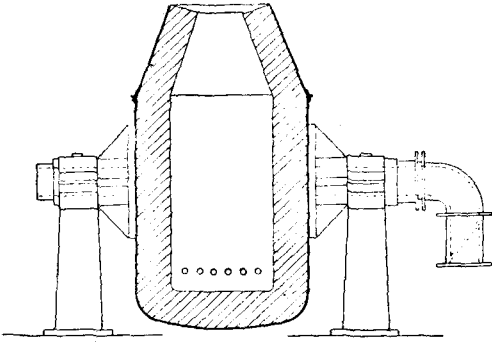
Такимъ образомъ появились два типа конвертеровъ съ боковымъ дутьемъ, причемъ конвертеръ Тропенаса (фиг. 4, 5 и 6) отличается отъ конвертера Робера (фиг. 1, 2 и 3), главнымъ образомъ, двумя рядами фурмъ (одинъ рядъ надъ другимъ) и ихъ направлеіемъ (симметричное у Тропенаса и винтовое у Робера); верхній рядъ фурмъ у Тропенаса имѣетъ особую воздушную коробку, соединенную отдѣльной трубкой съ воздухопроводомъ, подающимъ воздухъ въ коробку для нижнихъ фурмъ; при помощи особаго крана можно

<sup>1)</sup> Journal of the Iron and Steel Institute, 1871, Vol. II.

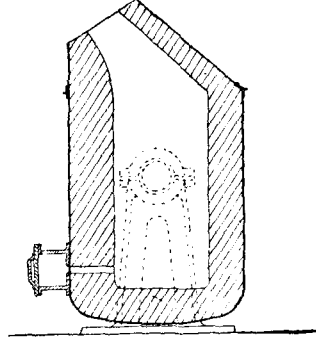
пустить и прекратить дуть въ верхнія фурмы, не прекращая дутья въ нижнія; верхній рядъ фурмъ устроенъ съ цѣлью подать нѣкоторое количество воздуха надъ поверхностью шлака, когда послѣдній подымается выше нижняго ряда фурмъ, для полного сжиганія С въ  $\text{CO}_2$ .

Но особенность эта не оказываетъ, какъ показала практика, существеннаго вліянія на ходъ процесса, въ виду чего на всѣхъ русскихъ заводахъ,

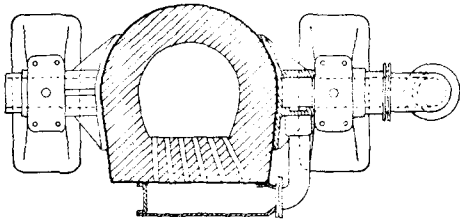
Фиг. 1.



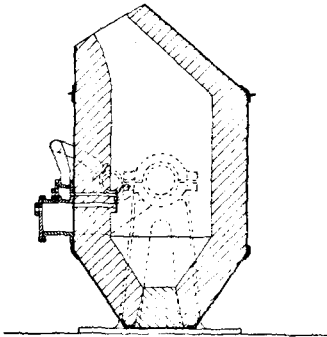
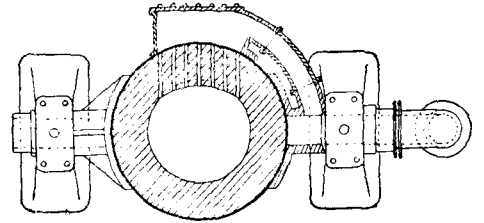
Фиг. 3.



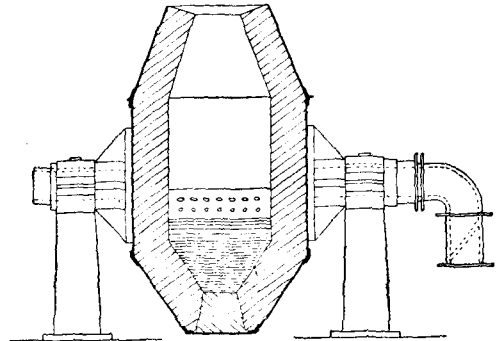
Фиг. 2.



Фиг. 4.



Фиг. 6.



Фиг. 5.

гдѣ былъ установленъ конвертеръ этой системы, для простоты ремонта, отказались отъ верхняго ряда фурмъ.

Если еще добавить, что характерная особенность конвертера Робера — винтовое расположеніе фурмъ — такъ-же примѣняются далеко не во всѣхъ конвертерахъ этой системы, въ виду ея несущественности, то въ итогъ получается одинъ типъ конвертера Робера—Тропенаса съ боковымъ дутьемъ, причемъ Роберъ расположилъ фурмы съ боку близко къ поверхности металла, а Тропенасъ наклонилъ конвертеръ и вывелъ фурмы изъ подъ металла, съ наклономъ къ его поверхности.

## I.

*Внешний вид* хода процесса при продувкѣ поверхностнымъ дутьемъ слѣдующій: вливаютъ въ горло конвертера чугуны; затѣмъ, опрокинувъ конвертеръ на спину, снимаютъ шлаки для лучшаго реагирования на поверхность металла вдуваемого воздуха, снова поднимаютъ конвертеръ, подводя фурмы къ поверхности ванны, но наблюдая, чтобы чугуны не попали въ фурмы; пускаютъ дутье.

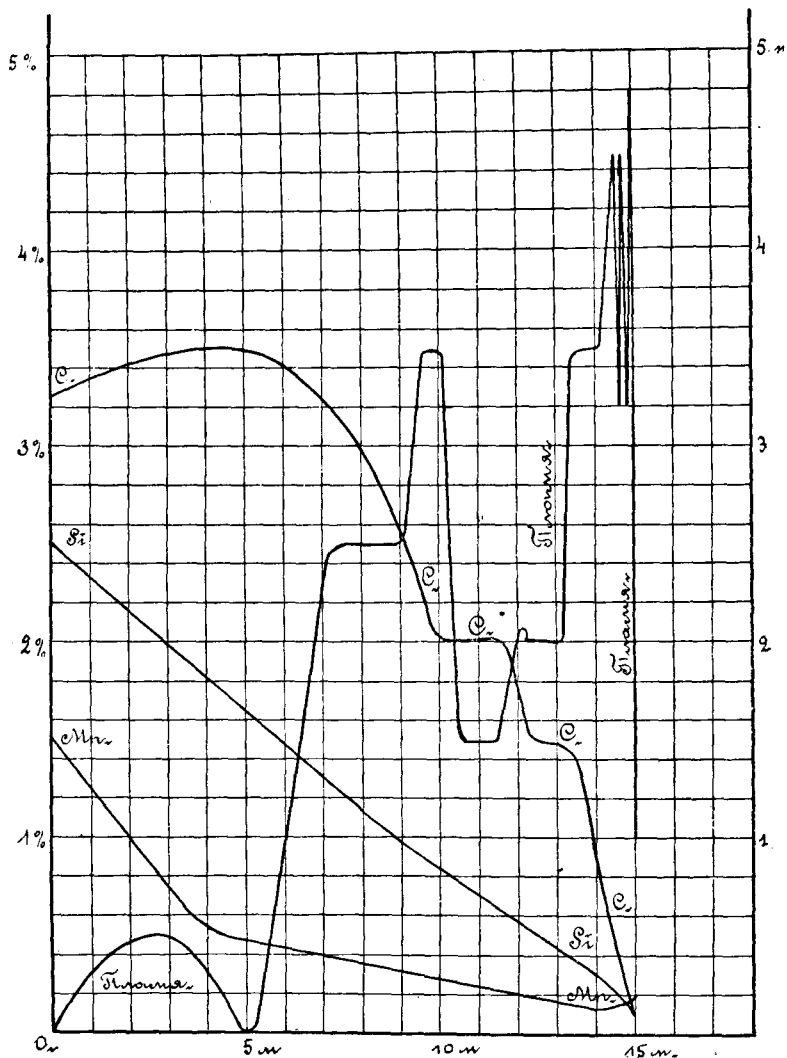
Начинается 1-й періодъ; онъ характеризуется наружнымъ шумомъ, снопомъ искръ, разсыпающихся звѣздками и красноватымъ дымомъ; въ это время пламя либо отсутствуетъ, либо—если и появляется, то—небольшое, красноватое и скоро снова прячется. Этотъ періодъ продолжается 3—10 мин., въ зависимости отъ состава и температуры чугуна и прогрѣва конвертера; но дальше снопъ начинаетъ свѣтлѣть съ корня и рѣдѣть, шумъ переходитъ въ гулъ и подымается въ тонъ, наконецъ изъ горла ясно показывается и растеть пламя, картина рѣзко мѣняется, — начался 2-й періодъ.

Пламя растеть, гулъ тоже растеть, снопъ искръ совсѣмъ почти пропадаетъ, черезъ 2—6 мин. по появленіи пламени начинается кипѣніе съ выбрасываніемъ шлаковъ, иногда очень энергичнымъ, а черезъ 2—3 мин. послѣ начала кипѣнія пламя достигаетъ maximum'a; дальше пламя понижается,—начинается 3-й періодъ.

Онъ продолжается 3—5 мин.; послѣ непродолжительнаго паденія, пламя снова растеть, иногда вытягивается даже больше, чѣмъ въ 1-й разъ и снова падаетъ, на этотъ разъ уже окончательно; иногда бываютъ еще промежуточные подъемы и паденія, сопровождающіеся даже вторымъ кипѣніемъ (это можно наблюдать при холодномъ ходѣ); но бываютъ и обратно, что процессъ имѣеть очень короткій 1-періодъ (безпламенный), а въ дальнѣйшемъ его ходѣ наблюдается лишь одинъ подъемъ и одно паденіе (такъ идетъ процессъ на мало кремнистымъ чугуны); вообще же при нѣсколькихъ подъемахъ они бываютъ иногда и очень отчетливы, но могутъ почти сливаться въ одинъ продолжительный (при горячемъ ходѣ).

Весь процессъ длится 10—30 мин. въ зависимости отъ состава чугуна. Конецъ процесса характеризуется почти полнымъ паденіемъ пламени и появленіемъ краснаго дыма; снова появляется снопъ искръ, но—неразсыпающихся звѣздками; звукъ ослабляется и понижается; дутье тогда прекращаютъ, но конвертеръ предварительно начинаютъ поворачивать, дабы шлакъ при остановкѣ дутья не бросился въ фурмы. Опрокинувъ конвертеръ, присаживаютъ сплавы, содержащіе С, Si и Mn, перемѣшиваютъ ванну и разливаютъ металлъ въ ковши, въ которые бросаютъ алюминій для раскисленія FeO.

Для иллюстраціи колебаній пламени привожу діаграмму (фиг. 7) изъ *Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses*, 1905 года (№ V, статья д-ра Веддинга); здѣсь ясно видны подъемы пламени на 10-ой мин. и на 14—15 мин., а паденіе между ними на 11—13 мин.



Фиг. 7.

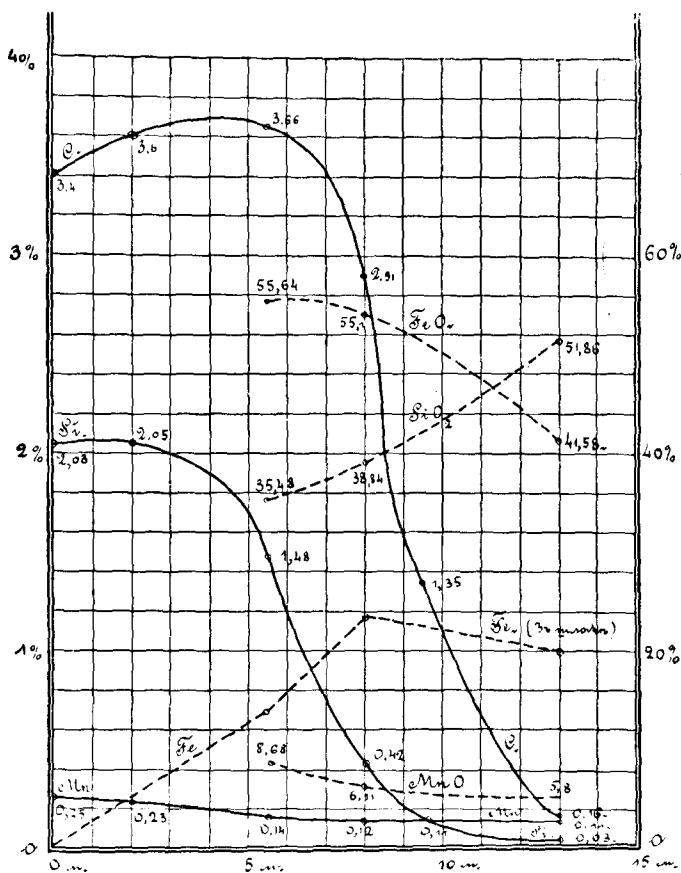
## II.

Приводимыя дальше диаграммы помогут намъ выяснитъ ходъ процесса. Диаграмма, представленная фиг. 8, построена на основаніи анализѣвъ металла и шлаковъ операціи № 55 СПБ. Арсенала, диаграмма фиг. 9 составлена по пробамъ металла 4-хъ операціи—№№: 193, 194, 195 и 196 ( $\frac{24}{II}$  06) того же Арсенала, близко подходящимъ одна къ другой, какъ по внѣшнему характеру и продолжительности процесса, такъ по начальному и конечному составу металла; пробы были взяты въ различные моменты плавокъ. Эта послѣдняя, комбинированная, диаграмма интересна тѣмъ, что въ ней пробы металла были взяты въ моменты наиболѣе характерныхъ переходовъ процесса и, потому, лучше рисуютъ измѣненія скоростей выгорания составныхъ частей ванны. Слѣдующая діагр. (фиг. 10) составлена изъ пробъ газовъ операціи № 509 СПБ. Арсенала.

Изъ этихъ діаграммъ можно вывести заключеніе, что въ теченіе пер- ваго (безпламеннаго) періода (фиг. 8 до 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub> мин., фиг. 9 до 7 мин.) С почти не выгораетъ, Si и Mn выгораютъ не особенно энергично; впрочемъ, гор- вніе Si усиливается подь конецъ періода.

Имѣя въ виду, что количество воздуха, вдвухаемаго вентиляторомъ въ единицу времени не измѣняется, благодаря регулятору машины <sup>1)</sup>, относи- тельно расхода кислорода воздуха можно сдѣлать два предположенія:

1) Кислородъ расходуется на горѣніе Fe въ FeO и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, что подтвер- ждаютъ: кривая угара Fe въ шлакъ (фиг. 8, на 6-ой мин., угаръ Fe въ



Фиг. 8.

шлакъ 0,7%) и красный дымъ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, сопровождающий первый (безпламенный) періодъ <sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Всѣ приводимыя данныя о составѣ газовъ пересчитаны на этомъ основаніи такъ, чтобы получить объемы всѣхъ составныхъ частей на 100 объемовъ дутья, вслѣдствіе чего они станутъ сравнимыми для всѣхъ анализовъ одного процесса: кривая азота обращается при этомъ въ прямую параллельную оси времени съ ординатой 79; въ приводимыхъ здѣсь таблицахъ она не показана.

<sup>2)</sup> Насколько можетъ быть великъ при нѣкоторыхъ операціяхъ расходъ Fe на дымъ, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, вылетающий изъ горла конвертера, можно видѣть изъ таблицы I и пояснительной къ ней запискѣ, гдѣ приведены подсчеты по способу, предложенному Вл. Еф. Грумъ-Гржи- майло, предполагаемаго угара Fe, за весь процессъ какъ въ FeO (1,3%), остающуюся въ шлакъ, такъ и въ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (6,5%), уносимую въ видѣ дыма.

Т а б л и ц а I.  
Продувка поверхностнымъ дутьемъ. С.-Петербургскій Арсеналь.

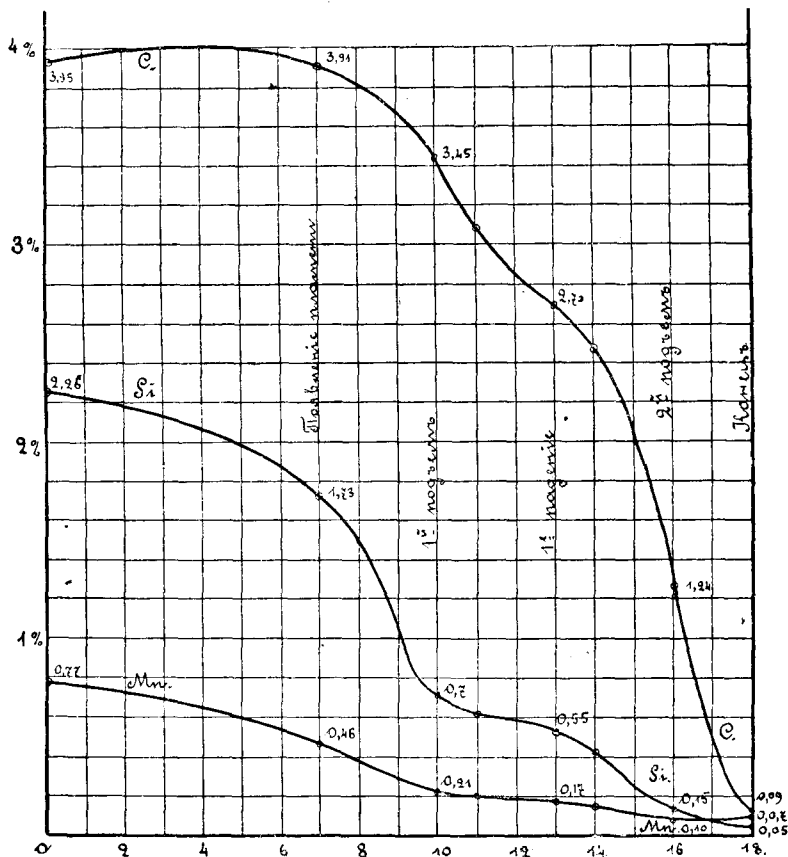
1	2	3							10	11				
		4								Промежутки времени, къ которымъ относятся предыдущія цифры.	Произведеніе промежутка времени на содержаніе O <sub>2</sub> въ:			
		5									неутилиз. O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO	шлакѣ и дымѣ.
Время отъ начала дутья.	Промежутки времени въ минутахъ	6							Ушло O <sub>2</sub> въ шлакѣ и дымѣ.	Промежутки времени, къ которымъ относятся предыдущія цифры.	7			
		8									9			
		9							10					
		11							12					
		13							14					
		15							16					
		17							18					
		19							20					
		21							22					
		23							24					
		25							26					
		27							28					
		29							30					
		31							32					
		33							34					
		35							36					
		37							38					
		39							40					
		41							42					
		43							44					
		45							46					
		47							48					
		49							50					
		51							52					
		53							54					
		55							56					
		57							58					
		59							60					
		61							62					
		63							64					
		65							66					
		67							68					
		69							70					
		71							72					
		73							74					
		75							76					
		77							78					
		79							80					
		81							82					
		83							84					
		85							86					
		87							88					
		89							90					
		91							92					
		93							94					
		95							96					
		97							98					
		99							100					
		101							102					
		103							104					
		105							106					
		107							108					
		109							110					
		111							112					
		113							114					
		115							116					
		117							118					
		119							120					
		121							122					
		123							124					
		125							126					
		127							128					
		129							130					
		131							132					
		133							134					
		135							136					
		137							138					
		139							140					
		141							142					
		143							144					
		145							146					
		147							148					
		149							150					
		151							152					
		153							154					
		155							156					
		157							158					
		159							160					
		161							162					
		163							164					
		165							166					
		167							168					
		169							170					
		171							172					
		173							174					
		175							176					
		177							178					
		179							180					
		181							182					
		183							184					
		185							186					
		187							188					
		189							190					
		191							192					
		193							194					
		195							196					
		197							198					
		199							200					
		201							202					
		203							204					
		205							206					
		207							208					
		209							210					
		211							212					
		213							214					
		215							216					
		217							218					
		219							220					
		221							222					
		223							224					
		225							226					
		227							228					
		229							230					
		231							232					
		233							234					
		235							236					
		237							238					
		239							240					
		241							242					
		243							244					
		245							246					
		247							248					
		249							250					
		251							252					
		253							254					
		255							256					
		257							258					
		259							260					
		261							262					
		263							264					
		265							266					
		267							268					
		269							270					
		271							272					
		273							274					
		275							276					
		277							278					
		279							280					
		281							282					
		283							284					
		285							286					
		287							288					
		289							290					
		291							292					
		293							294					
		295							296					
		297							298					
		299							300					
		301							302					
		303							304					
		305							306					
		307							308					
		309							310					
		311							312					
		313							314					
		315							316					
		317							318					
		319							320					
		321							322					
		323							324					
		325							326					
		327							328					
		329							330					
		331							332					
		333							334					
		335							336					
		337							338					
		339							340					
		341							342					
		343							344					
		345							346					
		347							348					
		349							350					
		351							352					
		353							354					
		355							356					
		357							358					
		359							360					
		361							362					
		363							364					
		365							366					
		367							368					
		369							370					
		371							372					
		373							374					
		375							376					
		377							378					
		379							380					
		381							382					
		383							384					
		385							386					
		387							388					
		389							390					
		391							392					
		393							394					
		395							396					
		397							398					
		399							400					
		401							402					
		403							404					
		405							406					
		407							408					
		409							410					
		411							412					
		413							414					
		415							416					
		417							418					
		419							420					
		421							422					
		423							424					
		425							426					
		427							428					
		429							430					
		431							432					
		433							434					
		435							436					
		437							438					
		439							440					
		441							442					
		443							444					
		445							446					
		447							448					
		449							450					
		451							452					
		453							454					
		455							456					
		457							458					
		459							460					
		461							462					
		463							464					
		465							466					
		467							468					
		469							470					
		471							472					
		473							474					
		475							476					
		477							478					
		479							480					
		481							482					
		483							484					
		485							486					
		487							488					
		489							490					
		491							492					
		493							494					
		495							496					
		497							498					
		499							500					
		501							502					
		503							504					
		505							506					
		507							508					
		509							510					
		511							512					
		513							514					
		515							516					
		517							518					
		519							520					
		521							522					
		523							524					
		525							526					
		527							528					
		529							530					
		531							532					
		533							534					
		535							536					
		537							538					
		539							540					
		541							542					
		543							544					
		545							546					
		547							548					
		549							550					
		551							552					
		553							554					
		555							556					
		557							558					
		559							560					
		561							562					
		563							564					
		565							566					
		567							568					
		569							570					
		571							572					
		573							574					
		575							576					
		577							578					
		579							580					
		581							582					
		583							584					
		585							586					
		587							588					
		589							590					
		591							592					
		593							594					
		595							596					
		597							598					
		599							600					
		601							602					
		603							604					
		605							606					
		607							608					
		609							610					
		611							612					
		613							614					
		615							616					
		617							618					
		619							620					
		621							622					
		623												

Т а б л и ц а П.

Плавка № 311.	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	Плавка № 323.	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	
4 мн.	6,7	3,3	0,0	5 мн.	3,1	7,6	0,0	Появление пламени.
6 "	14,0	1,2	5,4	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	14,0	0,4	2,9	1-й подъемъ.
12 "	10,3	6,6	2,3	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	—	—	—	1-е падение.
15 "	конецъ дутья.			10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	16,1	0,1	1,4	—
				12 "	14,0	0,4	3,9	2-й подъемъ.
				13 "	8,0	0,3	5,6	
				14 "	—	конецъ		—
Плавка № 505.	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	Плавка № 506.	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	
2 мн.	1,13	14,1	0,0	1 мн.	0,86	15,3	0,0	
3 "	0,95	15,2	0,0	4 "	1,04	14,46	0,0	
9 "	10,25	0,63	0,91	7 "	2,0	6,2	0,0	
11 "	16,0	0,2	4,28	9 "	9,6	0,27	0,09	
				14 "	13,5	5,05	1,59	
				16 "	9,14	9,95	3,45	
Плавка № 601.	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	Плавка № 266.	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	безъ верхн. дутья
20 ск.	0,48	16,5	0,0	8 мн.	12,0	2,4	3,4	} книжные (1-й подъемъ) падение 2-й подъемъ
2 мн.	0,67	16,2	0,19	10 "	13,4	3,0	4,5	
3 "	0,77	16,0	0,29	11 "	15,7	0,3	3,96	
4 "	0,86	15,6	0,0	13 "	12,9	0,2	1,09	
5 "	1,11	13,4	0,0					съ верхн. дутьемъ
6 "	1,95	7,54	0,0	Плавка № 267.				
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	9,70	0,63	0,45	—	9,9	2,5	4,1	2-й подъемъ.
9 "	6,85	0,87	0,0					
Плавка № 592.	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	Плавка № 241.	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	
15 ск.	0,4	16,9	0,0	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> мн.	0,85	14,0	0,0	} 8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> мн. по- явл. плам. 13 мн. — 1-й подъемъ. 15 мн. — 1-е падение. 17 мн. — 2-й подъемъ.
2 мн.	0,4	16,9	0,0	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	1,21	12,6	0,0	
3 "	1,0	15,6	0,0	9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	3,18	3,87	0,0	
4 <sup>1</sup> / <sub>3</sub> "	0,9	14,5	0,0					
5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	2,2	6,5	0,0	11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	10,8	0,09	3,55	
11 мн.	13,4	1,7	0,0	15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	15,4	1,0	4,6	
12 "	16,0	0,7	0,0	18 "	конецъ.			
13 <sup>1</sup> / <sub>3</sub> "	14,2	0,0	2,2					
Плавка № 596.	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO					
1 мн.			0,29			16,8	0,0	
2 "		50 ск.	0,48			16,6	0,0	
4 "		10 "	0,67			16,4	0,0	
5 "		10 "	0,76			15,4	0,0	
6 "		10 "	0,94			14,1	0,0	
7 "		20 "	1,21			13,1	0,0	
8 "		15 "	1,95			7,6	0,0	
9 "		— "	6,95			1,04	0,0	
9 "		45 "	8,60			0,97	0,0	

2) Въ газлахъ остается свободный, неутилизованный на горѣніе кислородъ. Это подтверждается анализами газовъ, указанными на діагр. 10, гдѣ въ теченіе первыхъ 6 мин. отъ начала дутья больше 50% кислорода остается неутилизованнымъ, въ свободномъ состояніи. Кромѣ данныхъ діагр. 10, газовые анализы еще отъ 6 различныхъ операций (табл. II) подтвердили плохую утилизацію воздуха въ началѣ процесса (иногда только 25%); тоже можно видѣть и на діагр. 11, построенной по даннымъ американскаго инженера Stoughton'a <sup>1)</sup> — до 4½ мин.

Съ момента появленія пламени до 1-го подъема идетъ быстро ускоряющееся горѣніе С, Si и Mn (фиг. 8 отъ 5 до 8 мин.; фиг. 9 отъ 7 до 10 мин.).



Фиг. 9.

Количество неутилизованнаго кислорода въ газлахъ убываетъ быстро почти до нуля (фиг. 10—8 мин.; діагр. 11—4 мин.) и въ дальнѣйшемъ ходѣ процесса если онъ и содержится въ газлахъ, то въ очень незначительныхъ количествахъ; шлаки становятся богаче  $\text{SiO}_2$  и бѣдиѣ  $\text{FeO}$  (фиг. 8—5½ мин.); выдѣленіе дыма становится почти незамѣтнымъ, т. е., горѣніе въ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  почти прекращается. По составу газовъ можно видѣть, что съ начала процесса происходитъ незначительное горѣніе С, но съ появленіемъ пламени горѣніе это быстро ускоряется, причемъ наблюдается, — въ противоположность процессу

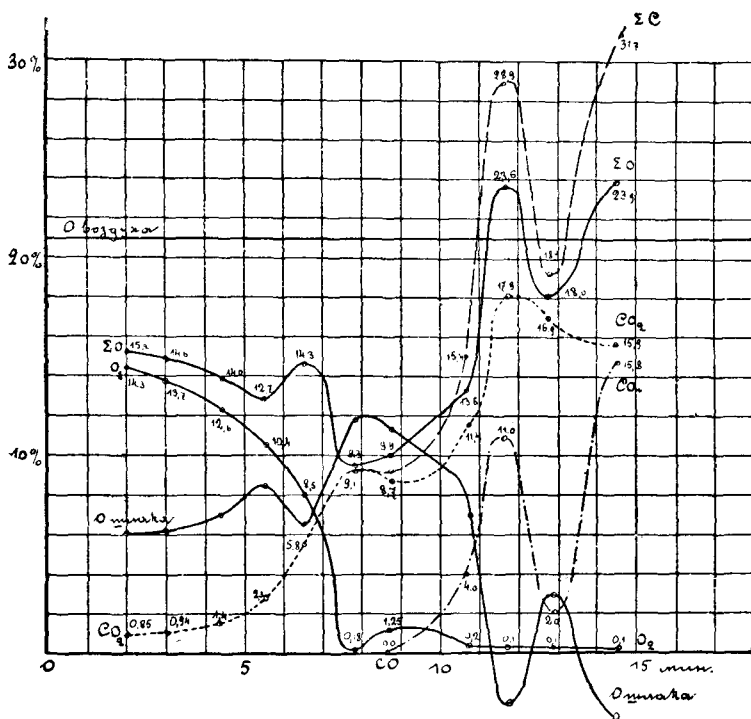
<sup>1)</sup> The Development of the Bessemer process for small charges. Transact. Amer. Inst. Min. Eng. 1903, 346—412.



обыкновеннаго бессемерования, — что С горитъ начисто въ  $\text{CO}_2$ , а присутствіе  $\text{CO}$  въ газахъ совершенно не наблюдается (діагр. 10 до 10 мин.). Это обстоятельство подтвердилось данными газовыхъ анализовъ отъ пробъ еще 8 различныхъ операций Арсенала (табл. II), а также работой инженера Stoughton (діагр. 11 — первая 12 мин.).

Съ началомъ кипѣнія (діагр. 7 —  $7\frac{1}{2}$  мин., діагр. 10 — 7 мин.) горѣніе С въ  $\text{CO}_2$  еще усиливается и беретъ уже перевѣсъ надъ остальными реакціями; къ этому времени содержаніе Si и Мп въ ваннѣ становится небольшимъ и выгораніе ихъ, поэтому, подчиняясь закону массъ, значительно замедляется.

Къ подъему пламени (діагр. 7 —  $9\frac{1}{2}$  мин.; діагр. 10 —  $11\frac{1}{2}$  мин. и діагр. 12 — 10 мин.) мы наблюдаемъ, что выгораніе С усиливается противъ

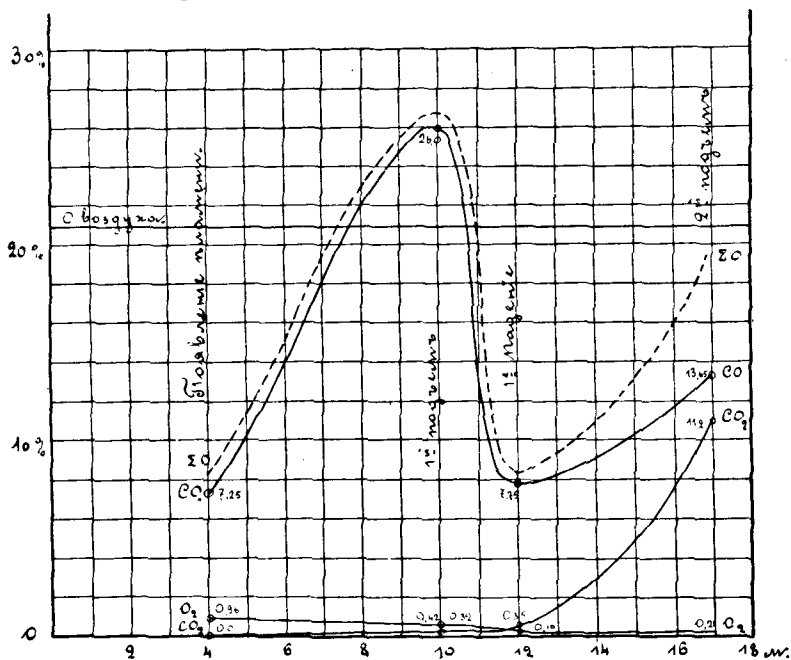


Фиг. 10

предыдущаго почти вдвое, что показываетъ подъемъ кривой  $\Sigma\text{C}$  на діагр. 10, причемъ уже не весь С горитъ въ  $\text{CO}_2$ , а часть его сгораетъ въ  $\text{CO}$ , тогда какъ до сихъ поръ, — въ противоположность процессу обыкновеннаго бессемерования, — въ газахъ присутствія  $\text{CO}$  совершенно не наблюдалось. Изъ діагр. 10 видно, что  $\text{CO}$  появляется въ газахъ только на 10-ой мин. дутья, уже во время кипѣнія; анализы газовъ 7-ми другихъ операций Арсенала (табл. II) подтвердили, что  $\text{CO}$  появляется въ газахъ послѣ появленія пламени, при кипѣніи, а до того изъ продуктовъ горѣнія С наблюдается лишь  $\text{CO}_2$ ; наконецъ, изслѣдованія инженера Stoughton'a (табл. стр. 57) показываютъ, что  $\text{CO}$  можетъ не появляться и еще дальне, ибо присутствіе ея наблюдалось имъ лишь въ самомъ концѣ процесса — 17 мин. отъ начала дутья; или за 4 мин. до окончанія.

Общее количество кислорода, входящее въ составъ газовъ, становится при подъемѣ пламени (діагр. 10 — 23,6 об.; діагр. 11 — 26,5 об.) больше, чѣмъ было вдуто съ воздухомъ (21 объемъ),—приходится допустить, что въ этотъ моментъ илакъ отдаетъ газамъ часть своего кислорода.

Съ паденіемъ пламени (діагр. 7 отъ 10½ до 13 мин.; діагр. 10 — 13 мин.; діагр. 12 отъ 12 до 14 мин.) скорость выгоранія С убываетъ и опять наблюдается почти полное сгораніе С въ  $\text{CO}_2$ , и, наконецъ, — къ послѣдному подъему (діагр. 7 отъ 14 до 15 мин.; діагр. 10 — 14½ мин. и діагр. 12 отъ 19 до 20 мин.) опять наблюдается превышеніе расхода кислорода въ газяхъ надъ при-



Фиг. 11.

ходомъ его съ дутьемъ и неполное сгораніе С въ  $\text{CO}_2$  при очень большой скорости его выгоранія.

Чѣмъ же слѣдуетъ объяснить эти колебанія въ скоростяхъ горѣнія составныхъ элементовъ чугуна, а въ горѣніи С—и измѣненія въ результатахъ сгоранія его, а также—періодическія колебанія пламени, находящіяся по-видимому съ ними въ связи <sup>1)</sup>?

### III.

Когда, при пускѣ дутья въ конвертеръ, вдуваемый воздухъ коснется поверхности ванны, то происходитъ окисленіе составныхъ ея частей, причемъ, по закону массъ, окисляется почти исключительно Fe (ибо въ ваннѣ содер-

<sup>1)</sup> Послѣдующая часть замѣтки написана, руководствуясь объясненіями, даваемыми профессоромъ Вл. Еф. Грумъ-Гржимайло, явленія всплесковъ, происходящихъ при продувкѣ металла въ конвертерѣ, какъ реакціи закиси желѣза, растворенной въ металлѣ и входящей въ составъ шлака, на углеродъ металла, подъ вліяніемъ рѣзкихъ колебаній температуры ванны, нарушающихъ установившееся было равновѣсіе между  $\text{FeO}$  и С.

жится около: 4% С, 2,5% Si, 1% Mn и 92,5% Fe). Скорость образования FeO зависит от температуры ванны и газов и от величины поверхности их соприкосновения. Эта скорость растет с повышением температуры и с увеличением поверхности соприкосновения. Из диагр. 10 видно, что коэффициент утилизации двухамого воздуха в началѣ процесса едва превосходит 25—30%.

Образующаяся FeO растворяется в ваннѣ, причемъ скорость этого растворения также зависит от температуры и величины поверхности соприкосновения металла со шлакомъ и измѣняется с ними в одномъ направленнн.

В началѣ процесса скорость растворения FeO меньше скорости ея образования, почему происходит накопление шлага богатаго желѣзомъ.

Растворившись в чугунѣ, FeO отдаетъ свой кислородъ другимъ элементамъ в виду большаго ихъ сродства къ кислороду, причемъ распределение послѣдняго между элементами зависит от температуры ванны и от соотношения между количествами элементовъ в ней; чѣмъ меньше остается в металлѣ Si и Mn, тѣмъ большая часть кислорода придется на долю С; с повышением температуры также наблюдается усиление горѣнія С уже за счетъ замедления горѣнія Si и Mn. В началѣ процесса количества Si и Mn в металлѣ довольно значительны, а температура не высока; поэтому в это время С почти совсѣмъ не горитъ; вотъ почему на диаграммахъ 8 и 9 мы видимъ вскорѣ послѣ начала процесса падение кривыхъ Si и Mn, кривая же С почти не понижается, а количество газовъ, содержащихъ С, очень мало.

По мѣрѣ накопления FeO скорость растворения ея, вслѣдствіе увеличения поверхности соприкосновения, растетъ; одновременно растетъ и интенсивность отдачи ею кислорода другимъ элементамъ; но, первоначально, температура и соотношение маесъ элементовъ таковы, что кислородъ отъ FeO передается почти исключительно Si-ю и Mn-у.

Однако, вслѣдствіе постепенно-ускоряющагося выгорания Si и Mn, количество ихъ в ваннѣ быстро убываетъ, количество же С почти не измѣняется, а температура ванны понемногу растетъ, — это вызываетъ постепенное увеличение скорости выгорания С. Сначала увеличение это мало замѣтно, но и незначительное выдѣление изъ ванны CO, взбалтываніемъ поверхности, содѣйствуетъ увеличенію соприкосновения металла съ воздухомъ и шлакомъ, а послѣднее даетъ лучшую утилизацию воздуха и лучшее растворение FeO в металлѣ, но при этомъ усиливается также и выдѣление CO, т. е. процессъ начинаетъ какъ бы самъ себя подталкивать, и—по мѣрѣ убыли в ваннѣ Si и Mn и подъема температуры—создаются условія все болѣе и болѣе благоприятныя для горѣнія С. Вслѣдствіе всего этого совершается очень замѣтный поворотъ в ходѣ процесса,—горѣніе С вызываетъ взбалтываніе, т. е., увеличиваетъ поверхность соприкосновения ванны съ воздухомъ, что содѣйствуетъ лучшей утилизацин воздуха, а это, в свою очередь, способствуетъ очень быстрой убыли количества неутрализованнаго кислорода. Такимъ образомъ, горѣніе С быстро растетъ; в тоже время интенсивнѣе идетъ и разогреваніе операціи, такъ какъ образующаяся в ваннѣ CO, выдѣляясь изъ подъ шлага, встрѣчается съ двухамымъ воздухомъ и сгораетъ в CO<sub>2</sub>, что, также, подымаетъ температуру газовъ,—они начинаютъ свѣтиться и мы наблюдаемъ появление пламени изъ горла конвертера.

По мѣрѣ выгоранія Si и Mn выдѣленіе CO все усиливается и все больше вспѣнивается шлакъ, между тѣмъ—Si O<sub>2</sub>, образующаяся за счетъ возстановленія FeO, всплываетъ, обогащаетъ шлакъ кремнеземомъ и дѣлаетъ его болѣе вязкимъ, вслѣдствіе чего CO, выдѣляясь изъ ванны, встрѣчаетъ уже большее сопротивленіе, пузырять шлакъ, вспѣниваетъ и подбрасываетъ его, а вылетающіе газы подхватываютъ всплески этого шлака и выбрасываютъ его изъ горла конвертера, — это и есть кипѣніе.

По мѣрѣ поднятіи температуры въ конвертерѣ, главнымъ образомъ,—отъ горѣнія Si въ SiO<sub>2</sub> и C въ CO<sub>2</sub>,—шлакъ становится опять жиже, сопротивленіе прохожденію CO уменьшается, бурность кипѣнія умѣряется; но скорость растворенія FeO въ ваннѣ и энергія передачи ею кислорода увеличивается, поэтому образованіе CO беретъ въ реакціяхъ все болѣе перевѣсъ,—пламя сильно вытягивается; а вслѣдствіе энергичнаго выдѣленія изъ ванны образующихся газовъ шлакъ превращается въ сплошную пѣну, заключающую въ себѣ не только окислы, но и металлъ; пѣна эта подымается выше фурмъ, закрываетъ ихъ, и CO при выходѣ изъ ванны уже не имѣетъ такого полнаго соприкосновенія съ кислородомъ воздуха, какъ раньше (пока фурмы были открыты), а потому—не сгораетъ уже цѣликомъ въ CO<sub>2</sub> и мы наблюдаемъ въ это время въ составѣ газовъ значительное количество CO.

При холодномъ процессѣ кипѣніе отличается всегда особенной бурностью,—для разогрѣва ванны до температуры энергичнаго горѣнія C нужно сгорѣть большому количеству Si, а, съ другой стороны, за болѣе продолжительное время при вялой реакціи накапливается больше FeO; въ общемъ,—получается большее количество шлаковъ, при болѣе высокомъ относительно содержаніи FeO. Какъ только начнется кипѣніе и взбалтываніе шлака,—сейчасъ же накопившаяся FeO энергично вступаетъ въ реакцію и начинаются такия сильные всплески, что приходится ослаблять дутье.

Кривая ΣO, заключающагося въ вылетающихъ газахъ, подымается при вытягиваніи пламени выше прямой, опредѣляющей количество поступившаго съ воздухомъ кислорода,—это показываетъ, что скорость передачи кислорода отъ FeO становится больше скорости ея образованія. Происходитъ это отчасти вслѣдствіе упомянутаго выше различія зависимостей скоростей обѣихъ реакцій отъ температуры, а главнымъ образомъ,—отъ лучшаго соприкосновенія металла съ воздухомъ и со шлаками, вслѣдствіе взбалтыванія при кипѣніи. Результатомъ такого оборота процесса получается обѣднѣніе шлаковъ закисью Fe.

Но, съ уменьшеніемъ количества FeO въ шлакахъ, быстро убываетъ и скорость передачи ею кислорода другимъ элементамъ, образованіе CO замедляется, связанное съ нимъ взбалтываніе затихаетъ, что еще болѣе содѣйствуетъ замедленію этой передачи и, въ итогѣ, количество газовъ, содержащихъ C, быстро убываетъ, пламя падаетъ, фурмы открываются и снова наблюдается полное сгораніе C въ CO<sub>2</sub>, а въ шлакахъ опять начинается накапливаться FeO, такъ какъ скорость передачи ею кислорода стала меньше скорости ея образованія. Накопленіе это продолжается до тѣхъ поръ, пока скорость передачи кислорода (отъ FeO къ C), находящаяся въ прямой зависимости отъ количества накопившейся FeO, не возрастетъ настолько, что возобновится вспѣниваніе и взбалтываніе,—тогда снова, вслѣдствіе улучшен-

наго соприкосновенія металла и шлаковъ, пробудится энергія реакціи; тогда опять пламя вытягивается, опять пѣна закроетъ фурмы и будетъ наблюдаться неполное сгораніе С и выдѣленіе изъ конвертера большаго количества кислорода, чѣмъ его было въ дутье, т. е., опять, значить, скорость разложенія FeO стала больше скорости ея образованія.

Что же касается длины пламени, то оно при этомъ подъемѣ часто бываетъ даже больше, чѣмъ при первомъ; происходитъ же это потому, что къ этому моменту температура ванны становится выше, чѣмъ была при первомъ подъемѣ, да и соотношеніе въ содержаніи: Si, Mn и С измѣняется въ сторону послѣдняго, обѣ эти причины усиливаютъ количества образующихся газовъ противъ перваго подъема, а температура газовъ еще болѣе содѣйствуетъ увеличенію объема ихъ,—въ результатѣ пламя и получается длиннѣе.

Реакція этого подъема окисляетъ послѣднія оставшіяся въ ваннѣ количества С, Si и Mn и, когда пламя снова падаетъ вслѣдствіе замедленія горѣнія С, то содержаніе ихъ всѣхъ выражается въ сотыхъ доляхъ процента. Съ паденіемъ пламени наблюдается обыкновенно и появленіе дыма (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), вслѣдствіе усиленія горѣнія Fe; тутъ необходимо остановить дутье, чтобы не жечь дальние желѣза.

#### IV.

*Поясненія къ діаграммѣ 10 и таблицѣ I.* Данныя объемнаго анализа газовъ, уловленныхъ изъ горла конвертера въ различные моменты хода процесса продувки, перечислены для діаграммъ и таблицы съ такимъ расчетомъ, чтобы получить объемныя количества составныхъ частей газовъ, образовавшихся отъ реагированія на металлическую ванну 100 объемовъ вдутаго въ конвертеръ воздуха. Такъ какъ въ 100 объемахъ сухого воздуха заключается 79 объемовъ азота, а послѣдній ни въ какихъ реакціяхъ, происходящихъ въ конвертерѣ, не участвуетъ, то въ газахъ должны находиться полностью 79 объемовъ N<sub>2</sub>, —это соображеніе и служитъ основаніемъ для перечисленія данныхъ объемнаго анализа.

Данныя, полученные послѣ этого перечисленія, показаны на діаграммѣ 10 въ видѣ ординатъ кривыхъ CO, CO<sub>2</sub> и свободнаго O<sub>2</sub>, а на таблицѣ I въ графахъ 3, 4 и 5; суммы данныхъ графъ 4 и 5 помѣщены въ графѣ 6, а на діаграммѣ 10 на кривой ΣС; онѣ даютъ понятіе объ измѣненіяхъ скорости выгорания С въ теченіе хода процесса. Цифры графы 7 показываютъ объемныя количества кислорода, вонеднаго въ составъ CO,—онѣ вдвое меньше цифръ графы 5, такъ какъ на образованіе 1-го объема CO идетъ 1/2 объема кислорода. Далѣе, графа 8, а на діаграммѣ 10 кривая ΣO, представляютъ сумму данныхъ графъ 3, 4 и 7, давая количество всего кислорода, ушедшее въ газы, а графа 9 и на діаграммѣ 10 кривая O нл., —представляющая собою дополненіе данныхъ графы 8-ой до 21 об. (количество кислорода въ 100 объемахъ вдутаго воздуха),—опредѣляетъ сколько кислорода ушло въ шлакъ или дымъ (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Въ графѣ 10 показаны въ секундахъ промежутки времени, къ которымъ слѣдуетъ относить данныя предыдущихъ графъ, а въ графахъ 11, 12, 13 и 14 помѣщены произведенія на эти промежутки времени объемовъ изъ графъ 3, 4, 7 и 9. Итоги подъ графами 11, 12, 13 и 14 пропорціональны количествамъ кислорода за весь процессъ, унеднимъ: 1) изъ горла конвертера, —1) въ

свободномъ состояши (графа 2); 2) въ видѣ  $\text{CO}_2$  (гр. 12), и 3) въ видѣ  $\text{CO}$  (гр. 13), или: II (гр. 14) въ образовавшійся шлакъ, оставшійся въ конвертерѣ, и въ дымъ ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), подхваченный вылетающими изъ горла газами.

На основаніи полученныхъ итоговъ, а также анализа металла и шлаковъ на поляхъ табл. I подсчитаны недостающія данныя:

1) имѣя итоги: 7018 и 1206, пропорціональные количествамъ кислорода, ушедшимъ на образованіе всего  $\text{CO}_2$  и всего  $\text{CO}$ , вышедшимъ изъ ванны, и помня, что на 1 об.  $\text{CO}_2$  кислорода по вѣсу идетъ вдвое больше, чѣмъ на 1 об.  $\text{CO}$ , а количества  $\text{C}$  въ обоихъ одинаковы, беремъ количества:  $1206 \times 2$ , 7018 и сумму ихъ 9430, пропорціональные количествамъ  $\text{C}$ , сгорѣвшимъ отдѣльно въ  $\text{CO}_2$  и въ  $\text{CO}$  и полному угару  $\text{C}$  за весь процессъ, а зная, что полный угаръ  $\text{C} = 3,7$  вѣс. ч. на 100 вѣс. ч. ванны, находимъ, что въ  $\text{CO}_2$  сгорѣло  $\left(3,7 \frac{7018}{9430}\right)$  2,76 вѣс. ч.  $\text{C}$ , а въ  $\text{CO}$   $\left(3,7 \frac{1206 \times 2}{9430}\right)$  0,94 в. ч.  $\text{C}$ . Кислорода на ихъ образованіе нужно на  $\text{CO}_2$   $\left(2,76 \frac{32}{12}\right)$  7,35 вѣс. ч. на  $\text{CO}$ ,  $\left(0,94 \frac{16}{12}\right)$  1,06 вѣс. ч.;

2) зная величины: 7018 и 5509, пропорціональные количествамъ кислорода, ушедшаго на образованіе  $\text{CO}_2$ , и кислорода, оставшагося не утили- зированнымъ, и зная, что на образованіе  $\text{CO}_2$  пошло 7,35 вѣс. ч. кислорода, найдемъ, что не утилизованнымъ пропало  $\left(7,35 \frac{5509}{7018}\right)$  5,77 вѣс. ч. кислорода;

3) зная содержаніе въ шлакѣ закисей желѣза (27%) и марганца (12,5%) и угаръ марганца въ металлѣ (0,6 вѣс. ч.) и помня, что атомные вѣса  $\text{Fe}$ , и  $\text{Mn}$  почти равны, найдемъ количество  $\text{Fe}$ , ушедшее въ шлакъ въ видѣ закиси  $\left(0,6 \frac{27,0}{12,5}\right)$  1,3 вѣс. ч.; кислорода на ея образованіе нужно  $\left(1,3 \frac{16}{56}\right)$  0,36 вѣс. ч.;

4) зная величины: 7018 и 5175, пропорціональные количествамъ кислорода, ушедшаго на образованіе  $\text{CO}_2$  и израсходованнаго на образованіе твердыхъ продуктовъ (шлаковъ и дыма,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), и зная, что на образо- ваніе  $\text{CO}_2$  ушло 7,35 вѣс. ч. кислорода, найдемъ, что на твердые продукты пошло  $\left(7,35 \frac{5175}{7018}\right)$  5,4 вѣс. ч. кислорода; подсчитавъ на основаніи анализа и предыдущаго п. 3 количество кислорода, ушедшее въ шлакъ на образованіе  $\text{SiO}_2$   $\left(1,88 \frac{32}{28}\right)$  т. е. 2,14 вѣс. ч.,  $\text{MnO}$   $\left(0,6 \frac{16}{55}\right)$  т. е. 0,17 вѣс. ч., и  $\text{FeO}$  (0,36 вѣс. ч.), получимъ 2,67 вѣс. ч. кислорода; остальной кислородъ (2,73 вѣс. ч.) ушелъ на образованіе дыма ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), а такое количество кислорода должно было сжечь въ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$   $\left(2,73 \frac{112}{48}\right)$  6,5 вѣс. ч.  $\text{Fe}$ .

Теперь можно подсчитать, что полный угаръ за операцію около 14 % т. е. изъ 100 вѣс. ч. чугуна получается 86 вѣс. ч. стали, а сухого воздуха потребно на продувку этого количества металла около 85 вѣс. ч. или почти пудъ на пудъ полученной стали.

*Поясненіе къ диаграммѣ 11.* Выписка изъ работы инженера Stoughton'a (Transact. Amer. Inst. Min. Eng., 1903).

		Составъ газа въ %.				Расчетъ по результатамъ анализа.			
		CO	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> *)	N <sub>2</sub>	Кислорода.		На окислен. Si, Fe, Mn
							Въ га- захъ.	Всего.	
1	4 мин. — появил. пламени.	0,0	8,2	1,1	90,7	88,7	7,1	23,6	16,5
2	10 » кипѣніе . . . .	0,3	24,3	0,4	75,0	73,0	18,3	19,4	1,1
3	12 » паденіе пламени .	0,4	8,8	0,2	90,6	88,6	6,8	23,5	16,7
4	17 » подъемъ пламени .	10,7	13,0	0,2	76,1	74,1	15,8	19,7	3,9
	21 » конецъ дутья . .	—	—	—	—	—	—	—	—
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Продувавшійся чугуны имѣлъ слѣдующій составъ: C—3,5, Si—2,15, Mn—0,55, P—0,05 и S—0,035%.

Данныя газовыхъ анализовъ изъ работы американскаго инженера Stoughton'a приводятъ къ интереснымъ выводамъ, но нужно принять во вниманіе слѣдующее обстоятельство: анализъ указываетъ содержаніе составныхъ частей газовъ въ *объемныхъ* %/0, между тѣмъ, Stoughton ошибочно принялъ ихъ въ части своихъ расчетовъ, за *вѣсовые*. Вслѣдствіе этого опущены результаты произведеннаго авторомъ расчета, какъ ошибочные, и произведенъ пересчетъ данныхъ Stoughton'a, относя ихъ на 100 об. вдутого воздуха; по полученнымъ результатамъ построена діаграмма 11.

Опытъ даетъ не только указаніе на присутствіе свободнаго кислорода въ газахъ въ началѣ продувки и на появленіе CO лишь въ концѣ процесса, но указываетъ также на то, что въ періоды наиболѣе энергичнаго выгоранія углерода (т. е. при подъемахъ пламени) количество кислорода, уходящее съ газами, больше, чѣмъ его было въ то же время подано дутьемъ, т. е., что при этомъ не только не уходитъ части кислорода въ шлакъ, но, наоборотъ,—шлакъ отдаетъ часть своего кислорода газамъ.

\*) H<sub>2</sub> предположено 2% и вычтено изъ графы «N<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>».

## Къ вопросу о поверхностныхъ пузыряхъ въ стальной болванкѣ.

К. ТРУВИНЪ.

При отливкѣ стальной болванки сверху, внутренняя поверхность изложницы подвергается, большею частью, сильному забрызгиванію металломъ. Рѣдко приходится литейщику нападать на тотъ случай, когда температура и металла, и изложницы или, думается, скорѣе всего, — разность этихъ температуръ такова, что брызги отскакиваютъ отъ стѣнокъ изложницы, не оставляя слѣда. Чаще же всего, при отливкѣ болванокъ, литейщикъ ведетъ борьбу съ большими или меньшими заплесками на стѣнки изложницы.

Извѣстно нѣсколько способовъ отливки, имѣющихъ цѣлью дать чистую поверхность болванки. Авторъ имѣлъ случай отлить нѣсколько болванокъ кислой маргеновской стали на Обуховскомъ заводѣ вѣсомъ отъ 600 до 800 пудовъ при помощи слѣдующаго простаго устройства.

Въ изложницу опускался желѣзный коническій кожухъ (см. чертежъ на слѣд. стр.). При помощи трехъ тросовъ<sup>1)</sup>, перекинутыхъ черезъ ролики, установленные на верхнемъ основаніи изложницы, кожухъ<sup>2)</sup> поднимался, по мѣрѣ поднятія уровня металла, при помощи ручной лебедки. Все несложное приспособленіе изображено схематически прилагаемыми на слѣд. стр. фигурами.

По мѣрѣ поднятія кожухъ отъ нарастающей на немъ коры сильно возрастаетъ въ вѣсѣ, такъ что на лебедкѣ подъ конецъ отливки стоятъ двое, а при сильномъ забрызгиваніи струи — и четверо рабочихъ.

Кожухъ, поднятый до самаго верха, остается въ прибыльной части болванки, а если изложница наливается неполная, то совсѣмъ извлекается изъ болванки.

Нѣтъ сомнѣнія, что капля металла, сающаяся на стѣнки изложницы, въ значительной степени окисляется, какъ во время своего полета, такъ и за время, пока уровень металла дойдетъ до нея. На стѣнкахъ изложницы образуется кора изъ такихъ капель, которую описанный подъемный кожухъ извлекаетъ изъ изложницы.

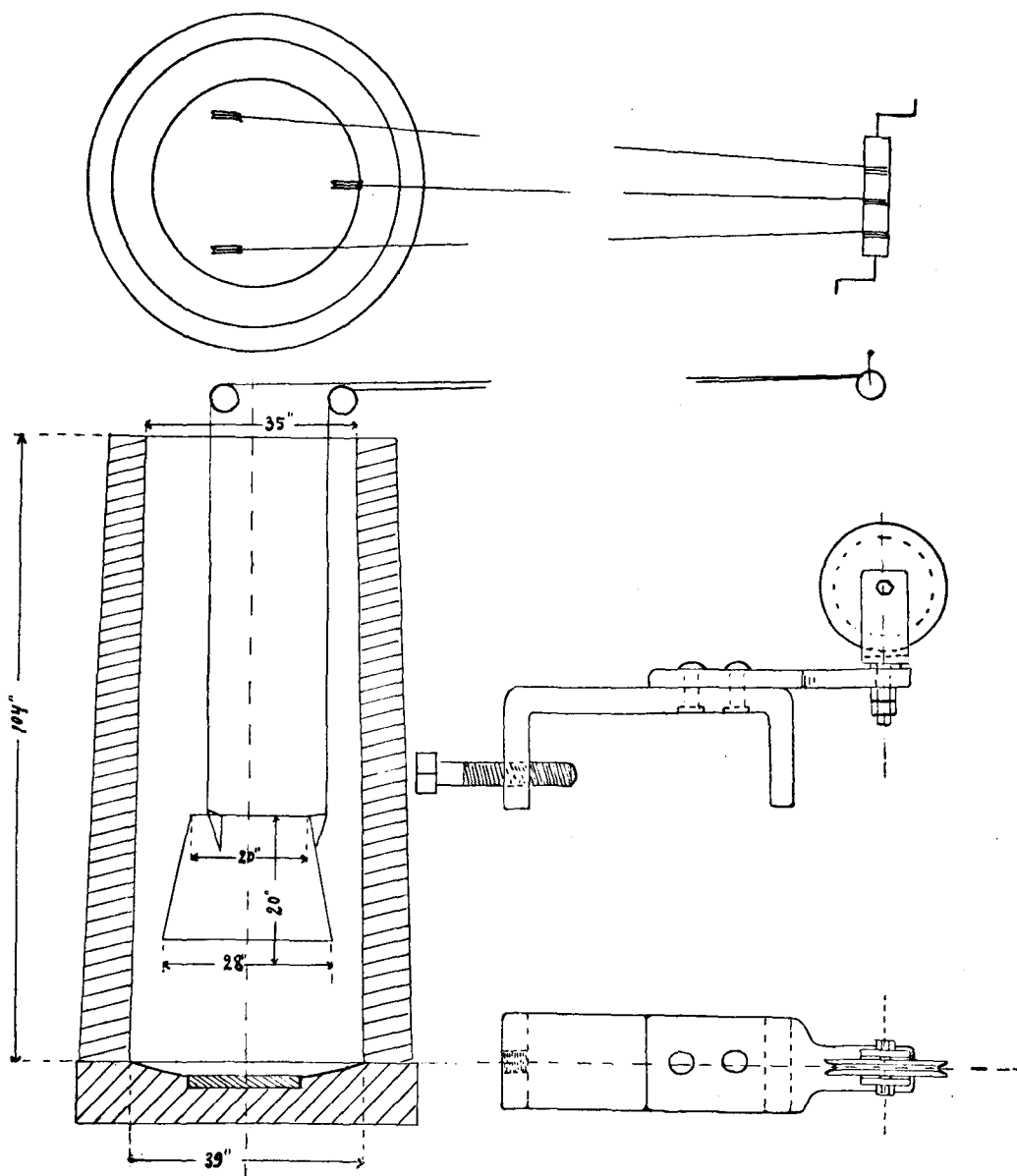
Интересно физическое строеніе этой коры. Вся она состоитъ изъ сварившихся между собою округленныхъ бугорковъ разной величины, которые,

<sup>1)</sup> Тросы употреблялись старые, уже использованные для цѣлей электротехники; одни и тѣ же выдерживали нѣсколько отливокъ. Диаметръ троса —  $\frac{3}{8}$ ''.

<sup>2)</sup> Для жесткости въ оба основанія кожуха вправлялся каркасъ.



при стачиваніи напильникомъ, оказываются полыми внутри. Толщина же ихъ корки мѣняется въ широкихъ предѣлахъ, причемъ толстая корка пузыря обнаруживаетъ иногда слоистое строеніе, отъ послѣдовательнаго наращиванія металломъ. Химическаго анализа коры, къ сожалѣнію, мнѣ не удалось получить.



Естественно предположить, что такая пузыристая кора окисленнаго металла, соприкасаясь съ жидкимъ металломъ и свариваясь съ нимъ, должна вызвать пузыри въ поверхностномъ слоѣ отливаемой болванки. Уже готовые пузыри входятъ въ тѣло болванки, не будучи въ состояніи выйти на поверхность изъ быстро густѣющаго и отвердѣвающаго наружнаго слоя болванки. Можно допустить и другой факторъ образованія пузырей наряду съ первымъ. Окислы желѣза коры, вступая въ реакцію съ жидкимъ металломъ,

даютъ пузыри СО въ поверхностномъ слоѣ болванки. Дѣйствительно, когда подъемный кожухъ, съ нарощей на него корой, приходится топить въ избыточной части болванки, около внутренней поверхности кожуха наблюдается выдѣленіе этихъ пузырей на поверхность: здѣсь они не могутъ, конечно, остаться въ металлѣ, такъ какъ желѣзный кожухъ и съ наружной стороны окружается толстымъ слоемъ жидкаго металла, быстро его растворяющаго.

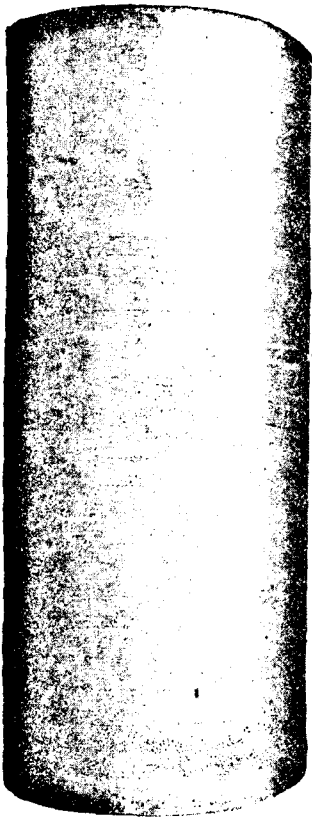
Но если вѣрно наше предположеніе, то болванка, отлитая съ подъемнымъ кожухомъ, должна быть свободна отъ поверхностныхъ пузырей. Опытъ оправдалъ это предположеніе.

Болванка обыкновенной углеродистой стали въ 660 пуд., отлитая съ кожухомъ, послѣ снятія неглубокой стружки, оказалась съ крайне рѣдкими неглубокими пузырьками на поверхности (ибо шальные брызги все-таки попадали на стѣнки изложницы). Только въ самомъ нижнемъ поясѣ, высотой до 4'', по всей окружности оказались довольно глубокіе пузыри. Подъемный кожухъ не былъ въ началѣ отливки установленъ на дно изъ боязни приварить его къ поддону, и нижняя часть изложницы подверглась сильному, какъ всегда, забрызгиванію. Для большей убѣдительности предлагаемаго объясненія природы поверхностныхъ пузырей былъ произведенъ слѣдующій опытъ.

Подъемный кожухъ, опять-таки не поставленный на поддонъ, а съ нѣкоторой небольшой высоты надъ нимъ началъ свое движеніе вверхъ, въ срединѣ болванки кожухъ былъ быстро поднятъ, болванка же нѣкоторое время отливалась съ обычнымъ забрызгиваніемъ стѣнокъ, затѣмъ, — кожухъ опять былъ опущенъ для выполненія своего назначенія.

Послѣ снятія стружки въ  $\frac{3}{8}$ '' равномернo по всей высотѣ болванки (вѣсъ болванки — 690 пуд.), послѣдняя оказалась опоясанной поясомъ частыхъ, разной глубины, пузырей. Такой же поясъ оказался и въ самой нижней

части болванки (см. прилагаемую фотографію). Поясъ брызгъ не оказался равной ширины по всей периферіи болванки по тѣмъ простымъ причинамъ, что трудно достигнуть струи идеально-вертикальной и строго-центральной. Подъемный кожухъ тоже былъ установленъ не вполне центрально и, кромѣ того, ось его не была вполне вертикальна (что можно было, впрочемъ, безъ труда исправить во время отливки). Брызги легли на изложницу поясомъ неравнобѣрной ширины, какъ наблюдалось во время отливки, и поверхность обточенной болванки въ точности передала форму этого пояса. Во всякомъ случаѣ, наибольшая масса пузырей пояса улеглась по окружности болванки на высотѣ между 690 мм. и 1130 мм., считая снизу болванки, то есть, какъ разъ на томъ ея участкѣ, который отливался безъ помощи подъемнаго ко-



жуха. На прилагаемой фотографіи болванки двѣ черточки мѣломъ отмѣчаютъ этотъ поясъ въ 440 мм. высотой.

Едва-ли нужно оговориться, что рѣчь идетъ о нормально раскисленномъ металлѣ при нормальныхъ условіяхъ литья. Понятно, что ненормальная по температурѣ плавка, — холодная ниже нормы или чрезмѣрно горячая <sup>1)</sup>, — даетъ, при отливкѣ пузыри иного происхожденія, пузыри нераскисленного металла.

Вѣроятно, въ этомъ смыслѣ нужно понимать указаніе Howe <sup>2)</sup>, что „отливка при слишкомъ высокой температурѣ“ даетъ большое число внѣшнихъ пузырей. Не въ температурѣ отливки кроется причина пузырей, а въ температурѣ плавки.

Если кора брызгъ на изложницѣ содержитъ значительное количество кислорода, удаленіе ея можетъ быть желательнымъ еще и съ другой точки зрѣнія. Дѣлая поверхностный слой болванки красномомкимъ, она можетъ явиться причиной трещинъ при нагрѣвѣ болванки для механической обработки. По крайней мѣрѣ, такъ называемые „завороты“ поверхностной корки металла, какъ показываютъ наблюденія, намѣчаютъ будущія трещины.

Stead <sup>3)</sup> допускаетъ, что шлаковыя включенія въ стали, объясняемая обыкновенно тѣмъ обстоятельствомъ, что образовавшіяся во время процесса плавки частицы шлака не успѣваютъ къ моменту отливки полностью всплыть на поверхность металла, могутъ образоваться въ стали и отъ дѣйствія кислорода во время процесса отливки. И съ этой точки зрѣнія подъемный кожухъ тоже долженъ быть признанъ полезнымъ.

<sup>1)</sup> Проф. Грумъ-Гржимайло. Лекціи, читанныя въ СПб. Политехнич. Ин-тѣ.

<sup>2)</sup> „Желѣзо, сталь и др. сплавы“, русскій переводъ, стр. 420.

<sup>3)</sup> The Iron Age, 1909, Vol. 84. № 21.

# Ржавленіе желѣза и стали И сбереженіе оружія безъ смазки.

Гв. Полковникъ И. Крыловъ.

Съ 1898 года мнѣ приходится работать по вопросу сбереженія оружія отъ ржавчины <sup>1)</sup>; въ завѣдуемой мною Лабораторіи Императорскаго Тульскаго Оружейнаго Завода. не прекращаясь, ведутся опыты на ржавленіе при мѣняющихся условіяхъ. Цѣль этихъ опытовъ не одинъ научный интересъ, какой они представляютъ при современномъ состояніи лабораторныхъ методовъ, но, главное, — желаніе послужить дѣлу сохраненія оружія, достоинства котораго, какъ я убѣдился изъ долгой службы на оружейныхъ заводахъ и обращенія съ оружіемъ, только и зависятъ отъ умѣлаго за нимъ ухода и, главнымъ образомъ, его рациональнаго сбереженія.

Въ журнальной литературѣ по этому вопросу можно найти немало матеріала, но въ немъ иногда трудно разобратъ, благодаря противорѣчivosti данныхъ. Это и заставило меня предпринять рядъ самостоятельныхъ опытовъ, пунктуально соблюдая всѣ необходимыя условія сравнительныхъ испытаній и всякій разъ строго слѣдя не только за составомъ испытуемыхъ образцовъ, но и состояніемъ ихъ поверхностей, термической обработкой; въ послѣднее же время я считаюсь, главнымъ образомъ, съ наблюденіями подъ микроскопомъ надъ состояніемъ поверхностей испытуемыхъ металловъ и ихъ микроструктурой.

Въ извѣстномъ сочиненіи проф. Howe (Metallurgy of Steel) мы находимъ, что на воздухѣ мягкая сталь ржавѣетъ сильнѣе сварочнаго желѣза, а средней твердости сталь окисляется труднѣе желѣза. При ржавленіи въ мягкой рѣчной водѣ не замѣтно разницы между желѣзомъ и сталью.

По обстоятельнѣйшимъ даннымъ инженера Кутейникова (1898 г.), въ морской водѣ желѣзо ржавѣетъ немного менѣе или одинаково со сталью; по Howe, — тоже въ этомъ случаѣ мало разницы между сталью и желѣзомъ <sup>2)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Въ этомъ году мной была издана брошюра для распространенія въ войскахъ подъ заглавіемъ „Сбереженіе 3 лин. винтовокъ отъ ржавчины“ (отдѣльный оттискъ статьи, напечатанной въ Оружейномъ Сборникѣ того же года); затѣмъ мною былъ напечатанъ въ 1906 году въ журналѣ „Вѣстникъ Офицерской Стрѣлковой Школы“ рядъ статей подъ заглавіемъ „Сбереженіе 3 лин. ружей и 3 лин. пулеметовъ отъ ржавчины“, а въ 1907 году отдѣльно издана брошюра подъ тѣмъ же заглавіемъ (2 изд. Офицерской Стрѣлковой Школы), дополненная мной статьями въ №№ 24 и 5 — 10 Вѣстника Офицерской Стрѣлковой Школы за 1907 годъ „Сбереженіе оружія за границей“ и въ 1908 году — „Сбереженіе оружія за границей, масло „балистоль“ и австрійская инструкция сбереженія оружія“.

<sup>2)</sup> Желѣзомъ Howe называетъ сварочный металлъ, а сталью — литой, хотя бы и не закаливающійся.

Въ лабораторіи Императорскаго Тульскаго Оружейнаго завода производились сравнительные опыты на ржавленіе въ водѣ шомпольной стали и литого желѣза на винты, составъ которыхъ данъ въ нижеслѣдующей таблицѣ.

Т а б л и ц а 1.

НАЗВАНІЕ МЕТАЛЛА.	C	Mn	Si	S
Шомпольная сталь . . . . .	0,485	0,47	0,12	0,01
Литое желѣзо на винты. . . . .	0,2	0,465	Слѣд.	0,05

Литое желѣзо проржавѣло въ 2 раза болѣе стали, благодаря большому содержанию сѣры, какъ показали мои дальнѣйшіе опыты.

Сравнивались, далѣе, на ржавленіе въ водѣ очень чистый металлъ Ижевскаго завода на коробочную сталь 3 лин. винтовки, кричное желѣзо для стволовъ—очень чистое по химическому составу, но пронизанное микропузырьками и трещинами—и металлъ зав. Англерь на револьверную крышку,—съ большимъ содержаниемъ марганца и сѣры (способствующихъ ржавленію).

Т а б л и ц а 2.

НАЗВАНІЕ МЕТАЛЛА.	С о с т а в ъ.				
	C	Mn	Si	S	Ph
Кричное желѣзо для стволовъ 1785 года . . . . .	0,133	Слѣд.	Слѣд.	Нѣтъ	Нѣтъ
Ижевская коробочная сталь 3 лин. винтовки . . . . .	0,48	0,52	0,2	0,015	0,06
Завода Англерт, револьверная крышки, 3 лин. револьвера .	0,35	0,83	0,05	0,03	0,07

Въ коробочной мастерской было замѣчено, что при однихъ и тѣхъ же условіяхъ храненія и обращенія револьверная крышка изъ металла завода Англерь всегда ржавѣла скорѣе и больше, чѣмъ коробочная сталь Ижевскаго завода.

По лабораторнымъ опытамъ оказалось, что Ижевская коробочная сталь ржавѣетъ въ водѣ менѣе кричнаго желѣза въ 1,17 раза, а револьверной стали менѣе въ 1,15 раза.

Такимъ образомъ чистое по составу, — безъ слѣдовъ сѣры, — кричное желѣзо оказалось хуже загрязненнаго избыткомъ марганца и сѣры металла зав. Англерь.

Это вполне объясняется большей микропорозностью сварочнаго металла.

Затѣмъ, въ 1896 году въ Горномъ Журналѣ (статья проф. Асѣва) и журналѣ Stahl und Eisen было установлено, что литое желѣзо ржавѣетъ менѣе сварочнаго.

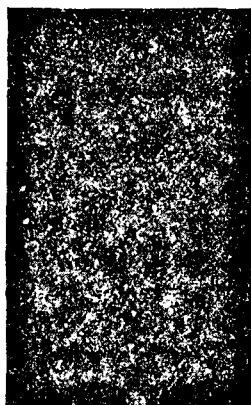
Въ 1903 году мной были произведены опыты надъ ржавленіемъ различныхъ сортовъ кровельнаго желѣза, при чемъ ржавленіе вызывалось конденсацией паровъ воды въ специальномъ приборѣ.

Всѣ испытываемые образцы были взяты точно однихъ и тѣхъ же размѣровъ и взвѣшены на аналитическихъ вѣсахъ съ точностью до 0,0001 гр.

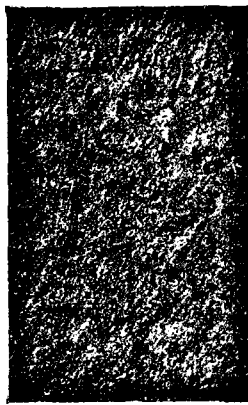
Образцы отъ тѣхъ же кусковъ брались въ естественномъ состояніи (неотдѣланномъ видѣ) и полированные; на ржавленіе тѣ и другіе были поставлены одновременно.

Т а б л и ц а 3.

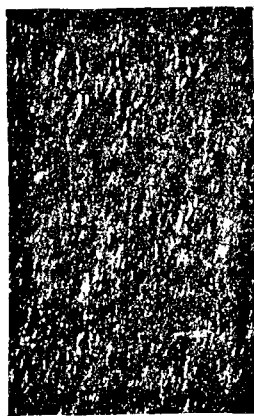
С О Р Т Ъ Ж Е Л Ъ З А.	Состояніе поверхности.	Химическій составъ.					Правѣсь отъ ржавчины.
		C	Si	Mn	Ph	S	
«А. Я. Сибирь», кричное, глянец.	1	0,09	0,01	0,1	0,15	Слѣд.	0,0163
	2	0,08	0,01	0,09	0,19	Слѣд.	0,0260
	3	0,09	0,04	0,16	0,06	0,01	0,0208
	4	0,15	0,01	0,45	0,05	0,035	0,0330
Южно-русское, съ неотдѣланной поверхностью, выдѣланное на минеральномъ горюченъ . . . . .	1	—	—	—	—	—	0,0043
	2	—	—	—	—	—	0,0080
	3	—	—	—	—	—	0,0065
	4	—	—	—	—	—	0,0258
Тѣ-же сорта . . . . .	1	—	—	—	—	—	0,0043
	2	—	—	—	—	—	0,0080
	3	—	—	—	—	—	0,0065
	4	—	—	—	—	—	0,0258



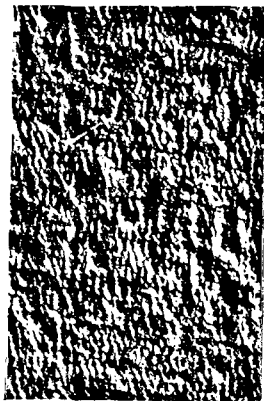
№ 1.



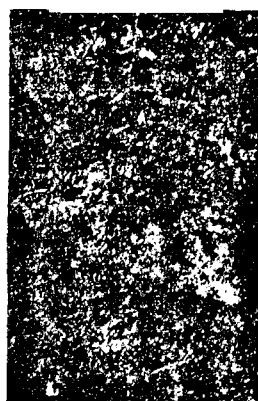
№ 2.



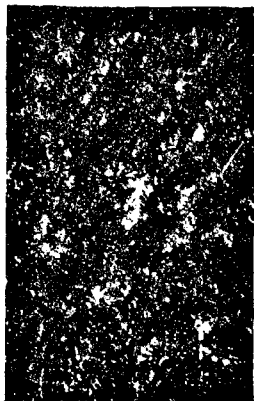
№ 3.



№ 4.



№ 5.



№ 6.

У желѣза № 4 <sup>1)</sup> лицо или поверхность была надранная, неровная (см. фотогр. изображеніе № 4) и оно хуже всѣхъ вело себя на ржавленіе въ натуральномъ своемъ видѣ, особенно,—по сравненію съ красивымъ, блестящимъ, покрытымъ магнитной окисью, кричнымъ глянцевымъ (см. фотограф. изображен. № 1).

Матовое (полуглянцевое) желѣзо уральской выработки выглядитъ, какъ на фот. 2, а черновое желѣзо („красные листы“), съ неотдѣланной поверхностью, видно на фот. 3.

Интересный видъ имѣеть на фотографіяхъ №№ 5 и 6 уральское глянцевое желѣзо, пролежавшее болѣе 100 лѣтъ на кровлѣ.

Изъ разсмотрѣнія приведенныхъ фотографій ясно, почему желѣзо № 4 проржавѣло больше всего; намъ, оружейникамъ, слѣдуетъ обратить особенное вниманіе на значеніе чистоты отдѣлки поверхности и помнить, что если зализываніе канала стволовъ при отдѣлкѣ и вредно, съ точки зрѣнія точности, то шлифовка канала полезна по сопротивленію ржавленію.

Все совершенство ружейной техники должно быть направлено на чистоту отдѣлки ружейныхъ частей, ихъ химическую окраску съ наведеніемъ слоя магнитной окиси и даже въ каналѣ ствола, какъ это не покажется труднымъ: цѣнно не только выпустить съ завода математически точный ружейный механизмъ, но и дать возможность сберечь его точность во время службы.

Когда всѣ пластинки были отполированы и такимъ образомъ, казалось бы, были устранены всѣ внѣшніе дефекты, остались вліяющими на стойкость противъ ржавленія микроструктура и составъ металла.

Заржавѣло скоро кричное матовое желѣзо, не благодаря недостаткамъ своего химическаго состава, — большимъ порціямъ марганца и сѣры, — а по причинѣ микропорозности, желѣзо же № 4 и въ полированномъ видѣ вело себя очень скверно, что объясняется его надранною поверхностью (прокатка при низкой температурѣ), выразившейся микротрещиноватостью и, главное, металлъ этотъ, сравнительно съ остальными, содержитъ большое количество марганца и сѣры.

Прокатка и протяжка, имѣющія большое значеніе на расположеніе микроструктурныхъ элементовъ полосами по длинѣ прокатки и при низкихъ температурахъ могутъ дать надрывы, рѣзко сказываются на уменьшеніи сопротивленія металла ржавленію, см. табл. № 4 <sup>2)</sup>.

Для выясненія значенія марганца и кремнія въ составѣ стали, приведу данныя опытовъ, недавно мной законченныхъ, на ржавленіе разныхъ сортовъ сталей въ специальномъ приборѣ во влажной атмосферѣ и культурѣ плесени при комнатной температурѣ.

Тамъ же были поставлены, для сравнительнаго испытанія, ствольный металлъ Ижевскаго завода и вольфраmistый металлъ Бѣлера (на стволы 3 лин. пулеметовъ).

<sup>1)</sup> Желѣзо № 4 — съ наибольшимъ содержаніемъ марганца и сѣры, способствующихъ ржавленію.

<sup>2)</sup> Приведенные мной опыты на ржавленіе были доложены инженеръ-механикомъ А. И. Фадѣевымъ въ 1903 г. на „Съѣздѣ для выработки мѣропріятій къ распространенію желѣза въ Россіи“ и иллюстрировались, переснятыми мной здѣсь фотографіями 1—6.

Т а б л и ц а 4.

СОСТАВЪ СТАЛИ.				Сортъ стали.		Размѣры пластинокъ въ миллиметрахъ.			Первоначальный вѣсъ въ граммахъ.	Привѣсъ пластинокъ за разные года въ граммахъ, сравнительно съ первоначальнымъ вѣсомъ.					
С	Мп	Si	S	Тепловая обработка.		Длина.	Ширина.	Толщина.	1904 г. 20 ноября	1905 г. 20 августа	1906 г. 15 июня.	1908 г. 19 декабря.	1909 г. 20 октября.		
1.	0,95	0,153	0,16	Слѣд.	{	Ижевская тигельная сталь *).	Отожженная.	48,3	8,38	2,99	9,3607	0,0003	0,0013	0,0053	0,0074
							Закаленная.	48,0	8,45	2,97	9,2337	Слѣд.	0,0003	0,0040	0,0061
2.	0,55	0,489	0,21	0,005	{	Ижевская тигельная сталь *).	Отожженная.	48,1	8,46	2,96	9,389	0,0003	0,0011	0,0052	0,0071
							Закаленная.	48,1	8,46	2,98	9,3294	Слѣд.	0,0005	0,0046	0,0063
3.	0,18	0,285	0,06	0,015	{	Ижевская тигельная сталь *).	Отожженная.	48,3	8,4	2,93	9,1915	0,0004	0,0014	0,0071	0,0108
							Закаленная.	48,1	8,41	2,97	9,3044	Слѣд.	0,0004	0,0043	0,0061
4.	0,45	0,54	0,39	0,015	{	Ижевская тигельная сталь *).	Отожженная.	48,2	8,42	2,98	9,3318	0,0008	0,0030	0,0126	0,0155
							Закаленная.	48,3	8,43	2,97	9,3017	Слѣд.	0,0007	0,0060	0,0088
5.	0,45	0,27	0,78	0,005	{	Ижевская тигельная сталь *).	Отожженная.	48,28	8,4	3,0	9,403	0,0008	0,0024	0,0089	0,0122
							Закаленная.	48,4	8,41	2,97	9,2738	0,0002	0,0010	0,0072	0,0091
6.	0,45	0,408	0,49	0,01	{	Зав. Круп. па.	Отожженная.	48,2	8,39	2,98	9,3535	0,0004	0,0015	0,0094	0,0111
							Закаленная.	48,1	8,4	3,0	9,3355	0,0001	0,0007	0,0050	0,0078
	0,45	0,23	0,35	0,015		Ствольн. пулеметн. сталь Ижевскаго завода.	—	—	—	—	9,0665	0,0033	0,0047		
	0,58	0,35	0,21	0,02		Ствольн. пулеметн. сталь зав. Бѣлерь Wo = 1,85.	—	—	—	—	9,2146	0,0034	0,0056		

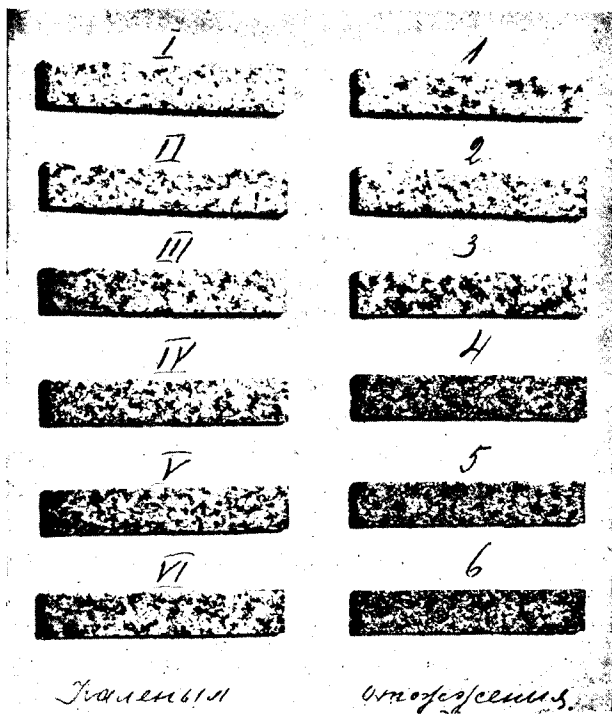
\*) Специально приготовленная по моей просьбѣ для опытовъ съ пережогами стали.



Передъ закладываніемъ въ приборъ, пластинки были вымыты въ известковой водѣ до ровнаго смачиванія всей поверхности, потомъ отмыты дистиллированной водой, спиртомъ и высунивались прикладываніемъ сухого чистаго полотенца до ровнаго цвѣта безъ замѣтныхъ на глазъ побѣжалостей. Периодически пластинки вынимались и взвѣшивались.

Нижнія стороны пластинокъ почти не заржавѣли или заржавѣли ничтожно сравнительно съ верхними плоскостями, предоставленными для конденсаціи паровъ и осыданію споръ плесени, носящихся въ зараженномъ воздухѣ эксикатора, гдѣ были заложены культуры плесени.

Хорошо полированные пластинки, даже отожженные и то черезъ годъ, заржавѣли совсѣмъ ничтожно.



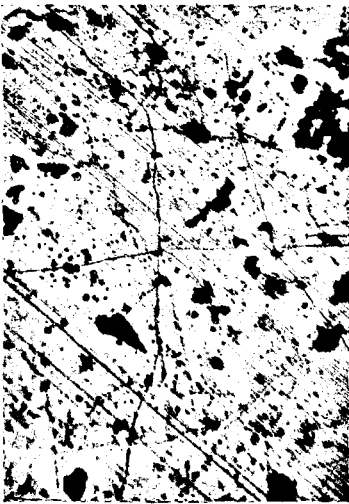
Фот. № 7.

Закаленные во всѣхъ случаяхъ ржавѣли менѣе отожженныхъ, что прекрасно видно на фот. 7 (налѣво—каленные, направо—отожженные), гдѣ пластинки сняты въ томъ видѣ, какой онѣ имѣли по вынутіи изъ эксикатора послѣ 5 лѣтъ ржавленія: наименьшая ржавчина у № 1-го каленного и наибольшая у 4-го, 5-го и 6-го отожженныхъ.

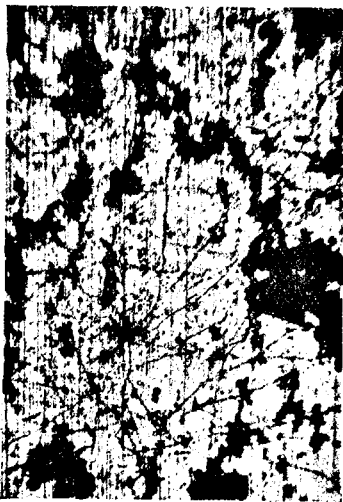
Самое развитіе ржавчины идетъ интенсивнѣе на отожженныхъ, чѣмъ на закаленныхъ: на фот. 8 и фот. 9 видны картины одного явленія, но въ разныхъ степеняхъ (при увелич. въ 100 разъ).

Меньшее ржавленіе закаленныхъ образцовъ объясняется болѣе ровной микроструктурой и болѣе гладкой поверхностью, сравнительно съ отожженными.

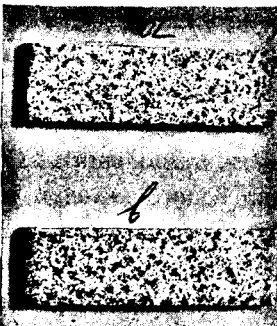
На фотографіяхъ 8 и 9-й видно, кромѣ общей картины ржавленія, какъ идетъ передача влаги, питающей окисель желѣза, отъ споръ или конидій



Фот. № 8.



Фот. № 9.



Фот. № 10.

плесеневаго сопрофиднаго гриба по мицеліевымъ нитямъ: конидіи выглядятъ въ видѣ точекъ, мицелій въ видѣ нитей. Явленіе идетъ такъ: падаетъ на поверхность металла конидія или спора, начинаетъ отъ себя бросать нити, питающіяся окружающей влагой. Въ мѣстахъ соприкосновенія металла съ плесенью сейчасъ же начинается реакція образованія углекислаго желѣза, превращающагося въ ржавчину въ присутствіи подаваемой плесневыми нитями влаги и кислорода; на образовавшейся ржавчинѣ начинается ея дальнѣйшій ростъ, обнаруживающійся подъ микроскопомъ въ характерныхъ для бураго желѣзняка чанеобразныхъ и губчатыхъ формахъ.

Пластинки изъ ствольной ижевской стали (а) и изъ бѣлеровской (в) покрываются неодинаково (фот. 10), хотя бѣлеровскій металлъ немного болѣе, чѣмъ ижевскій по большей микропорозности металла: микроструктура того и другого металла видна на фот. № 11 и № 12 (бѣлеровскій).

При ижевскомъ неровномъ металлѣ, — полосатомъ по своему микростроенію и въ полоскахъ съ микропузырьками и трещинками, — картина получается другая (см. фот. 13). Этотъ металлъ ржавѣетъ сильнѣе бѣлеровскаго вольфрамистаго. Въ этомъ отношеніи явленія ржавленія и разгоранія ствольвъ въ 3 лин. пулеметѣ сходятся, и мы видимъ, что металлъ ижевскій, типа фот. 13, ржавѣетъ и разгораетъ сильнѣе бѣлеровскаго № 12, хотя и этому послѣднему, при всей его ровности и тонкости структуры, надо, все-таки, поставить въ вину микророзность, обнаруживаемую мѣстами.

Мнѣ кажется, только уплотненіе металла по методу *Harmet* спасетъ стволы современныхъ автоматическихъ механизмовъ, съ большой скоростью стрѣльбы, отъ сильныхъ разгораній и ржавленія при условіи такой же методической чистки металла, какая принята, напр., на Ижевскомъ заводѣ при выдѣлкѣ изъ литой болванки металла ствольныхъ болванокъ или извѣстнаго сорта металла, конечно при соблюденіи условія химической чистоты металла.

Микropopopозность металла, какъ въ пу-  
 леметномъ стволѣ изъ углеродистой ижев-  
 ской стали № 389 (фот. 13), такъ и изъ  
 вольфрамистой стали (фот. 14) того же за-  
 вода, нежелательны.

Ижевскій углеродистый металлъ, типа  
 фот. 15, надо считать устойчивымъ противъ  
 ржавленія сравнительно съ металломъ угле-  
 родистымъ фот. № 13 и вольфрамистымъ  
 № 14.

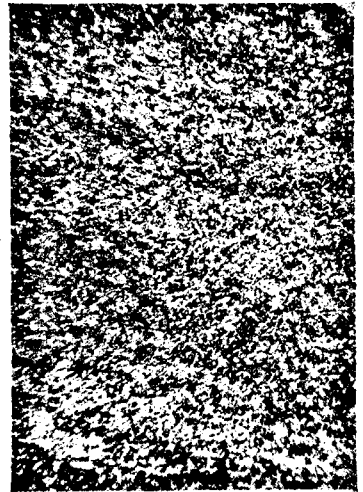
Изъ таблицы № 6 и фот. 15 видно, что  
 при хорошемъ металлѣ, чистомъ по своему  
 составу, безъ избытка примѣсей марганца и  
 кремнія, безъ микropopopозности въ томъ видѣ,  
 какъ она показана на фотогр. № 13 и 14  
 и на фот. 16, 17, 18 и 19, пробы: 4, 5 и 6  
 изъ табл. 6-й, металлъ остается нетронутымъ  
 ржавчиной въ теченіе двухъ лѣтъ при усло-  
 вии приличной его полировки и антисепти-  
 ческой чистоты поверхности, не смотря на  
 самое неблагоприятное состояніе атмосфе-  
 ры,—влажности до полного насыщенія, пле-  
 сени, перемѣны температуръ подъ влияніемъ  
 солнечнаго свѣта, большей или меньшей  
 точки помѣщенія.

Слѣдовательно, беря на ружейныя  
 части чистый по составу металлъ (фот. 15),  
 плотный и ровный по своему строенію, можно  
 достигнуть не менѣе благоприятныхъ резуль-  
 татовъ, чѣмъ обезвреживаніемъ атмосферы  
 въ смыслѣ содержанія влажности и угле-  
 кислоты, не говоря уже о такихъ процессахъ,  
 какъ вороненіе стали и желѣза, ихъ хими-  
 ческой окраски (глянцевое уральское кро-  
 вельное желѣзо выдержало влияніе непо-  
 годы въ теченіе 100 лѣтъ) (!).

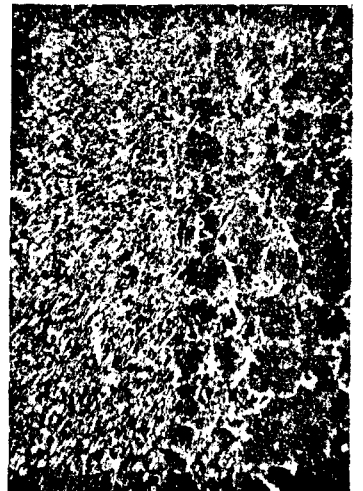
Съ другой стороны, — возьмите сквер-  
 ный матеріалъ въ родѣ приведеннаго мною  
 (въ табл. № 5 и на фот. 4) южно-русскаго  
 кровельнаго желѣза, прибавьте къ этому,  
 что металлъ будетъ грязный, захватанный  
 потными руками, — и его не спасетъ при хра-  
 неніи никакая смазка и никакія предохра-  
 нительныя мѣры, уничтожающія вредное влія-  
 ніе точки росы и углекислоты воздуха (см.  
 мою брошюру Сбереженіе 3 лин. винт и 3 лин.  
 пулем. отъ ржавчины, значеніе чистоты по-  
 верхности металла, составъ и вліяніе пота).



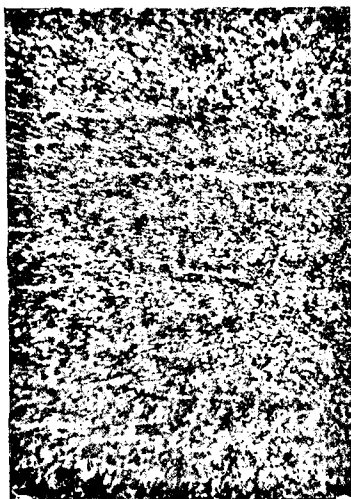
Фот. № 11.



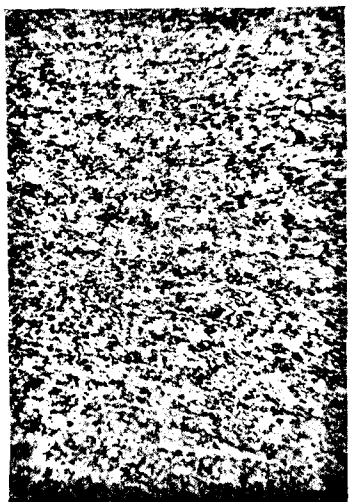
Фот. № 12.



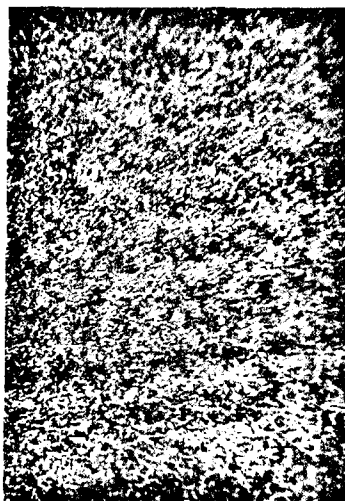
Фот. № 13.



Фот. № 14.



Фот. № 15.



Фот. № 16.

На фотографіяхъ: 16, 17, 18 и 19-й показана неровная, съ микро-пороками и полосами структура образцовъ: 4-го, 5-го и 6-го (изъ табл. № 6), проржавѣвшихъ значительно болѣе металла № 1 (фот. 15) — плотно и ровнаго по своей структурѣ.

Двухъ стражей сбереженія оружія безъ смазки — хлористаго кальція и ѣдкаго кали, какъ видно изъ предыдущаго, недостаточно для полноты рѣшенія вопроса о ржавчинѣ.

Но если соблюсти условія химической и физической чистоты металла, — его физической плотности, отсутствія микропороковъ, изолированности при храненіи отъ другихъ металловъ, благоприятствующихъ ржавчинѣ; если имѣть металлъ хорошо полированный и окрашенный и ко всему этому прибавить чистоту атмосфернаго воздуха, обезвреженнаго отъ углекислоты и выпадающей влаги, — то можно ли рѣшиться на храненіе оружія безъ смазки?

Чтобы отвѣтить и на это, надо разсмотрѣть практическую сторону примѣненія реактивовъ, — хлористаго кальція и ѣдкаго кали, — для широкой практики сбереженія оружія въ войскахъ и складахъ.

Мной велись въ теченіе 9 мѣсяцевъ лабораторные опыты храненія пластинокъ безъ смазки въ специальныхъ эксикаторахъ и ставились хлористый кальцій и ѣдкій натръ<sup>1)</sup> въ помещеніе склада при Охотничьей мастерской.

4-го февраля 1909 г. въ специальный эксикаторъ были поставлены полированные пластинки стали 4-й категоріи Ижевскаго завода, очень чистой по составу (C = 0,45; Mn = 0,38; Si = 0,139; S = 0,025; Ph = 0,027%) въ атмосферѣ влаги и нарочно развитой на сыромятной кожѣ плесени.

Плесень была взята самая обыкновенная, всѣмъ извѣстная (*penicillium glaucum*), встрѣчающаяся въ видѣ свѣтло-зеленыхъ налетовъ на хлѣбѣ, кожахъ и т. п.

Подъ микроскопомъ ясно различаются (увелич. 500) легко снимаемая на стекло

<sup>1)</sup> ѣдкій натръ, или каустическая сода, взять, какъ болѣе дешевый, чѣмъ ѣдкое кали.

конидиш или споры, которыми плесень размножается, дающія мелкій порошокъ въ видѣ зеленоватаго налета; въ отдѣльности каждая конидія — это прозрачная сферическая оболочка съ массою протоплазмы внутри.

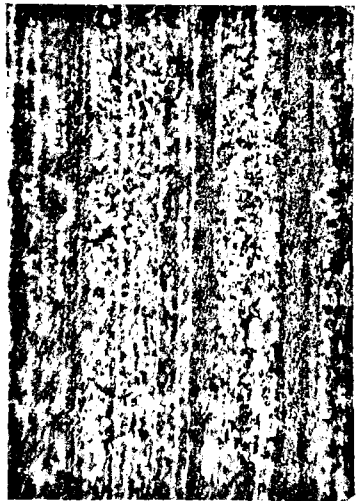
Подъ спорами лежитъ обыкновенно слой войлочка изъ переплетающихся нитей (гифовъ), составляющихъ корочку или, такъ называемую, грибницу или мицелій.

Воздушныя трубочки, переплетающіяся въ грибницѣ и идущія кверху, со спорами или конидіями на концѣ, состоятъ изъ ряда длинныхъ клѣточекъ съ оболочкой и съ протоплазмой внутри.

На фот. 8 и 9 ясно видны мицеліевыя нити или воздушныя трубочки, идущія къ кружкамъ или пузырькамъ: какъ кружки, бывшія споры, такъ и нити даютъ отъ себя слѣдующія особи, а сами, замирая, соединяются съ желѣзомъ, питая его углекислотой и влагой, входящими въ составъ протоплазмы.

Внизу эксикатора была заложена свѣже развитая плесень на сырыхъ, пропитанныхъ влагой, кусочкахъ сыромяти. На слѣдующей полкѣ эксикатора стояли стаканчики съ 20% растворомъ ѣдкаго кали (KHO). На полочкѣ еще повыше лежали три широкихъ пластинки (поверхн. 1625 кв. м.м. каждая) изъ выше упомянутой Ижевской стали. И, наконецъ, на самомъ верху средней подставки эксикатора находилась стеклянная чашка съ сухимъ хлористымъ кальціемъ.

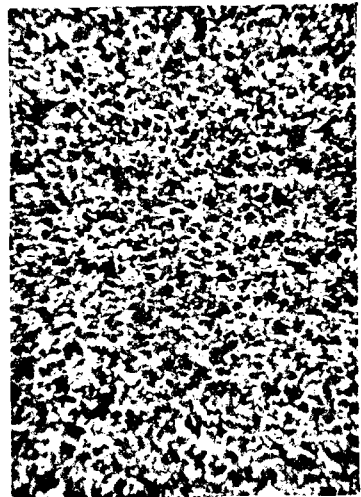
Черезъ 7-мь мѣсяцевъ пластинки по наружному виду и привѣсу остались безъ переменъ, на нихъ не было видимыхъ простымъ глазомъ признаковъ ржавчины и только подъ микроскопомъ, при увеличеніи въ 100 разъ, можно было замѣтить въ двухъ-трехъ мѣстахъ начинающіеся признаки ржавчины, которые, благодаря вскрытію эксикатора, при дальнѣйшемъ выдерживаніи въ теченіе 2 мѣсяцевъ, дали ясно видимыя подъ микроскопомъ точки ржавчины въ тѣхъ же двухъ-трехъ мѣстахъ на каждой пластинкѣ: по привѣсу и по наружному виду, повторяю, нельзя было установить начала ржавленія.



Фот. № 17.



Фот. № 18.



Фот. № 19.

Интересно, что плесень подъ колоколомъ эксикатора погибла, смоченные кусочки кожи высохли и плѣсень не развилась и долѣе, въ теченіе 2 мѣсяцевъ послѣ 1-го вскрытія эксикатора.

Эксикаторъ, такимъ образомъ, не разнимался въ теченіе 7-ми мѣсяцевъ, стаканчики съ ѣдкимъ кали убавились на половину, вода испарилась и была поглощена хлористымъ кальціемъ, стаканчикъ съ которымъ былъ полонъ водой

Дѣйствіе реактивовъ и результатъ сбереженія пластинокъ безъ смазки налицо, не считая тѣхъ ничтожныхъ слѣдовъ ржавчины, замѣтныхъ подъ микроскопомъ, о которыхъ надо сказать, что таковые всегда могутъ быть допущены, лишь бы ржавчина не прогрессировала.

Но можно ли, практически говоря, взять подъ стеклянный колпакъ складъ съ оружіемъ, такъ какъ только при этомъ условіи мы можемъ быть увѣрены въ полной сохранности оружія въ помѣщеніи, гдѣ будетъ поставлено требуемое количество реактивовъ для поглощенія углекислоты и влаги воздуха?

Я полагаю, что цѣнность почина полковника Доронина заключается не въ буквальномъ смыслѣ воспроизведенія на практикѣ описанныхъ лабораторныхъ опытовъ, а въ указаніи громаднаго значенія сухости помѣщенія.

Смазавши винтовки утвержденной смазкой, — чуть не потоками ея, — мы настолько закрываемъ глаза на все остальное, что для насъ не существуетъ ни пыли, ни температуры помѣщенія, благодаря вліянію которыхъ смазка стечетъ, пыль поможетъ соприкосновенію воздуха съ металломъ и ржавленіе начнется.

У насъ въ каждомъ дѣлѣ, прежде всего, ставится экономія, а потомъ остальное, между тѣмъ надо начинать въ данномъ случаѣ съ вопроса: какимъ образомъ лучше всего сберечь оружіе? а затѣмъ уже изъ выбранныхъ, тѣхъ или другихъ рациональныхъ методовъ, конечно, желательнѣе взять наиболѣе дешевый способъ.

Если стать на ту точку зрѣнія, что самое главное — сберечь оружіе, то мы обратимъ вниманіе на улучшеніе хранилищъ въ смыслѣ ихъ обезвреживанія отъ сырости и углекислоты, а далѣе, — широко примѣнимъ методы окраски металлическихъ частей съ полученіемъ слоя чернаго магнитнаго окисла, предохраняющаго металлъ отъ окисленія, и покроемъ его слоемъ смазки настолько, чтобы только парализовать могуиця быть случайности въ широкой практикѣ сбереженія оружія.

Теперь приведу опыты съ реактивами, — хлористымъ кальціемъ и ѣдкимъ натромъ, — въ помѣщеніи склада ружей при охотничьей мастерской завода.

Въ эксикаторѣ, подъ стекляннымъ колпакомъ, въ присутствіи осушителей влаги и поглотителей углекислоты, отлично сохраняются пластинки, нлифы для анализа подъ микроскопъ, но: какъ добиться, чтобы любая комната, — тѣмъ болѣе магазинъ, мастерская, — могли, хотя на время, стать такими же эксикаторами? Задача не изъ простыхъ и рѣшить ее рационально не такъ легко, какъ кажется.

Реактивы надо мѣнять, поглощенную воду сливать, слѣдовательно, — помѣщеніе не будетъ герметически закупореннымъ, я не говорю уже о томъ, если это помѣщеніе постоянно посѣщается, туда ходятъ люди, берутъ вещи, то и дѣло открываютъ двери...

Въ такомъ родѣ и было отведено для опытовъ помѣщеніе склада ружей при охотничьей мастерской. Это помѣщеніе, передѣланное въ старомъ зданіи завода изъ подѣ бывшихъ корридоровъ, пилозубной и складовъ, выходитъ на сѣверъ, окнами во дворъ, лишено свѣта, стѣны мѣстами показывали сырость.

Здѣсь, при храненіи переходящаго запаса охотничьихъ ружей, особенно было желательно сбереженіе безъ смазки, а между тѣмъ сырость въ помѣщеніи давала себя знать ржавчиной на ружьяхъ, хотя и небольшой, но все же нежелательной.

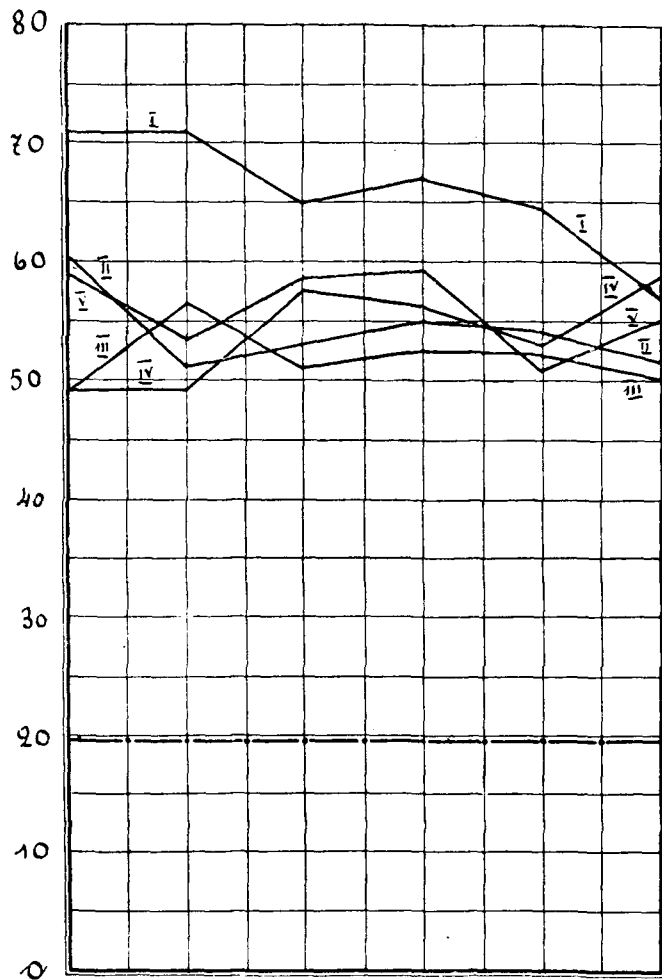
Этотъ складъ ружей и ружейныхъ частей сообщается дверями съ мастерской, отопливается паромъ и въ немъ имѣются специально устроенныя отдушины для впуска свѣжаго воздуха снаружи: поступаая черезъ нижнюю отдушину, онъ омываетъ паровой калориферъ, заключенный въ специально устроенную коробку, нагрѣвается, поднимается кверху и, подогрѣтый, входитъ въ помѣщеніе черезъ верхнюю отдушину коробки. Подача свѣжаго воздуха извнѣ устроена для уничтоженія затхлости помѣщенія, его провѣтриванія и уничтоженія развитія плѣсени.

Чтобы прослѣдить, какъ сказывался впускъ воздуха на увеличиваніе и уменьшеніе влажности въ помѣщеніи, приведу слѣдующую таблицу.

Т а б л и ц а 5.

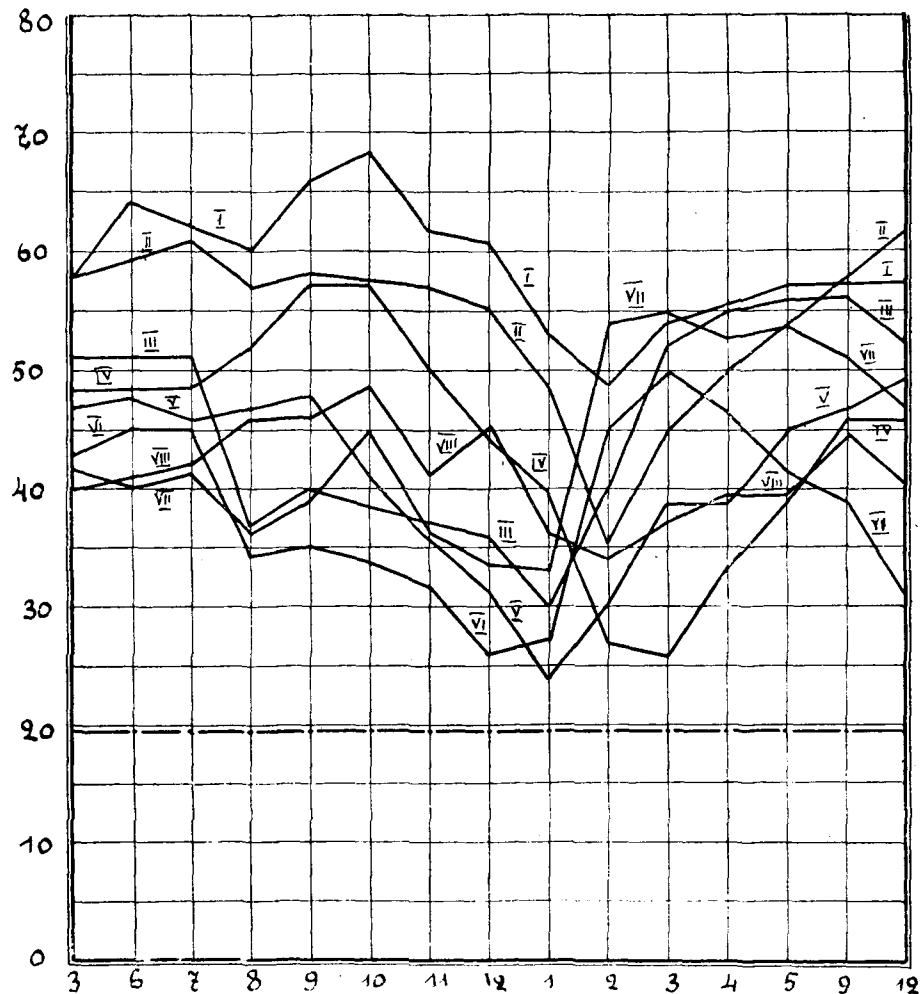
Воздухъ съ влажностью въ 60%.		Воздухъ съ влажностью въ 80%.		Воздухъ съ влажностью въ 100%.	
При температурѣ.	Количество влажности у того-же воздуха при 20°.	При температурѣ.	Количество влажности у того-же воздуха при 20°.	При температурѣ.	Количество влажности у того-же воздуха при 20°.
30°	100%	30°	—	30°	—
25	80	25	—	25	—
20	60	20	80%	20	100%
15	43	15	57	15	73
10	31	10	43	10	53
5	22	5	31	5	38
0	16	0	21	0	26
— 50	11	— 50	14	— 50	18
— 10	7	— 10	9	— 10	11
— 15	4	— 15	6	— 15	8

Помѣщеніе почти все время стояло при температурѣ около 20° и, какъ видно изъ таблицы 5-й, только при переходѣ отъ температуры выше 20° имѣемъ увеличеніе влажности, а при обратномъ переходѣ отъ нижней къ высшей всегда будемъ имѣть уменьшеніе влажности, такъ что воздухъ, поступающій въ помѣщеніе извнѣ, влажности не увеличивалъ и кромѣ того происходилъ обмѣнъ свѣжаго воздуха и испорченнаго, чѣмъ достигалось улучшеніе качествъ воздуха: воздухъ становился болѣе чистымъ, незараженнымъ спорами плѣсени и несодержавшимъ избытка углекислоты, вслѣдствіе близости мастерской, гдѣ работало 150 человекъ.



I сент.	28	29	30	окт. 2	3	5
II окт.	6	7	8	9	10	12
III "	13	14	15	16	17	19
IV "	20	21	23	24	26	27
V "	28	29	30	31	нояб. 2	3

Диаграмма 1.



I — сь	28 сент.	по 5 окт.	V —	5 окт.	12 окт.
II —	21 "	28 сент.	VI —	12 "	19 "
III —	19 окт.	26 окт.	VII —	26 "	2 ноябр.
IV —	7 сент.	14 сент.	VIII —	14 сент.	21 сент.

Диаграмма 2.



На діаграммѣ № 1-й видно состояніе влажности при почти постоянной температурѣ, измѣряемой спеціальнымъ градусникомъ, дающимъ maximum и minimum температуры; влажность измѣрялась по гигрометру Фосса, свѣряемому съ болѣе точными показаніями психрометра.

Влажность не переходила за 70% съ небольшимъ, при minimum'ѣ 48% и въ среднемъ равнялась 56,8%, т. е., — была все время нормальна.

Чашки съ ѣдкимъ натромъ и хлористымъ кальціемъ довольно чувствительно заполнялись водой, значитъ, — реактивы дѣйствовали: при 20°, средней температурѣ, въ кубическомъ метрѣ воздуха влаги 17,53 грам., колебаніе температуры было 2°, — не болѣе, — емкость всего помѣщенія 405 куб. метровъ, число чашекъ, поставленныхъ въ трехъ комнатахъ (1-я комната 142 куб. м., вторая 167 куб. м. и 3-я 96 куб. метровъ) было 6-ть съ каустической содой и 6-ть съ хлористымъ кальціемъ.

Около каждой пары чашекъ, помѣщавшихся на полочкахъ, лежало по 2 полированныхъ пластинки изъ ижевской инструментальной стали № 80-й (металлъ очень чистый). На стеллажахъ склада находились ружья, стволы, коробки и др. части къ охотничьимъ ружьямъ. Въ сосѣдней мастерской, сообщающейся со складомъ открытыми дверями, влажности было 70—80% почти при той же температурѣ.

Опыты велись 2½ мѣсяца, причемъ пластинки, при ихъ осмотрѣ по наружному виду, простымъ глазомъ, не показали ржавчины; также и подъ микроскопомъ не было замѣтно никакихъ признаковъ начала ржавленія.

Что процентное содержаніе влаги и углекислоты понижалось, доказываетъ измѣненіе реактивовъ, наполненіе чашекъ водой, но внесло-ли это измѣненіе что либо существенное въ дѣло сбереженія хранившагося запаса ружей и ружейныхъ частей — сказать мудрено <sup>1)</sup>.

Въ помѣщеніе лакировочной мастерской, гдѣ у насъ идетъ химическая окраска стволовъ, коробокъ и штыковъ 3 лин. винтовки, стволовъ и короба 3 лин. пулемета, производится подача сильнымъ вентиляторомъ подогрѣтаго паровыми калориферами воздуха, также сильнымъ вентиляторомъ вытягивается испорченный въ мастерской воздухъ и ржавая пыль отъ чистки металла послѣ окраски сильными реагентами спеціального окрасочнаго состава (см. книгу сбереженіе 3 лин. винтов. и пулем. отъ ржавчины изд. 1907 г. И. Крыловъ, стр. 32, и 33, „рецепты химической окраски желѣза и стали“).

На діаграммѣ 2-й наглядно показано за большой промежутокъ времени, въ теченіе 2-хъ мѣсяцевъ, какъ понижается количество влаги по гигрометру Фосса къ 12—2 час. дня (въ 3 час. кончаютъ работу).

Вся установка вытяжки и подачи свѣжаго воздуха сдѣлана по системѣ инженера Кашкадакова.

Вотъ рациональный методъ сушки по достигаемымъ имъ результатамъ, — вѣрный и быстрый.

Поглотительная способность реактивовъ, присоединяющихъ влагу и углекислоту, слѣдующая:

<sup>1)</sup> Таблица записей гигрометровъ и термометровъ въ складѣ и въ мастерской показали: при разницѣ въ температурахъ въ 1—2°, разность въ влажности 20%—30%—въ большую сторону для мастерской.

Т а б л и ц а 6.

НАЗВАНИЕ РЕАКТИВОВЪ.	Цѣна за пудъ.	Поглотительная способность реактивовъ въ ‰.		
		Опыты въ складѣ охотничьихъ маст., послѣ 11 дней привѣсъ на 12 чашкахъ реактивовъ.	Опыты въ подвалѣ при влажности 80‰ въ теченіе 2 мѣсяцевъ.	Опыты въ эксикаторѣ съ 20 гр. реактивовъ, показанія гигрометра въ теченіе 11 дней.
Ѣдкій натръ, (каустическая сода)	4 р. 40 к.	На 6 фунт. реактива привѣсъ 215,5 зол. или 37,5‰	247‰	Влажность понижалась съ 38‰ до 7‰ или на 82‰
Хлористый кальцій . . . . .	џ > 30 >	На 6 фунт. реактива врывѣсъ 101 зол. или 17,7‰	157,8 „	Влажность понижалась съ 41‰ до 24‰ или на 41‰
Обожженная известь . . . . .	0 > 23 >	—	46,7 „	—

Наибольшая поглотительная способность остается за Ѣдкимъ натромъ или каустической содой. Я не говорю о такомъ реактивѣ—поглотителѣ, какъ всѣмъ извѣстная сѣрная кислота (Сѣрная кислота понижаетъ содержаніе влаги въ 3 дня съ 50‰ до 0‰), которая примѣняется въ лабораторіяхъ въ обыкновенныхъ эксикаторахъ и специальныхъ, какъ, напр., для высуниванія навѣсокъ кожи въ Парижской Артиллерійской Лабораторіи.

Зная поглотительную способность даннаго реактива, не трудно подсчитать его количество, принимая во вниманіе показанія гигрометра для данной емкости помѣщеніи.

При колебаніяхъ температуры не болѣе 2—3°, какъ было въ данномъ случаѣ, въ предѣлахъ температуры 20° С., найдемъ выпаденіе влажности въ 3 грамма на 1 куб. метръ или на все помѣщеніе въ теченіе сутокъ (405×3) 1215 гр., на одну чанку, приблизительно, придется около 100 гр. = 23 золоти.

Принимая поглотительную способность хлористаго кальція въ 157,8‰, видимъ, что реактивъ въ количествѣ 6 ф. прослужитъ около 7 дней.

Цѣна реактива за пудъ 5 р. 30 к., значитъ въ мѣсяцъ его потребуется 26 ф. или на 3 руб. 44 коп.

Каустической соды, беря ея поглотительную способность въ 247‰, потребуется въ мѣсяцъ на 1 руб. 98 к. по цѣнѣ 4 р. 40 к. (считая на 6 ф. реактива).

Выгода каустической соды еще въ томъ, что она поглощаетъ и углекислоту, — гораздо удобнѣе имѣть одинъ реактивъ, — а вызываетъ расходъ всего около 4 руб. въ мѣс. 1).

1) Каустическая сода и въ разбавленномъ растворѣ, даже превратившись въ простую соду, представляетъ цѣнность, какъ вообще щелокъ, годный для стирки и чистки ветоши, концовъ и т. д.

Для такого помѣщенія, какъ приведенное, и при полной невозможности производить смазку, конечно, лучше всего сдѣлать приведенную мною вентиляторную осушку помѣщенія и, если ужъ остановиться на реактивномъ методѣ осушенія, то, лучше всего, — при помощи каустической соды.

Въ складахъ я бы смазки не уничтожалъ, но совѣтую дѣлать ее умѣренно, оружіе тщательно передъ смазкой перетирать сухой ветошью, гдѣ нужно перечистить его фильтрованнымъ керосиномъ и, кромѣ того, для уничтоженія вредныхъ колебашій температуръ, гдѣ это сказывается, имѣть осушающіе реактивы.

Совѣтъ отказаться отъ смазки не нахожу возможнымъ по трудности такъ уравнивать и перемѣшать воздухъ, чтобы онъ былъ ровень во всемъ помѣщеніи и чтобы переходъ за точку росы не сказался нѣкоторыми случайными выпадами влаги тамъ, гдѣ его меньше всего ожидаютъ.

Кромѣ того, смазанное оружіе хотя и не полагается трогать, но это практически, конечно, невозможно и захватывашіе въ небольшой мѣрѣ все-таки будетъ имѣть мѣсто.

Хватать потной грязной рукой голый металлъ безусловно вредно, — онъ покроется всѣми необходимыми элементами для воспроизведенія ржавчины, — даже при самыхъ благопріятныхъ условіяхъ состоянія атмосферы, тогда какъ смазанный металлъ, все-таки, болѣе гарантированъ въ этомъ отношеніи отъ всякихъ случайностей.

Что касается небольшихъ, хорошо устроенныхъ, отопляемыхъ помѣщеній или, просто, поддерживаемыхъ при ровной температурѣ, удаленныхъ отъ дверей, съ хорошимъ поломъ, свѣтлыхъ и чистыхъ, то мы видѣли, какъ безъ всякой смазки прекрасно сохранялся катаный сортовой металлъ обоймочная сталь, чисто-катанная и тянутая инструментальная проволока, тогда какъ въ общемъ помѣщеніи заводскаго магазина съ землянымъ поломъ, посыпаемымъ для красоты традиціоннымъ песочкомъ, такой же металлъ весь глубоко проржавѣлъ, прокрывшись слоемъ пыли и здѣсь смазка не только не помогала, а скорѣе способствовала приставаію пыли и съ ней — развитію ржавленія.

Вотъ чѣмъ и цѣненъ поднимаемый вопросъ о сбереженіи оружія безъ смазки, что онъ хоть немного заставляетъ обратить вниманіе на раціональное устройство хранилищъ, о которомъ у насъ въ большинствѣ случаевъ нѣтъ самыхъ элементарныхъ свѣдѣній.

Упорядочивъ же помѣщенія складовъ и приведя ихъ къ тому виду, какой они имѣютъ за границей, можно регулировать перемѣны атмосфернаго состоянія влаги при помощи реактивовъ, не забывая строгаго соблюденія чистоты металла и его обезвреживанія, начиная отъ состава, тепловой обработки, прокатки и вплоть до его сплошной химической окраски или покрытія неуязвимымъ на ржавчину магнитнымъ окисломъ.

Хорошая химическая окраска будетъ не меньшей гарантіей отъ ржавчины, чѣмъ поглотители влаги и углекислоты: большая практика въ этомъ дѣлѣ на оружіи и пулеметахъ заставляетъ меня обратить особенное вниманіе на это лучшее средство противъ ржавчины.

Хорошо окрашенные части оружія, обрызганныя водой, совершенно не измѣнялись. Пулеметный стволъ, вмѣсто омѣдненія, начали окрашивать

и дѣло не ухудшилось, — даже при тѣхъ неблагопріятныхъ условіяхъ службы, въ какихъ находится пулеметный стволъ при стрѣльбѣ.

Химическая окраска внутри ствола, о трудностяхъ которой столько говорили, вовсе не такъ сложна; надо только отказаться отъ нѣкоторыхъ предубѣжденій и смотрѣть на дѣло сбереженія оружія, какъ на одинъ изъ главныхъ факторовъ въ вооруженіи арміи оружіемъ, не только доброкачественнымъ, но и выносливымъ въ тяжелыхъ условіяхъ службы.

---

# Новѣйшія усовершенствованія въ конструкціи электрическаго тигля для плавки стали и другихъ металловъ.

В. ИЖЕВСКІЙ.

Западноевропейская практика уже показала значеніе плавки *стали* электричествомъ.

Отсылая интересующихся къ прежнимъ статьямъ <sup>1)</sup>, гдѣ они найдутъ замѣчанія объ электрическихъ печахъ другихъ системъ, данныя о работахъ, начатыхъ мною съ 1901 года, и др. подробности, я ограничусь здѣсь только изложешіемъ принципа дѣйствія электрической печи-тигля и опишемъ новѣйшихъ конструктивныхъ измѣненій, явившихся въ результатѣ моихъ работъ совмѣстно съ учениками въ теченіе послѣдняго года.

Обратимся непосредственно къ схемѣ (рис. 1), изображающей цилиндръ, сложенный изъ клинкерныхъ кирпичей (а), динасовыхъ или шамотныхъ, между которыми, почти во всю ширину паза, заложены желѣзные листы (в) являющіеся электродами для провода тока снаружи печи внутрь ея.

Къ желѣзнымъ электродамъ приклепаны упругія латунныя пластинки (с), которыя при вращеніи кирпичнаго цилиндра скользятъ по неподвижному кругу (д), придавая всему устройству внѣшность тихоходной турбины.

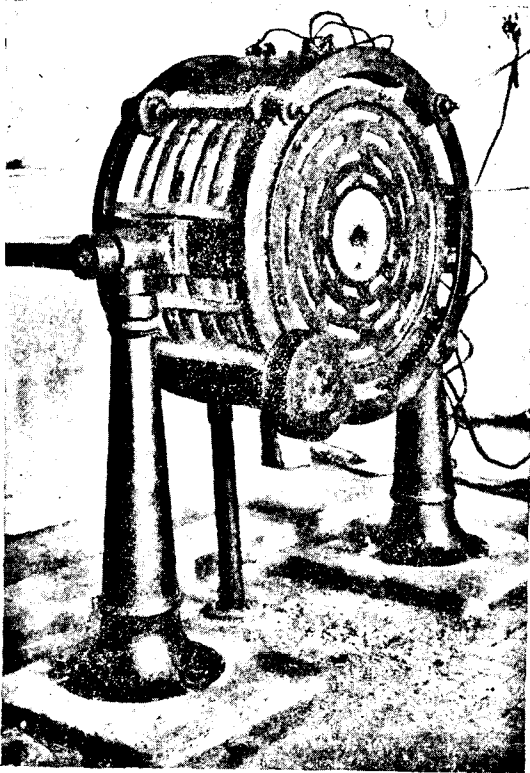
На кругу укрѣплены приводящія токъ щетки. Пусть щетка А соединена съ положительнымъ полюсомъ. Токъ дойдетъ, не встрѣчая сопротивленія, до внутренней поверхности печи.

Но для того, чтобы онъ могъ пройти внутри печи по поверхности кирпича, требуются особыя условія: поверхность должна быть покрыта слоемъ расплавленной соли, являющейся проводникомъ второго класса. Встрѣчая здѣсь значительное сопротивленіе, токъ развиваетъ большое количество тепла. На основаніи теоретическихъ соображеній и данныхъ опыта явилась необходимость дать печи вращеніе, причемъ каждый электродъ приходитъ въ дѣйствіе лишь на короткое время, — около одной секунды; съ тѣмъ вмѣстѣ измѣняется и работающая поверхность: одни кирпичи замѣняются другими. Для температуръ не особенно высокихъ, около 1000°, имѣется весьма широкій выборъ хорошо проводящихъ солей; назову изъ нихъ хлористыя соли каль-

<sup>1)</sup> Зап. Кіев. Отд. И. Р. Т. О. 1904. Сборн. Техн. стат. Горнозаводск. Листка. 1905 и 1907. Технич. Вѣстн. №№ 10 и 11. 1907. № 4. 1908. Труды IV Электротехн. съѣзда III, стр. 202. Извѣстія Ю. Р. Общ. Техн. № 2. 1909. Д. К. Р. № 187089. 29. VIII. 1901. Amer. Pat. № 847003. 12. III. 07. Brit. Pat. A. D. 1907. № 5301. Revue de Métallurgie. № 1, 1908. Journ. of the Iron & St. Inst., № 1, 1908.

ція, магнія, барія или ихъ смѣси съ солями щелочныхъ металловъ, а также съ ѣдкими и углекислыми щелочами. Не замѣчается почти никакого дѣйствія этихъ солей на кирпичъ, улетучивашіе солей незначительно и на основаніи произведенныхъ опытовъ можно ожидать, что печь въ такихъ условіяхъ способна работать неопредѣленно продолжительное время, переплавляя напр. мѣдь, латунь, бронзу, а можетъ быть и мельхіоръ.

Существенно измѣняются условія процесса, если намъ требуется весьма высокая температура, необходимая для плавленія желѣза и стали. Названныя выше соли и свободныя щелочи не могутъ выдержать ея и улетучиваются. Сода приходитъ въ полное кипѣніе. Успѣвшіе образоваться при низшей температурѣ силикаты щелочей легко теряютъ металлъ. Нѣкоторую прочность



Печь-тигель Ижевскаго.

обнаруживаетъ лишь криолитъ, зато онъ оказывается далеко не безразличнымъ въ смыслѣ дѣйствія на кирпичъ. Послѣ длиннаго ряда попытокъ пришлось совершенно оставить мысль найти соль, которая обладала бы достаточной проводимостью и малымъ дѣйствіемъ на кирпичъ и устойчивостью въ жару. Такой соли не нашлось, да пожалуй и не найдется; это, однако, не портитъ дѣла, такъ какъ образующійся въ печи шлакъ, хотя и представляетъ совершенно неопредѣленную смѣсь, но обладаетъ однимъ весьма цѣннымъ качествомъ: электропроводность его выше электропроводности кирпича, хотя бы химическій составъ отличался лишь небольшимъ числомъ іоновъ Mg, Ca, Fe, Mn, а потому химическое взаимодействіе его съ кирпи-

чемъ фактически прекратилось. Сравнительно малая электропроводность шлака требуетъ зато болѣе высокаго напряженія тока.

Такимъ образомъ, если минимальное напряженіе для мѣдныхъ плавокъ составляетъ съ небольшимъ сто вольтъ, то для стальныхъ требуется не менѣе 210 вольтъ.

Здѣсь слѣдуетъ дать дополнительное разъясненіе. Обратимся къ схемѣ. Пусть между щетками А и В — 240 вольтъ, тогда на каждый изъ шести помѣщающихся между ними кирпичей приходится 40 вольтъ; сократимъ разстояніе между А и В вдвое, въ такомъ случаѣ придется по 80 вольтъ на кирпичъ.

Взаимно сближая или удаляя щетки, а тѣмъ болѣе, — помѣщая добавочныя, мы можемъ въ весьма широкихъ предѣлахъ измѣнять разность потен-

щало́въ между сосѣдними кирпичами и увеличивать или уменьшать силу проходящаго черезъ печь тока. Отсюда, вытекаетъ необходимость различать „общій вольтажъ цѣпи“, остающийся постояннымъ и „относительный вольтажъ печи“, т. е. число вольтъ, приходящееся на каждый работающій кирпичъ. Эта величина можетъ быть измѣняема въ широкихъ предѣлахъ.

Если при постоянномъ общемъ вольтажѣ легко можно измѣнять относительный вольтажъ, то и обратно, при постоянномъ относительномъ вольтажѣ можно мѣнять общій вольтажъ. Другими словами, одна и та же печь можетъ быть присоединяема къ сѣтямъ съ различнымъ вольтажемъ; даже отъ сѣти постоянного тока, она можетъ быть переведена къ трехфазному и обратно. Потребуется лишь переставить щетки.

Этимъ свойствомъ не обладаетъ ни одна изъ извѣстныхъ мнѣ печей. Большею частью онѣ требуютъ специальныхъ генераторовъ или трансформаторовъ.

Но, конечно, способность нашей печи работать отъ токовъ разнаго напряженія имѣетъ границы.

Выяснимъ ихъ точнѣе и разберемъ явленія, происходящія при переключеніи электродовъ; а сначала прослѣдимъ весь путь тока въ печи.

На схемѣ мы видимъ, что токъ здѣсь имѣетъ двѣ главныя вѣтви: верхнюю, — по своду и нижнюю, — въ направленіи къ поду. Обѣ вѣтви сходятся вновь у отрицательнаго электрода. Нижняя вѣтвь, въ свою очередь, также раздѣляется на двѣ, изъ которыхъ одна проходитъ черезъ металлъ, другая, — черезъ мѣдную полосу (e), покрывающую нижнюю часть неподвижной шины (d) и отвѣчающую мѣстоположенію металлической ванны.

Цѣль послѣдняго устройства — получить одинаковое сопротивленіе печи, все равно, есть ли въ ней металлъ или нѣтъ; во всякомъ случаѣ, десять кирпичей остаются коротко замкнутыми, токъ проходитъ мимо нихъ и въ печи могутъ работать лишь 14 верхнихъ кирпичей, оказывающихся всегда надъ уровнемъ ванны. Изъ схемы видно, что при вращеніи тигля, въ каждой вѣтви будетъ то 6, то 7 работающихъ кирпичей; соотвѣтственно этому и сила проходящаго тока будетъ то больше, то меньше. Щетки могутъ быть размѣщены такъ, чтобы наибольшее и наименьшее сопротивленія верхней и нижней вѣтвей не совпадали между собою, а чередовались. Тогда колебанія силы тока, расходуемаго печью, не превзойдутъ 7%, что нечувствительно ни для машины, производящей токъ, ни для другихъ приборовъ, работающихъ отъ общей сѣти съ печью. При неправильной постановкѣ щетокъ, колебанія удвоятся, а въ случаѣ неоднородности кирпичей или трещинъ въ нихъ, возрастутъ еще больше. Но если печь расходуетъ лишь часть мощности генератора, то подобныя колебанія останутся для него совсѣмъ нечувствительными.

Посмотримъ, что будетъ происходить, если по случаю малой проводимости шлака, намъ придется сблизить щетки, поднять „относительный вольтажъ печи“. Положимъ, что мы сократили разстояніе между щетками вдвое, — тогда между ними будемъ приходиться то три кирпича, то четыре, а приблизительно черезъ секунду опять три и т. д. Въ этомъ случаѣ колебанія силы тока въ каждой вѣтви возрастутъ до 25%, а въ случаѣ неисправности и болѣе. Правильной постановкой щетокъ можно уменьшить эту величину

вдвое. Но дальнѣйшее уменьшеніе числа кирпичей, помѣщающихся между щетками, является уже неудобнымъ.

Казалось бы, отчего не сдѣлать кирпичи тонкими и тѣмъ увеличить ихъ число? Тогда получилась бы весьма деликатная регулировка хода печи (см. рис. 2).

Путь этотъ былъ испытанъ во всѣхъ направлешяхъ и оказался безплоднымъ: тоншіе кирпичи приводятъ къ быстрому изнашиванію электродовъ. Наименьшая допустимая толщина кирпича въ его узкомъ концѣ 30 мм. Но, чѣмъ толще кирпичи, тѣмъ лучше сохраняется электродъ, такъ какъ тѣмъ дальше оказывается конецъ его отъ фокуса наивысшей температуры, который лежитъ на серединѣ между электродами.

Нормально, электродъ не только не долженъ оплавляться, обгорать, но наоборотъ, къ нему должна приставать часть расплавленнаго въ печи металла. Такъ это всегда и наблюдается при достаточной толщинѣ кирпича.

Итакъ, одинъ предѣлъ нами опредѣленъ: необходимо, чтобы между щетками помѣщалось не менѣе 3-хъ кирпичей, толщиной по 30 мм., всего 90 мм. нити тока по шлаковой глазури кирпича. Но путь этотъ, какъ уже сказано выше, представляетъ значительное сопротивленіе движенію тока, по причинѣ малой электропроводности шлака.

Опытъ показываетъ, что при 210 вольтахъ на щеткахъ, печь проводитъ токъ въ количествѣ, достаточномъ для расплавленія желѣза, но для перегрѣва металла иногда уже не остается запаса.

Такимъ образомъ, минимальнымъ напряженіемъ тока, необходимаго для печи, является 210 вольтъ, что отвѣчаетъ 70 вольтамъ на кирпичъ въ 30 мм. или 2,33 вольта на миллиметръ пути тока по кирпичу. Поэтому, изображенная на схемѣ печь является наименьшею, какая еще способна удовлетворительно работать.

Значительное улучшеніе произошло бы, въ случаѣ увеличенія размѣровъ печи. Если бы мы имѣли двойное количество кирпичей и двойное число щетокъ, то могли бы сгладить колебанія силы тока, раздѣливъ ихъ на четыре такта; это позволило бы намъ въ случаѣ нужды сдвинуть щетки настолько, что между ними оставалось бы всего два-три кирпича. Въ еще лучшемъ положеніи оказалась бы большая печь, получивъ токъ изъ цѣпи въ 420 вольтъ: она работала бы съ двумя щетками, съ начальнымъ разстояніемъ одна отъ другой на 12 кирпичей. При сближеніи щетокъ можно было бы поднимать „относительный вольтажъ“, пока онъ не учетверится, и, вообще, очень точно регулировать работу печи.

Необходимо добавить, что щетки печи сдѣланы раздвижными, какъ это и показано на схемѣ (рис. 1 и 2). Благодаря этому получается возможность измѣнять сопротивленіе, какъ верхней, такъ и нижней вѣтви, каждой отдѣльно. При значительномъ раздвиженіи половинъ той или другой щетки, между ними возможно вставить новую, съ противоположнымъ знакомъ, и тѣмъ еще болѣе облегчить прохожденіе тока черезъ печь.

Здѣсь я долженъ сказать и о высшемъ предѣлѣ напряженія тока. Маленькая печь, изображенная на схемѣ, едва ли можетъ быть приспособлена къ напряженію свыше 300 вольтъ. Но печь съ двойнымъ числомъ кирпичей того же размѣра могла бы работать отъ тока въ 600 вольтъ; чѣмъ



больше печь, тѣмъ болѣе можно было бы повышать и вольтажъ. Предѣлъ здѣсь можетъ быть положенъ не свойствами печи, а соображеніями о безопасности работающаго персонала.

Для относительнаго вольтажа печи мною раньше получена была величина въ 6 вольтъ на миллиметръ, тѣмъ не менѣе возможный максимумъ казался не достигнутымъ. Цифра эта не можетъ быть признана точною, такъ какъ она получена при очень тонкихъ кирпичахъ, причеиъ электроды сильно оплавились и дѣйствительная длина пути тока не отвѣчала той, которая принималась по расчету.

Является общимъ правиломъ, почти не знающимъ исключеній, что крупные приборы дѣйствуютъ болѣе совершенно и точно, чѣмъ малые, — тѣмъ болѣе, приближающіеся къ модели. Поэтому и мнѣ приходится отложить рѣшеніе нѣкоторыхъ весьма интересныхъ вопросовъ до полученія результатовъ работы большой печи. Къ этимъ вопросамъ относится и вопросъ о максимальномъ предѣлѣ относительнаго вольтажа печи.

Прежняя конструкція, съ коллекторомъ обычнаго типа, непригодность котораго была указана въ своемъ мѣстѣ, замѣнена теперь простымъ коммутаторомъ изъ латунныхъ пластинъ, приклепанныхъ къ желѣзнымъ электродамъ, а свободными концами скользящихъ по неподвижному кругу (д) изъ изолирующаго матеріала. Это ясно видно изъ схемы. Такое устройство позволило дать весьма значительную толщину кирпичу, какъ какъ пружинящій наконечникъ электрода быстро размыкается и удаляется отъ щетки. А прежде на коллекторѣ постоянно вспыхивали искры и даже вольтовы дуги, сильно его портившія.

Кромѣ того, благодаря почти мгновенному размыканію, отпала необходимость въ быстромъ вращеніи тигля. Въмѣсто прежнихъ 10 оборотовъ въ минуту онъ теперь дѣлаетъ лишь два. Можно пойти и дальше на этомъ пути. Конечно, расходъ энергіи на вращеніе тигля ничтожно малъ по сравненію съ расходомъ на плавленіе стали и даже на поддержаніе ея при желаемой температурѣ, и экономія въ силѣ невелика. Во всякомъ случаѣ, уменьшеніе числа оборотовъ желательнo, хотя бы потому, что облегчаетъ всѣ манипуляціи съ печью и наблюденіе за нею.

При новой конструкціи явилась возможность ввести водяной холодильникъ, который помѣщается въ нижней части печи, отвѣчающей металлической ваннѣ и мѣдной полосѣ (е). Весьма вѣроятно, что при большой печи такой холодильникъ окажется полезнымъ, еще болѣе увеличивая прочность электродовъ. Въ моей малой модели охлажденіе и безъ того является значительнымъ, именно въ виду слишкомъ малыхъ размѣровъ ея, а потому холодильникъ не приноситъ особенной пользы.

Кстати, по поводу электродовъ замѣчу, что прежде мнѣ случалось вслушивать опасеніи, какъ бы сталь не расплавила электродовъ и не ушла изъ печи. Дѣйствительность не дала никакихъ подтвержденій такой возможности. А теперь, когда явилась печь Жиро, съ большимъ количествомъ желѣзныхъ стержней въ поду, едва ли остается какая либо неясность въ вопросѣ.

Наружная температура печи и самихъ латунныхъ наконечниковъ настолько невысока, что окружающій печь кругъ, сдѣланный изъ дерева, не испытываетъ никакихъ измѣненій и способенъ служить неопредѣленно про-

должительное время. Можетъ быть въ большой печи его пришлось бы построить изъ другого матеріала, но весьма возможно, что наружная температура большой печи, даже при непрерывной работѣ днемъ и ночью, окажется еще ниже, чѣмъ у малой печи если будетъ увеличена толщина стѣнокъ до 400 миллиметровъ (теперь — 200 мм.).

Перейдемъ къ менѣе существеннымъ измѣненіямъ въ конструкціи печи. Это, прежде всего,—измѣненіе профиля: короткій цилиндръ, превращенъ въ сравнительно длинный  $H:D = 1,5$ . Съ тѣмъ вмѣстѣ увеличилась и поверхность нагрѣва печи и ея электропроводность, что было особенно необходимо, такъ какъ я располагаю токомъ не свыше 250 вольтъ.

Затѣмъ, введены нѣкоторыя детали, которые позволили легко вынимать кирпичный цилиндръ — правильнѣе сказать — собственно тигель, со сдерживающей его арматурой, изъ станка и ставить на его мѣсто новый тигель, заранѣе подогрѣтый изнутри. Такимъ путемъ легко и скоро можно переходить отъ стальной плавки къ мѣдной. Да и стальные плавки съ присадкой дорогихъ металловъ, какъ ванадій, вольфрамъ, стоило бы производить въ отдѣльныхъ тигляхъ, тѣмъ болѣе, что стоимостъ ихъ, вмѣстѣ со скрѣпляющими бандажами весьма невелика. Наконецъ, запасный тигель освобождаетъ отъ потери времени при замѣнѣ отслужившаго свой срокъ.

Разработана, но не осуществлена конструкція, подвижной печи, помѣщенной на вагонеткѣ и способной выполнять роль ковша при мартеновской печи или при конвертерѣ. Не предвидится никакихъ препятствій къ постройкѣ хотя бы и свыше десятитоннаго тигля-ковша, свободно двигающагося по рельсамъ. Собственно же приемы выпуска металла, съ полнымъ отдѣленіемъ шлака, успѣшно примѣняются и на нашей небольшой печи.

Изъ схемы видно, что тигель лишь съ небольшимъ въ два раза больше обыкновеннаго ковша равной емкости. Полагаю, что было бы рационально замѣнять имъ простые ковши, обходящіяся далеко не дешево и нерѣдко являющіяся причиной брака и значительной потери металла. Быть можетъ даже, что такая замѣна дастъ прямую экономію въ производствѣ.

Отмѣчу еще одну деталь, оказавшуюся весьма существенной: усиленъ предварительный разогревъ тигля. Это стало возможнымъ благодаря его доступности, при новой конструкціи, съ обѣихъ сторонъ. Передняя и задняя стѣнки отнимаются, тигель поворачивается осью вверхъ, снизу кладутся колосники, сверху наставляются труба. Такимъ способомъ можно разогрѣть тигель постепенно, а подъ конецъ довести до весьма высокой температуры.

Удаленіе кокса и заправка оконъ требуютъ 2—3 минуты; а раскаленный тигель, послѣ присадки небольшого количества соды, быстро повышаетъ свою электропроводность и черезъ полчаса достигаетъ мартеновскаго жара. Прежшій способъ разогрева почти холодной печи токомъ, со введешемъ ѣдкаго кали, затѣмъ натра, несмотря на свою длительность, часто вызываетъ трещины въ кирпичахъ, такъ какъ для холоднаго кирпича въ особенности динасового, являлся все же слишкомъ быстрымъ.

Успѣхъ новаго способа нагрѣва далъ мнѣ смѣлость сложить одинъ тигель изъ сырцоваго шамотоваго кирпича (85% шамота, 15% глины), тутъ же и приготовленнаго студентами. Послѣ нѣкоторой просушки, тигель былъ

прокаленъ изнутри вышеуказаннымъ способомъ и употребленъ для мѣдныхъ плавокъ. Въ результатѣ двухъ серій работы, причемъ было сдѣлано шесть плавокъ, внутри тигля незамѣтно почти никакого изнашиванія. Снаружи онъ остался, конечно, совсѣмъ необожженнымъ, такъ какъ температура здѣсь едва превосходила 100°. Но обжигъ наружной части былъ бы полезенъ развѣ лишь для механической прочности кирпича. Однако она оказывается вполне достаточной и безъ обжига, такъ какъ при вращеніи тигель не испытываетъ никакихъ сотрясеній. Настоящій случай приведенъ единственно для того, чтобы иллюстрировать крайнюю простоту оборудованія электрическаго тигля, а также и для того, чтобы показать возможность регулированія печи въ столь широкихъ предѣлахъ, какъ температуры плавленія мѣди и стали.

Кстати, я долженъ снять одинъ упрекъ, ошибочно брошенный мною своей печи. Въ одномъ изъ докладовъ мною было указано, что если въ печь, уже содержащую расплавленное желѣзо, бросить значительное количество холоднаго металла, то вся масса можетъ застыть и образовать короткое соединеніе внутри печи, приводящее ее въ негодность для дальнѣйшей работы. Тщательныя наблюденія показали, что такой случай возможенъ лишь, какъ исключеніе. По общему правилу, холодное желѣзо, попавши въ расплавленную, но слабо перегрѣтую массу, быстро обростаетъ настывающими кристаллами и превращается въ комъ, перекатывающийся въ печи, но не пристающій къ стѣнкамъ ея.

Изслѣдованія теоріи печи и ея конструктивныхъ деталей отодвинули на задній планъ вопросъ о полученіи въ ней тѣхъ или другихъ сортовъ стали. Въ этомъ отношеніи не получено особенно интересныхъ результатовъ. Окисляющее дѣйствіе печи оказалось столь слабымъ, что явилась вполне возможною переплавка въ ней выдавокъ котельнаго желѣза,—частью ржавыхъ, безъ присадки ферромарганца. Получается хорошо сваривающееся мягкое желѣзо. Процессъ идетъ настолько легко, и чисто, что съ него удобнѣе начинать всякую плавку и уже затѣмъ въ расплавленное желѣзо давать остальные прибавки, требующіяся для стали заданнаго состава.

Вопросъ объ основной печи до сихъ поръ остается открытымъ. Конечно, при чистотѣ русскихъ рудъ онъ не представляетъ особенной остроты, да и зап. европейскія электрическія печи, въ большинствѣ, ограничиваются сплавленіемъ или выдержкой, „облагораживаніемъ“ стали.

Мнѣ могутъ замѣтить, что въ теченіе столь длиннаго ряда лѣтъ, какъ продолжается моя работа, можно было бы освѣтить и вопросъ объ отношеніи магнезита и доломита въ условіяхъ работы печи. Но трудности, съ которыми соединены у насъ всѣ сколько нибудь сложныя изслѣдованія чрезвычайно велики.

Въ заключеніе выразимъ увѣренность, что Русское Металлургическое Общество, объединивъ изолированныя доселѣ силы, вызоветъ ихъ сотрудничество и устранитъ другія препятствія, затрудняющія движеніе нашей металлургіи впередъ.

## Новый типъ печи Сименса въ примѣненіи къ обжигу динаса.

В. Грумъ-Гржимайло.

Цѣль обжига динаса — превращеніе обломковъ кварцевыхъ зеренъ въ сrostокъ кристалловъ тридимита.

Путь для такого превращенія слѣдующій: а) образование стекла изъ силикатовъ желѣза, извести, магнезін, глинозема и проч. примѣсей кварца; б) частичное раствореніе въ этомъ стеклѣ кварца, и с) выдѣленіе кремнезема въ видѣ кристалловъ тридимита. О температурѣ образованія стекла мы можемъ составить нѣкоторое понятіе изъ слѣдующихъ, опубликованныхъ Нойпап'омъ, температуръ плавленія бисиликатовъ желѣза —

$\text{FeOSiO}_2$ . . . . .	1100° Ц.
$(4\text{FeOSiO}_2 + \text{CaOSiO}_2)$ . . . . .	1030° Ц.

и А. С. Гинзбергомъ бисиликатовъ извести и магнезін —

$\text{CaOSiO}_2$ . . . . .	1512° Ц.
$(2\text{CaOSiO}_2 + \text{MgOSiO}_2)$ . . . . .	около 1270° Ц.

а также бисиликата закиси марганца и извести —

$\text{MnOSiO}_2$ . . . . .	1218° Ц.
$(7\text{MnOSiO}_2 + \text{CaOSiO}_2)$ . . . . .	1184° Ц.

Примѣсь силиката глинозема къ бисиликатамъ типа  $\text{BO}$  въ небольшомъ количествѣ, вѣроятно, еще понизитъ температуру плавленія стекла; болѣе же значительная примѣсь будетъ способствовать увеличенію трудно-плавкости, а главное, — вязкости этихъ стеколъ.

Въ концѣ концовъ можно считать, что при температурѣ около 1200°—1250° въ массѣ динасоваго кирпича образуется стекло и всѣ примѣси постепенно входятъ въ его составъ въ формѣ бисиликатовъ. Инж. Хоецкимъ выработанъ методъ изученія явленія образованія стекла въ динасѣ; онъ опредѣляетъ въ динасѣ свободную, несвязанную известь. Этимъ путемъ мы совершенно точно можемъ установить время, необходимое для перваго подготовительнаго періода обжига.

Разъ стекло образовалось, то въ немъ начинается растворяться кремнеземъ кварца и выдѣляться тридимитъ. Что это превращеніе идетъ прекрасно

при температурахъ очень невысокихъ, убѣждаютъ насъ нлифы изъ почернѣвшаго въ регенераторахъ динаса. Благодаря садящейся на динасъ пыли изъ окисловъ желѣза, а въ основныхъ печахъ—и пыли извести и доломита, динасъ въ регенераторахъ пропитывается очень легкоплавкимъ желѣзистымъ стекломъ и при температурѣ, не превышающей 1200°, переходитъ въ очень крупные кристаллы тридимита.

Правда, время перерожденія въ этихъ случаяхъ измѣряется мѣсяцами, а не сутками. Для того, чтобы перерожденіе происходило въ промежутокъ времени, практически допустимый съ экономической стороны, т. е.—въ нѣсколько дней обжига, мы должны по возможности усилить растворяющую способность нанега стекла, для чего нужно поднять температуру обжига.

Однако такой подъемъ температуры не безопасенъ. При температурѣ около 1450° можетъ уже имѣть мѣсто переходъ кварца въ тридимитъ въ твердомъ состояніи; возможно, такъ сказать, „сухое“ перерожденіе кварца въ тридимитъ. Если оно идетъ медленно, то мы получаемъ бѣлую, мало прочную массу, не дѣйствующую на поляризованный свѣтъ. Если это перерожденіе идетъ быстро, то получаемъ рыхлую тридимитовую массу.

Динасъ, какъ мы уже видѣли <sup>1)</sup>, вырастаетъ, въ этомъ случаѣ, на 30% своего объема.

Въ интересахъ полученія хорошаго динаса необходимо вести „мокрое“ перерожденіе возможно быстро, т. е.—при возможно болѣе высокой температурѣ, всѣми силами избѣгая „сухого“ перерожденія.

Отсюда мы видимъ, что полученіе хорошаго динаса — довольно трудная задача.

Надо: а) выдержать динасъ при температурѣ около 1200° Ц. до тѣхъ поръ, пока всѣ примѣси не дадутъ силикатовъ и не войдутъ въ составъ пропитывающаго динасовую массу стекла; б) повышеніемъ температуры обжига усилить растворяющую способность стекла до максимума, не допуская, однако, „сухого“ перерожденія кварца. Достигнуть послѣдняго не трудно при условіи, что пламя обжигательной печи будетъ имѣть во всей своей массѣ одинаковую температуру и въ немъ не будетъ *факельнаго* горѣнія, т. е., не будетъ избытка кислорода воздуха.

Для того, чтобы удовлетворить этимъ двумъ капитальнымъ условіямъ обжига динаса, надо имѣть печь, температура въ коей, составъ пламени и возможность достиженія высокой температуры находятся всецѣло въ рукахъ мастера.

Этимъ условіямъ удовлетворяетъ въ полной мѣрѣ только печь Сименса.

Преимущества этой системы слѣдующія: а) обращеніе пламени устанавливаетъ равную температуру во всей полости рабочаго пространства; б) количество поступающаго въ печь газа и воздуха легко регулируется клапанами; почему объемъ печныхъ газовъ и характеръ пламени находится вполнѣ въ рукахъ управляющаго печью; в) предварительный подогревъ газа и воздуха обезпечиваетъ полноту реакціи горѣнія и даетъ возможность легко получить температуру въ печи до 1600°, работая мягкимъ, не факельнымъ пламенемъ.

<sup>1)</sup> См. статью того же автора въ 1 кн. Ж. Р. М. О. Ред.

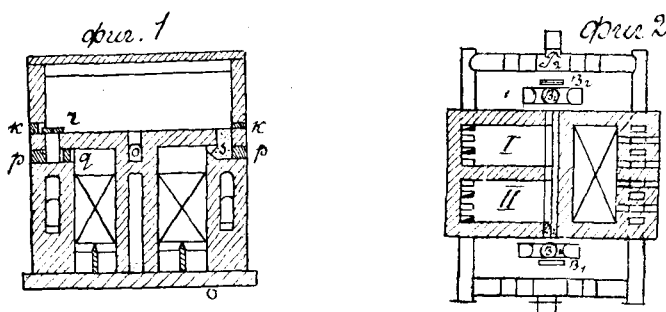
Несмотря на эти преимущества, печи Сименса, какъ печи кирпиче-обжигательныя, до сихъ поръ примѣненія не имѣли. И по очень простой причинѣ, — для возможности погрузки и выгрузки печи Сименса, ее приходится охлаждать, отчего теряются всѣ выгоды регенеративной системы, такъ какъ скопленное въ регенераторахъ тепло не только не утилизируется, но, напротивъ того, затягиваетъ охлажденіе печи и выгрузку обожженного кирпича.

Воспользоваться выгодами печи Сименса и обойти ея недостатки и было моею задачею при проектированіи *многочестной печи Сименса*, на которую мною заявлена привиллегія.

Фиг. 1 и 2 представляютъ печь Сименса моей системы для работы на к. у. генераторномъ газѣ. Такъ какъ изъ к. у. генератора трудно получить газъ при температурѣ ниже  $600^{\circ}$ — $700^{\circ}$ , то нѣтъ особенной выгоды снабжать печь газовыми регенераторами въ данномъ случаѣ.

Въ случаѣ работы на холодномъ дровяномъ или торфяномъ газѣ подобныя печи можно снабжать всѣми четырьмя регенераторами.

Идея устройства печи заключается въ томъ, что отъ регенеративныхъ камеръ работаетъ *не одно рабочее пространство*, какъ это принято дѣлать обыкновенно, а — *два или нѣсколько, поочередно*.



На фиг. 1 и 2 показано два рабочихъ пространства I и II, поочередно работающих отъ общихъ регенеративныхъ воздушныхъ камеръ.

Порядокъ работы такой: рабочее пространство I нагружено динасомъ и кирпичъ въ немъ обжигается; рабочее пространство II уединено отъ регенераторовъ и находится въ періодѣ охлажденія, выгрузки и загрузки. Когда обжигъ въ рабочемъ пространствѣ I конченъ, его уединяють отъ регенераторовъ, а пространство II присоединяють къ регенераторамъ. Такимъ образомъ, каждое рабочее пространство студится, выгружается и загружается, регенераторы-же работаютъ непрерывно.

Уединеніе рабочаго пространства отъ регенераторовъ производится при помощи песчанаго затвора; песокъ въ S всыпается черезъ окно K. Если рабочее пространство надо присоединить къ регенераторамъ, то песокъ изъ S удаляется черезъ окно P.

Того-же результата можно достигнуть и другими путями.

Въ устройствѣ рабочаго пространства характерно то, что пролеты открываются въ печь на уровнѣ лещади. Благодаря этому, въ этой печи, какъ и во всѣхъ печахъ съ обращенной тягой, нѣтъ замѣтной разницы въ темпера-

турфъ подъ сводомъ и на лещади, и вся посадка динаса будетъ прогрѣваться совершенно равномерно.

Для равномерности прогрѣвашя самой насадки регенераторовъ, они снабжены двумя комплектами клапановъ и заслонокъ.

Изъ фиг. 2 видно, что, когда работаетъ рабочее пространство I, то функционируютъ клапана В, Г, З и наоборотъ.

Теплота, скопляющаяся въ регенераторахъ, можетъ быть утилизирована весьма удобно для нагрѣва холоднаго, только что посаженнаго, динаса. Для этого дымовыя заслонки и газовый клапанъ опускаются; перекидной клапанъ становится на середину и въ регенераторы пускается воздухъ; онъ нагрѣвается и поднимается въ присоединенное къ регенераторамъ рабочее пространство, согрѣваетъ холодный динасъ и вытѣсняется черезъ отверстие О у подины печи.

Такое согрѣваніе холодной посадки неизмѣримо лучше практикуемаго теперь способа согрѣвать кирпичъ малымъ огнемъ, разводимымъ въ топкѣ.

Печь этой системы съ удобствомъ можетъ примѣняться и во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда погрузка и выгрузка нагрѣваемыхъ предметовъ занимаетъ много времени и сопряжена съ охлажденіемъ рабочаго пространства печи. Напримѣръ: такъ удобно устраивать всевозможныя кирпичеобжигательныя печи; печи для обжига магнезита; отжига стальныхъ издѣлій; цементациі стали, полученія ковкаго чугуна и т. п.

Передъ печами обыкновенныхъ типовъ эта печь имѣетъ преимущества легкаго управленія пламенемъ и удобнаго полученія температуры выше  $1400^{\circ}$  и до  $1600^{\circ}$ , что для большинства кирпичеобжигательныхъ печей сопряжено съ громадными трудностями.

Передъ камерной печью Мендгейма эта печь имѣетъ преимущество дешевизны, малой производительности и, полной независимости во времени: печь Мендгейма идетъ извѣстнымъ темпомъ и для издѣлій, требующихъ очень осторожнаго обжига не примѣнима; печь предлагаемой системы работаетъ такъ, какъ ея управляютъ, — это вполне послушное орудіе производства.

## ЧАСТЬ ВТОРАЯ.

Физико-химическія данныя  
общаго характера.

W. White. Теплоемкости при высокихъ температурахъ.  
(Phys. Rev, 28, 461—462, 1909).

Въ своемъ предварительномъ сообщеніи авторъ даетъ рядъ чиселъ для теплоемкости платины,  $MgCaSi_2O_6$  и  $CaSiO_3$ . Изучавшіяся вещества нагрѣвались при постоянной температурѣ въ длинной электрической печи небольшого діаметра и быстро опускались въ калориметръ; потери тепла при переносѣ не превышали 0,1%. Отдѣльные опредѣленія сходились до 0,5%; лишь при температурахъ выше 1400° погрѣшности при опредѣленіи теплоемкости вѣроятно превышаютъ 1%.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ даны *среднія* теплоемкости отъ 0° до температуры предварительнаго нагрѣва и вычисленныя изъ этихъ чиселъ *истинныя* теплоемкости, т. е., — *при каждой изъ указанныхъ температуръ нагрѣва.*

Температура.	Т е п л о е м к о с т и					
	Pt		$MgCaSi_2O_6$		$CaSiO_3$	
	средн. отъ 0° до t°	истин. при t°	средн. отъ 0° до t°	истин. при t°	средн. отъ 0° до t°	истин. при t°
100°			0,1920	0,2050	0,1833	0,1916
500	0,03351	0,03560	2310	2668	2170	2510
700	03425	03685	2420		2288	
900	03515	03799	2490	2810	2355	2604
1100	03575	03901	2563		2400	
1300	03644	04003	2600	2800	2420	2510
1500	03679	04073				

*Среднія теплоемкости* съ точностью до 0,5% выражаются формулами:

для платины:  $0,03198 + 3,967t \cdot 10^{-6} - 4,67t^2 \cdot 10^{-10}$

$CaMgSi_2O_6$ :  $0,1779 + 1,5161 \cdot 10^{-4} - 1,0471^2 \cdot 10^{-7} + 2,81t^3 \cdot 10^{-11}$

$CaSiO_3$ :  $0,1722 + 1,181 \cdot 10^{-4} - 6,16t^2 \cdot 10^{-8} + 9,4t^3 \cdot 10^{-12}$

Погрѣшности „истинныхъ“ теплоемкостей значительно больше, достигая при 1500° до 7%. Поэтому не слѣдуетъ придавать особаго значенія умень-



шенію истинныхъ теплоемкостей силикатовъ выше 900°. Кривыя теплоемкостей изслѣдованныхъ силикатовъ, характеризующіяся весьма малымъ подъемомъ при высокихъ температурахъ, существенно отличаются этимъ отъ кривой теплоемкостей платины.

Аналогичные результаты получены при изслѣдованіи кварца, но превращеніе при 575°, сопровождаемое выдѣленіемъ 4—5 калорій, затрудняетъ толкованіе добытыхъ данныхъ.

Найденныя авторомъ значенія теплоемкостей платины на нѣсколько % ниже данныхъ другими изслѣдователями величинъ.

Ф. Д.

*Н. Le-Chatelier и Володинъ. Объ аморфномъ углеродѣ.*

(Revue de Metallurgie, 1909, 925).

Авторы обращаютъ вниманіе на тотъ фактъ, что въ аморфномъ углеродѣ разнаго происхожденія часто находятся болѣе или менѣе значительныя примѣси графита, поэтому прежде, чѣмъ подвергнуть изученію тотъ или иной образецъ аморфнаго углерода, необходимо убѣдиться въ отсутствіи въ немъ графита. Качественной пробой на графитъ является образованіе графитовой кислоты: при промываніи окисленнаго угля водой графитовая кислота остается въ осадкѣ.

До сихъ поръ считавшаяся несодержащей графита сажа изъ ацетилена оказалась, по изслѣдованіямъ авторовъ, содержащей значительное его количество, въ очень раздробленномъ состояніи; примѣси графита обнаружены были авторами также и въ ретортномъ углѣ. Несодержащими графита оказались по изслѣдованіямъ авторовъ: голландская сажа, уголь изъ сахара, древесный уголь и уголь лампочекъ накаиванія.

Авторы опредѣлили уд. вѣсъ этихъ четырехъ видовъ угля, причемъ было обращено особенное вниманіе на предварительное полное удаленіе изъ изслѣдуемыхъ веществъ пузырьковъ воздуха.

Голландская сажа . . . . .	уд. вѣсъ =	1,81
Уголь изъ сахара и уголь лампочекъ накаиванія . . . . .	” ” ”	1,74
Древесный уголь . . . . .	” ” ”	1,70

Авторы объясняютъ полученныя ими колебанія удѣльныхъ вѣсовъ угля присутствіемъ въ немъ воздуха, который удалить совершенно—очень трудно. Авторы не считаютъ своего изслѣдованія достаточнымъ для рѣшенія вопроса о существованіи нѣсколькихъ разновидностей аморфнаго углерода.

М. О.

## Металлы, ихъ сплавы и химическія соединенія.

*H. C. Greenwood.* Приближенное опредѣленіе температуръ кипѣнія металловъ.  
(Proc. Roy. Soc., 82 A, 396—408, 1909).

Металлы помѣщались на дно длинной тонкостѣнной графитовой пробирки, подвѣшенной внутри вертикальной угольной трубки, служившей нагревателемъ печи сопротивленія. Въ боковое отверстіе нагревательной трубки вставлялась угольная трубка меньшаго діаметра, черезъ которую помощью пирометра Ваннера наблюдалось накаливаніе графитовой пробирки. Сверху, черезъ дымчатое стекло, слѣдили за измѣненіемъ поверхности металла; отмѣчался моментъ, когда металлъ вскипалъ, и соотвѣтствующая температура дна графитовой пробирки опредѣлялась оптическимъ пирометромъ Ваннера. Мѣшавшіе отсчетамъ пирометра пары металла вытѣснялись чрезъ боковую трубку струей водорода; при замѣнѣ водорода азотомъ температуры кипѣнія повышались на  $50^{\circ}$ — $100^{\circ}$ ; это повышение авторъ приписываетъ менѣ энергичному вытѣсненію паровъ металловъ азотомъ, чѣмъ водородомъ.

Металлы, легко соединяющіеся съ углеродомъ (Al, Mn, Cr, Mg, Fe), испытывались въ графитовыхъ пробиркахъ, выложенныхъ защитнымъ слоемъ окиси магнія.

Въ струѣ водорода получены слѣдующія приближенныя значенія для температуры кипѣнія (по оптической шкалѣ):

Магній . . . . .	1120°	Серебро . . . . .	1955°
Висмутъ . . . . .	1420°	Хромъ . . . . .	2200°
Сурьма . . . . .	1440°	Олово . . . . .	2270°
Свинець . . . . .	1525°	Мѣдь . . . . .	2310°
Алюминій . . . . .	1800°	Желѣзо . . . . .	2450°
Марганецъ . . . . .	1900°		

Ф. Д.

0 пассивности желѣза. *P. Krass.* (ZS. f. Elch. 15, 490—500, 981).

*W. Müller* и *J. Königsberger* (ZS. f. Elch. 15, 742—746. 1909).

Поляризуя анодно въ кипящихъ растворахъ ѣдкихъ щелочей разныя сорта продажнаго желѣза, *Krassa* при опредѣленныхъ плотностяхъ тока получалъ пассивное желѣзо, покрытое слоемъ окисловъ; при другихъ плотностяхъ

тока ему удавалось пассивировать желѣзо безъ появленія видимой пленки. *Красса* считаетъ, что и въ послѣднемъ случаѣ очень тонкій слой окисловъ является причиной пассивности; попытки *Мюллера* и *Кэнисбергера* доказать экспериментально, измѣреніемъ коэффициента отраженія свѣта, что защитная пленка не всегда имѣется на пассивномъ желѣзѣ, *Красса* не признаетъ убѣдительными, по малой точности и чувствительности метода.

На рядъ полемическихъ замѣчаній *Мюллера* и *Кэнисбергера* по поводу опытовъ и выводовъ *Красса*, послѣдній отвѣтилъ статьей, въ которой отстаиваетъ высказанныя въ первой работѣ положенія. Ф. Д.

*P. Oberhoffer. Сплавы желѣза (Metallurgie, 1909, 612).*

Въ настоящее время, когда изученіе двойныхъ сплавовъ желѣза съ металлами и металлоидами подвинулось значительно впередъ и когда уже начинается изученіе тройныхъ желѣзо-углеродныхъ сплавовъ, чувствуется потребность въ классификаціи двойныхъ и тройныхъ сплавовъ желѣза. Этой потребности авторъ и идетъ навстрѣчу.

Основаніемъ для классификаціи всѣхъ двойныхъ сплавовъ желѣза авторъ принимаетъ растворимость или нерастворимость въ желѣзѣ второго компонента.

Всѣ двойные сплавы авторъ размѣщаетъ въ четырехъ рядахъ, причемъ надъ раздѣлительной чертой помѣщены сплавы болѣе изученные, подъ чертой — сплавы менѣе изученные.

1.	2.	3.	4.
Fe — Pb	Fe — Sn	Fe — Au	Fe — C
Fe — Cd	Fe — S	Fe — Pt	Fe — Si
Fe — Bi	Fe — Cu	Fe — Mn	Fe — P
Fe — Tl	—	Fe — Ni	Fe — Al
Fe — Ca	—	Fe — Co	Fe — Sb
Fe — Ag	—	Fe — Cr	—
—	—	Fe — Mo	—
Fe — Hg	Fe — Zn	Fe — Os	Fe — As
Fe — K	—	Fe — Jr	Fe — B
Fe — Na	—	Fe — Pd	—
Fe — Ba	—	Fe — Ti	—
Fe — Li	—	Fe — V	—
Fe — Mg	—	—	—

Всѣ сплавы перваго ряда характеризуются полной нерастворимостью компонентовъ другъ въ другѣ: во второмъ ряду помѣщены сплавы съ частичной растворимостью компонентовъ другъ въ другѣ; сплавы третьяго ряда характеризуются полной растворимостью компонентовъ другъ въ другѣ.

Въ сплавахъ первыхъ трехъ рядовъ въ большинствѣ случаевъ химическихъ соединеній не образуется, и компоненты растворяются другъ въ

другѣ, какъ таковыя; въ сплавахъ же четвертаго ряда образуется химическое соединеніе желѣза со вторымъ компонентомъ ( $Fe_3C$ ,  $Fe_3P$ ), который и растворяется въ желѣзѣ въ видѣ этого соединенія.

Изъ тройныхъ сплавовъ желѣза отчасти изучены желѣзо-углеродные сплавы, для которыхъ авторъ приводитъ классификацію Goerens'a. Эти сплавы, по Goerens'у, дѣлятся на двѣ категоріи: 1) сплавы, имѣющіе тройную эвтектику  $Fe - C - P$ ,  $Fe - C - Sn$ ,  $Fe - C - As$ ,  $Fe - C - Sb$  и 2) сплавы, не имѣющіе тройной эвтектики —  $Fe - C - Si$ ,  $Fe - C - Mn$ ,  $Fe - C - Cr$ ,  $Fe - C - W$ ,  $Fe - C - Ni$ .  
М. О.

*Ch. Burgess и J. Aston.* Механическія свойства сплавовъ желѣза съ мѣдью.  
[The Iron Age, 1909, 1476].

Вліяніе мѣди на механическія свойства промышленныхъ сталей было изучено въ работахъ Ball, Colby, Липина, Stead, Wigham и Brinel. Такъ какъ вліяніе мѣди на свойства стали мѣняется въ зависимости отъ количества С, S и другихъ примѣсей, имѣющихся въ промышленной стали, авторы для приготовления сплавовъ  $Fe - Si$  исходили изъ самыхъ чистыхъ электролитическихъ металловъ. Такъ, электролитическое желѣзо имѣло слѣдующій составъ:

	Послѣ двукратнаго электролиза.	Послѣ сплавленія и проковки.
С . . . . .	0,012%	0,047%
S . . . . .	—	0,005
Si. . . . .	0,013%	0,062
P . . . . .	0,004%	0,016
Mn . . . . .	—	—
Fe. . . . .	99,971%	

Исходные металлы въ различныхъ пропорціяхъ сплавлялись въ электрической печи въ магнетитовыхъ тигляхъ, и полученные сплавы (около  $\frac{1}{2}$  клгр.) проковывались въ прутья діаметр.  $\frac{5}{8}$  д. и 18 д. длины; изъ этихъ прутьевъ и вытачивались бруски для механическихъ испытаній.

Сплавы до 2% Si хорошо куются и свариваются даже при слабомъ нагрѣваніи; сплавы, содержаніе отъ 2% до 7% Si, куются и свариваются только при бѣлокальномъ жарѣ, сплавы съ 7% до 80% Si совсѣмъ не куются; сплавы съ 80% до 100% Si куются при температурѣ ярко-краснаго каленія.

При механической обработкѣ сплавовъ, содержащихъ до 7% Si, можно было замѣтить, что съ увеличеніемъ количества Si твердость возрастаетъ; сплавы съ содержаніемъ Si выше 7% обточкѣ не подвергались, при распиливаніи же показываютъ очень большіую твердость.

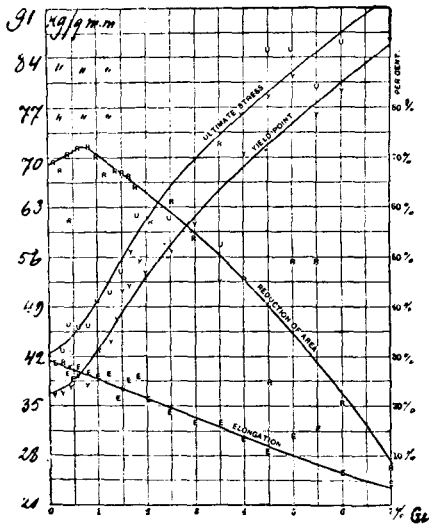
Въ настоящей работѣ приведены результаты механическихъ испытаній на разрывъ только для сплавовъ съ содержаніемъ до 7% Si. Эти результаты представлены на діаграммахъ фиг. 1 (для неотожженныхъ образцовъ) и фиг. 2 (для отожженныхъ образцовъ).

Для неотожженныхъ образцовъ измѣненіе предѣла упругости (кривая  $Y - Y$ ), сопротивленія разрыву (кривая  $U - U$ ) и удлиненія (кривая  $E - E$ ) пред-

ставлены почти прямыми линиями, только линия В.—R, сокращения попер. сѣч., показываетъ замѣтный максимумъ при 0,7%—0,8% Си.

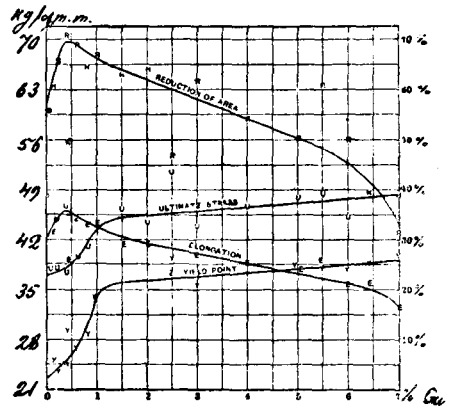
Для отожженныхъ образцовъ предѣлъ упругости и сопротивленіе разрыву достигаютъ максимума при 1,0—1,5% Си и измѣняются очень мало при дальнѣйшемъ увеличеніи Си. Удлиненіе и сокращеніе попер. сѣч. представлены кривыми съ максимумомъ при 0,4%—0,5% Си.

При прокаткѣ большихъ количествъ металла должны получаться механическія свойства промежуточные между свойствами неотожженныхъ образцовъ (фиг. 1) и отожженныхъ (фиг. 2).



Фиг. 1.

Такъ какъ неотожженные сплавы показываютъ значительную хрупкость, то практическій интересъ могутъ предста-



Фиг. 2.

вить только сплавы отожженные. Изъ нихъ наилучшими механическими свойствами обладаетъ сплавъ съ 1,5% Си, что подтверждается также и данными Випел'я.

Сравнивая механическія свойства сплавовъ мѣди съ механическими свойствами никкелевыхъ сталей, изслѣдованныхъ Waddel'емъ, авторы приходятъ къ заключенію, что сплаву съ 1,5% Си по механическимъ свойствамъ отвѣчаетъ или сплавъ съ 4% Ni, или сталь съ 3,82% Ni и 0,19% С.

Такъ какъ для сообщенія желѣзу одинаковыхъ механическихъ свойствъ требуется или 4% Ni, или только 1,5% Си, и такъ какъ цѣна мѣди ниже цѣны никкеля, то, очевидно, сплавы желѣза съ мѣдью могутъ имѣть большое практическое значеніе и вытѣснить изъ употребленія сплавы желѣза съ Ni.

М. О.

*C. Burgess и J. Aston.* Вліяніе марганца, мышьяка и олова на магнитныя свойства желѣза (Elch & Met. Industry, 1909, 403—405, 476—478).

Параллельно изучены неотожженные, отожженные при 675° и 1000° и закаленные сплавы при напряженіи поля Н отъ 10 до 100; соответствующія магнитныя индукціи В опредѣлены приборомъ Истерлика и даны въ видѣ графикъ и диаграммъ. Примѣнявшееся желѣзо получено электролитически и содержало 99,97% Fe.

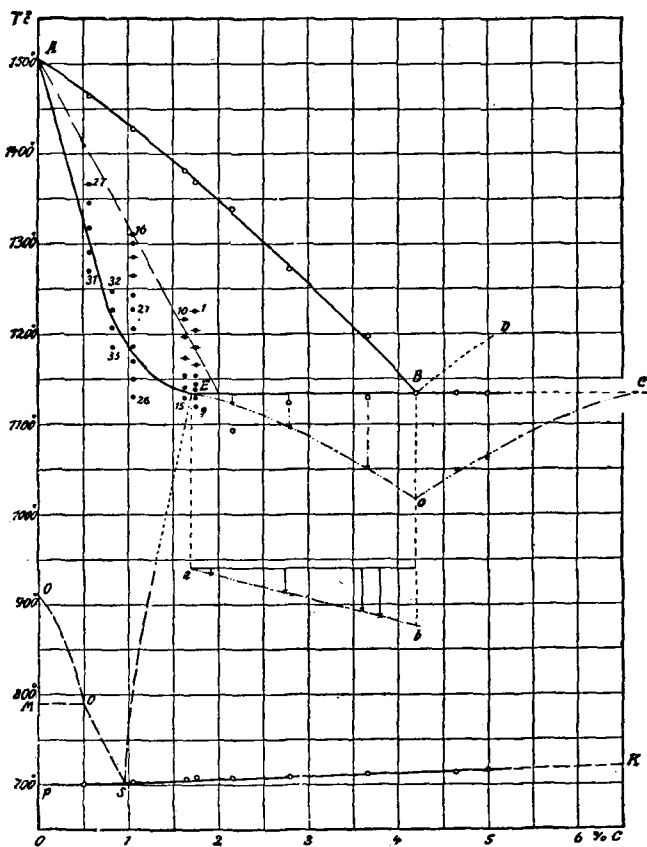
Примѣси *марганца* уменьшаютъ В желѣза; сплавы, содержащіе болѣе 10% Мп уже немагнитны. Отжигъ увеличиваетъ магнитную проницаемость сплавовъ. Отожженные при 675° сплавы съ содержаніемъ до 1% Мп по проницаемости едва уступаютъ чистому электролитическому желѣзу. Закалка, повидимому, сопровождается также увеличеніемъ проницаемости.

Примѣси *мышьяка* (до 4%) и *олова* (до 2%) мало отзываются на величинѣ В, но значительно уменьшаютъ гистерезисъ; для сплавовъ съ наибольшимъ (< 4%) содержаніемъ As или Sn эти потери вдвое меньше, чѣмъ въ лучшихъ сортахъ кремнистой стали, применяемой въ Америкѣ при постройкѣ трансформаторовъ.

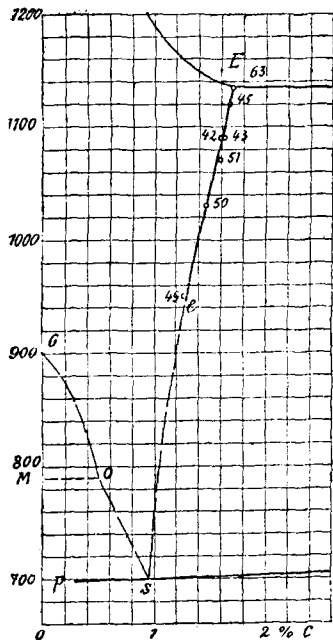
Ф. Д.

Н. Гутовскій. Къ теоріи плавленія и застыванія желѣзо-углеродныхъ сплавовъ. (Metallurgie, 1909, 731).

Въ первой части своей работы авторъ на основаніи собственныхъ опытовъ устанавливаетъ направленіе *solidus*'а въ діаграммѣ Роозебоома для желѣзо-углеродныхъ сплавовъ. Направленіе *solidus*'а, главнымъ образомъ—участка АЕ (фиг. 3), имѣетъ практическій интересъ, такъ какъ по Stansfield'у нагрѣваніе стали вынѣ линии АЕ вызываетъ пережогъ ея. Обыкновенно



Фиг. 3.



Фиг. 4.

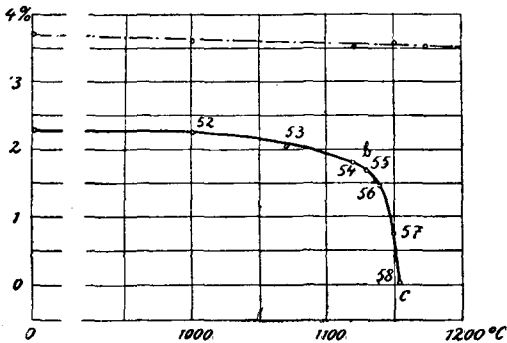
*solidus* опредѣляется по кривымъ охлажденія; перегибами на кривыхъ охлажденія, отвѣчающихъ концу застыванія сплавовъ.

Полученныя авторомъ кривыя охлажденія для сплавовъ съ 0,5%—

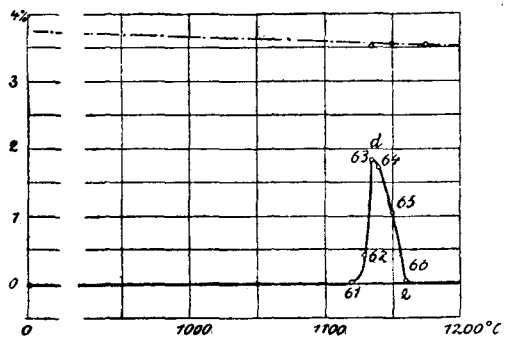
2,0% С показывают, что конец застывания на них обнаруживается нерѣзко или же совсѣмъ не обнаруживается.

Только сплавы съ 2,0% — 5% С даютъ кривыя охлажденія съ ясно выраженнымъ концомъ застыванія. Поэтому, авторъ для опредѣленія линіи АЕ воспользовался методомъ Heisock'a и Neville'я, состоящимъ въ слѣдующемъ.

Въ однородныхъ сплавахъ температура конца застыванія совпадаетъ съ температурой начала плавленія; поэтому, стоитъ только опредѣлить для ряда сплавовъ температуры начала плавленія, чтобы тѣмъ самымъ опредѣлить *solidus* этихъ сплавовъ. А начало плавленія легко можно обнаружить въ микроскопѣ по появленію микроскопическихъ капелекъ. Итакъ, если однородный сплавъ нагревать до различныхъ температуръ, лежащихъ по близости къ началу плавленія, затѣмъ закаливать сплавъ при этихъ температурахъ и разсматривать въ микроскопѣ, то можно по появленію въ сплавѣ капелекъ точно опредѣлить температуру начала плавленія сплава.



Фиг. 5.



Фиг. 6.

Найдя температуры начала плавленія для ряда сплавовъ различнаго состава, легко найти направление *solidus*'а.

Авторъ приготовилъ сплавы съ 0,58%, 0,83%, 1,07%, 1,63% и 1,75% С и, применяя описанный методъ, опредѣлилъ направление линіи АЕ. Другая часть *solidus*'а ЕВ опредѣлена авторомъ на основаніи полученныхъ имъ кривыхъ охлажденія для сплавовъ съ 2,16%, 2,79%, 3,68% и 4,63% С.

Результаты, полученные авторомъ сведены на прилагаемой діаграммѣ (фиг. 3); сплошныя линіи построены на основаніи данныхъ автора, а прерывистыя на основаніи данныхъ другихъ авторовъ.

Точка Е находится при 1,7% С; въ этомъ убѣждаютъ автора два обстоятельства: 1) сплавъ съ 1,66% С уже содержитъ слѣды эвтектики: мартенситъ + цементитъ и 2) на построеніи, сдѣланномъ по методу Тампапп'а, эвтектическая остановка равна нулю только при 1,7% С (фиг. 3).

Во второй части работы авторъ описываетъ опыты цементациі желѣза, результаты которыхъ изображаются фиг. 4.

Подвергая энергичной цементациі желѣзо (въ смѣси угля и  $\text{BaCO}_3$ ), авторъ достигалъ предѣльныхъ концентрацій углерода, различныхъ для разныхъ температуръ. Линія этихъ предѣльныхъ концентрацій совпадаетъ съ *ES* — линіей выдѣленія цементита изъ твердаго раствора.

Въ третьей части своей работы авторъ методомъ закалки изслѣдуетъ

измѣненія въ структурѣ бѣлаго и сѣраго чугуновъ вплоть до температуры окончательнаго расплавленія ихъ.

Результаты этого изслѣдованія изображены здѣсь фигурами: 5 и 6, на которыхъ даны кривыя измѣненія содержанія графита въ сѣромъ и бѣломъ чугунахъ.

Изъ этихъ кривыхъ ясно видно, во-первыхъ, что въ сѣромъ чугунѣ энергичный переходъ графита въ растворъ начинается при температурахъ выше  $1100^{\circ}$  и что, во-вторыхъ, бѣлый чугунъ передъ плавленіемъ энергично выдѣляетъ углеродъ и переходитъ въ сѣрый чугунъ, максимумъ выдѣленія углерода соотвѣтствуетъ эвтектической температурѣ.

М. О.

*Н. М. Howe.* Упрощенія въ металлографіи желѣза.

(*Elch. & Met. Ind.*, 1909, 423—427).

Авторъ полагаетъ, что иголки мартенсита должны считаться скорѣе за  $\beta$ -Fe, чѣмъ за  $\gamma$ -Fe. Опыты *А. Байкова* показали, что при температурахъ, при которыхъ долженъ получаться мартенситъ, характерныя для него иглы не образуются, если послѣ травленія нлифа HCl при высокой температурѣ достаточно продолжительное время при той же температурѣ промывать нлифъ струей водорода. По мнѣнію автора, *Осмондъ*, промывавшій нлифы всего лишь 10 минутъ, не удалялъ нацѣло всего количества HCl; неудаленныя количества реактива травили уже охлажденное ниже  $1000^{\circ}$  желѣзо; въ опытахъ *Осмонда* иглы формировались, такимъ образомъ, при такихъ температурахъ, при которыхъ нормально образуется  $\beta$ -Fe.

Разборъ имѣющихся въ литературѣ данныхъ показываетъ, кромѣ того, что иглы мартенсита всегда образуются при переходѣ отъ  $\alpha$ -Fe къ  $\gamma$ -Fe и обратно (нагрѣваніемъ и охлажденіемъ), т. е., — при прохожденіи черезъ область  $\beta$ -Fe.

Но если и считать, что мартенситъ представляетъ не  $\beta$ -Fe, а особую разновидность  $\gamma$ -Fe, — все же, пересмотръ господствующихъ до сихъ поръ представленій о природѣ иголокъ мартенсита, въ виду упомянутыхъ опытовъ *А. Байкова*, является существенной необходимостью; этотъ пересмотръ вѣроятно поведетъ, по мнѣнію автора, къ нѣкоторымъ упрощеніямъ въ металлографіи желѣза.

Ф. Д.

*P. Lebeau.* О ядовитыхъ газахъ, образующихся при дѣйствіи влажнаго воздуха на ферросилицій [*Revue de Métallurgie*, 1909, 907].

Хорошо извѣстно, что очень богатый кремніемъ ферросилицій въ присутствіи влажности выдѣляетъ горючіе ядовитые газы. Авторъ занялся изученіемъ состава этихъ газовъ. Измельченный ферросилицій помѣщался въ стеклянную колбу, соединенную послѣдовательно съ двумя охлаждаемыми сосудами и съ ртутнымъ насосомъ; изъ этихъ сосудовъ ближайшій къ колбѣ охлаждался до  $-25^{\circ}$ , второй — въ жидкомъ воздухѣ. Когда воздухъ изъ прибора былъ удаленъ ртутнымъ насосомъ, въ колбу приливалось нѣкоторое количество воды. Образующійся при этомъ газъ проходилъ черезъ охлаждаемые сосуды, причемъ часть его конденсировалась въ нихъ и, съ помощью ртутнаго насоса, собиралась въ газометрѣ.



Въ сосудѣ, охлажденномъ до  $-25^{\circ}$ , конденсировалась только вода; собранный въ газометръ несгустившійся газъ оказался чистымъ водородомъ, что было установлено взрывомъ въ эвдиометръ. Проба газа, сгустившагося при т-рѣ жидкаго воздуха, была подвергнута нагрѣванію въ закрытомъ сосудѣ, — на стѣнкахъ сосуда выдѣлилось мышьяковое зеркало; неразложившійся при этомъ нагрѣваніи остатокъ газа нацѣло поглощался мѣднымъ купоросомъ съ образовашемъ чернаго осадка фосфористой мѣди.

Такимъ образомъ, авторомъ было установлено, что выдѣляющійся при дѣйствіи воды на ферросилицій газъ состоитъ изъ водорода, фосфористаго водорода и мышьяковистаго водорода.

*Составъ газовъ, выдѣляемыхъ ферросилиціемъ.*

№ образца.	°/о содержаніе Si.	№ анализа.	H <sub>2</sub> °/о.	PH <sub>3</sub> °/о.	AsH <sub>3</sub> °/о.	Объемъ газа въ кубическихъ сантиметрахъ на 1 килогр. ферросилиція.
1	50	1	56,00	41,57	2,43	375,0
		2	48,60	47,80	3,60	340,0
2	50	1	9,47	72,98	17,55	47,4
		2	1,00	72,90	27,10	52,0
3	50	1	94,57	5,43	—	53,7
		2	91,80	8,20	—	47,4
4	50	1	15,26	29,87	54,87	53,9
		2	—	—	—	—
5	70	1	100,00	—	—	181,0
		2	95,50	4,50	—	266,0
6	75	1	93,90	6,10	—	140,0
		2	72,80	27,20	—	112,0
7	75	1	94,00	6,00	—	416,0
		2	95,30	4,70	—	260,0
		3	80,10	19,90	—	737,0
		4	93,00	7,00	—	554,0
8	80	1	87,50	12,50	—	223,7
		2	87,56	12,24	—	374,0
9	90	1	92,1	7,80	—	80,0
		2	92,7	7,30	—	140,0

Для количественнаго анализа образующихся газовъ авторъ, не отдѣляя AsH<sub>3</sub> и PH<sub>3</sub>, собиралъ ихъ въ газометръ; нагрѣваніемъ разрушалъ мышьяковистый водородъ и по измѣненію объема смѣси опредѣлялъ количество его; фосфористый водородъ поглощалъ мѣднымъ купоросомъ, а водородъ опредѣлялъ въ эвдиометръ.

Результаты для 9 образцовъ ферросилиція даны въ прилагаемой таблицѣ.

Эта таблица показываетъ, что количество и составъ получающихся газовъ очень колеблются, даже для одного и того же образца ферросилиция; что  $AsH_3$  выдѣляется только изъ ферросилиция съ содержаниемъ Si не выше 50% и что количество  $PH_3$  съ увеличеніемъ Si въ ферросилиции падаетъ.

Чтобы опредѣлить приблизительно количество газа, образующагося при условіяхъ храненія и перевозки ферросилиция, крупные куски его помѣщались подъ стеклянный колоколь, подъ которымъ находился сосудъ съ водой; черезъ 3 дня газъ изъ-подъ колокола выкачивался и подвергался анализу. Двумя опытами авторомъ было установлено, что при дѣйствіи влажнаго воздуха выдѣляется газовъ въ 13—14 разъ меньше, чѣмъ при дѣйствіи воды.

Подвергая анализу водные растворы, получаемые при дѣйствіи воды на ферросилицій, авторъ пришелъ къ заключенію, что главными веществами, насчетъ которыхъ образуются изслѣдованные газы, являются фосфористый, мышьяковистый и кремнистый кальцій; но возможно, что соединенія алюминія и желѣза, имѣющіяся въ ферросилиции, также разлагаются водой.

При микроскопическомъ изслѣдованіи, въ протравленномъ фтористоводородной кислотой ферросилиции, кромѣ главной массы Si и  $Fe Si_2$ , легко обнаруживаются примѣси, которыя распределены во всей массѣ металла.

М. О.

*E. Donath* и *A. Lissner*. Силикокальцій и его примѣненіе въ металлургіи.

(Osterr. ZS. f. Berg—u. Hüttenw., 57, 611—614; 624—628, 1909).

Авторы описываютъ, по литературнымъ даннымъ, способы полученія и свойства  $CaSi_2$  и приводятъ результаты нѣсколькихъ произведенныхъ ими опытовъ рафинированія стали посредствомъ технического силикокальція.

Изъ многочисленныхъ способовъ полученія силикокальція техническое примѣненіе нашли, главнымъ образомъ, способы *Гольдшмидта* и *де Бозель*. Гольдшмидтъ нагреваетъ 2 части извести съ 1 ч. кремнія или соотвѣтствующимъ количествомъ ферросилиция въ обыкновенной или электрической печи до  $1100^\circ$ . Примѣсью плавиковога шпата и  $CaCl_2$  достигается при нагреваніи полученіе шлака, рассыпающагося при охлажденіи въ порошокъ; вкрапленные въ немъ зерна  $CaSi_2$  легко отсѣиваются.

*Электротехническое общество де Бозель*, желая избѣжать образованія трудноплавкаго шлака, нагреваетъ смѣсь изъ карбида кальція,  $SiO_2$  и угля или смѣсь изъ Si, CaO и C.

Полученный заводскимъ путемъ силикокальцій представляетъ твердые, какъ кварцъ, крупные свинцовосѣрые кристаллы, удѣльнаго вѣса 2,45, непріятнаго запаха, вѣроятно, — отъ выдѣляющагося фосфористаго водорода. При обыкновенной температурѣ силикокальцій постояненъ, при нагреваніи окисляется лишь съ поверхности и совершенно сгораетъ только въ кислородномъ дутьѣ. Съ водой онъ медленно реагируетъ съ выдѣленіемъ водорода.

Крѣпкая соляная кислота уже при обыкновенной температурѣ превращаетъ  $CaSi_2$  въ оранжево-желтое тѣло, названное *Велеромъ* „силиконъ“, легко разлагаемое дѣйствіемъ свѣта, тепла и воды съ образованіемъ благаго тѣла „лейконъ“. *Велеръ* и *Лешателле* считаютъ эти тѣла за соединенія Si, O и H, *Бредли* приписываетъ силикону формулу  $Si_2H_2$ .

Составъ силикокальція тоже не можетъ считаться окончательно установленнымъ; вѣроятно, силикокальцій представляетъ твердый растворъ разныхъ соединеній Si—Ca со свободнымъ кремніемъ.

Силикокальцій, получаемый въ печахъ *Жиро*, содержитъ, по анализамъ авторовъ:

Si — 60,21% (свободнаго Si 38,00%); Ca — 30,45%;  
Fe — 7,02%; P — 0,16%; C — 0,14%; S — 0,08%,

остальное (ок. 2%) — силикатъ кальція.

Такъ какъ  $\text{CaSi}_2$  является при высокихъ температурахъ энергичнымъ возстановителемъ, то неоднократно предлагали примѣнять его для цѣлей металлургическихъ. *Бредли* уже въ 1900 г. указалъ на силикокальцій, какъ на весьма удобный для удаленія S и P изъ расплавленной стали продуктъ. По *Гольдсмитту*, прибавка  $\text{CaSi}_2$  предотвращаетъ образованіе раковинъ въ стали;  $\text{CaSi}_2$  заслуживаетъ предпочтеніе передъ Al, который частью остается въ стали и понижаетъ механическія свойства ея. Авторы экспериментально провѣрили справедливость этихъ указаній; опыты были поставлены въ сравнительно, крупномъ масштабѣ на сталелитейномъ заводѣ. Прибавляя въ одномъ изъ опытовъ 0,2 kg.  $\text{CaSi}_2$  къ 25 kg. стали съ 0,074% P и 0,099% S, авторы уменьшили содержаніе P до 0,054 и S до 0,066%. Реакція протекала бурно;  $\text{CaSi}_2$  помѣщенъ былъ глубоко подъ поверхностью расплавленного металла. Въ рафинированной стали Ca не оказалось; по механическимъ свойствамъ полученная сталь не уступала стали, раскисленной алюминіемъ.

Ф. Д.

### Манганосилицій, какъ замѣститель ферросилиція.

(Ir. & Coal Tr. Rev., 19 March, 424).

Въ послѣднее время замѣтно увеличивается потребленіе ферросилиція, благодаря тому обстоятельству, что его стали дешево готовить электрометаллургическимъ процессомъ и въ видѣ сплава, который, при очень выгодномъ содержаніи кремнія, бѣденъ другими примѣсями. Однако, не замедлилъ обнаружиться и крупный недостатокъ этого сплава: подъ вліяніемъ влажности онъ выдѣляетъ ядовитые газы (фосфористый и мышьяковистый водороды), которые были причиной нѣсколькихъ смертныхъ случаевъ, побудившихъ транспортныя общества отказаться отъ перевозки и храненія богатаго ферросилиція.

Въ виду этого уже было предложено замѣнять ферросилицій карбидомъ кремнія, но лучшій успѣхъ можетъ ожидать примѣненіе *манганосилиція*, какъ раскислителя и успокоителя ванны во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ до сихъ поръ прибѣгали къ дѣйствию ферро-мангана и ферросилиція. Онъ имѣетъ предъ послѣдними то преимущество, что заключаетъ въ себѣ ничтожное количество всѣхъ другихъ примѣсей, кромѣ Mn и Si; количество перваго въ немъ измѣняется отъ 75 до 55%, а втораго отъ 20 до 40%; по изслѣдованію *A. Campion* онъ не выдѣляетъ никакихъ ядовитыхъ веществъ при лежаніи во влажномъ воздухѣ и официально признанъ въ Англии безопаснымъ при перевозкѣ и храненіи веществомъ.

Манганосилицій выплавляется въ электрическихъ печахъ изъ бѣдныхъ

кремнистых марганцевых руд [„Société Pyrénéenne du Silico-Manganèse“ въ Villelongue выпускаетъ въ продажу продукты такого состава: Si 23—28%, Mn 55—50%, S 0,05%, P 0,05% и C < 1,0% или (болѣе бѣдный Mn продуктъ): Si 50—55%, Mn 30—25%, S 0,04%, P 0,04% и C < 0,8%].

М. II.

G. Masing. Образование сплавовъ подъ давлениемъ и взаимодействіе металловъ въ твердомъ состояніи (Z. S. anorg. ch. 62, 265—309).

W. Spring показалъ въ цѣломъ рядѣ работъ, что опилки металловъ и другихъ веществъ во многихъ случаяхъ способны соединяться подъ давлениемъ въ сплошныя и, повидимому, однородныя массы. Въ то время (въ 1878—1882 годы) строеніе сплавовъ еще мало было изслѣдовано и вопросъ, дѣйствительно ли идентичны сплавы, полученные сжатіемъ, со сплавами, кристаллизующимися при застываніи расплавленной смѣси тѣхъ же компонентовъ, оставался открытымъ до настоящаго времени.

Можно было напередъ ожидать, что въ системахъ, выделяющихъ при застываніи чистые компоненты, сплавленные и полученные давлениемъ продукты существенно не будутъ отличаться; если же оба компонента бинарной системы способны образовать соединенія или смѣшанные кристаллы, то весьма сомнительно, чтобы указанными двумя способами получились одинаковые продукты. Мы знаемъ, что даже сильное давленіе не вызываетъ значительнаго ускоренія химической реакціи; поэтому трудно ожидать, чтобы при обыкновенной температурѣ за нѣсколько часовъ образовались значительныя количества продукта взаимодействія—соединеній или смѣшанныхъ кристалловъ.

Поставленные авторомъ опыты надъ металлическими бинарными системами доказали справедливость этихъ предположеній.

Примѣнявшіеся для опытовъ металлы тщательно измельчались напильникомъ.

Смѣшанные въ опредѣленныхъ отношеніяхъ опилки помѣщались въ „форму“,—маленькую цилиндрическую стальную ступку (внутр. діам. = 14 мм.) съ отъемнымъ дномъ.—въ которую вставлялся пестикъ, передававшій давленіе маслянаго компрессора металлическому порошку; манометръ былъ приключенъ къ компрессору и показывалъ гидростатическое давленіе масла.

При давленіяхъ выше 5000 атмосферъ пестикъ деформировался; пришлось поэтому отказаться отъ примѣненія болѣе высокаго давленія.

Получавшаяся сплошная металлическая масса осторожно выдавливалась изъ формы; по оси въ ней высверливался узкій каналъ для термоэлемента.

Для всѣхъ полученныхъ продуктовъ были получены термическія диаграммы, именно,—кривыя *нагрѣванія и охлажденія*; для нѣкоторыхъ, изъ нихъ кромѣ того, были изслѣдованы: микроструктура и электропроводность.

Изучены слѣдующія системы: Zn—Cd, Cu—Ag, Pb—Mg, Sn—Mg, Zn—Mg, Bi—Mg, Sb—Mg, Cd—Mg, Bi—Tl, Pb—Tl, Sn—Cu, Zn—Cu, Al—Mg, каждая система въ 1—5 концентраціяхъ.

Тѣ металлы, которые при сплавленіи не даютъ *ни соединеній ни твердыхъ растворовъ*, не вступаютъ въ реакцію и подъ давлениемъ; получаемые сжатіемъ куски состоятъ лишь изъ зеренъ двухъ компонентовъ; кривыя на-

грѣванія и охлажденія вполне симметричны. Изъ изслѣдованныхъ системъ къ этой категоріи относятся Sn — Cd и Си — Ag.

Когда оба компонента способны образовать *соединенія*, но не образуютъ смѣшанныхъ кристалловъ въ значительной концентраціи, то подѣ давленіемъ образуется и въ твердомъ состояніи нѣкоторое количество соединенія. Изъ этой категоріи изслѣдованы пары: Mg — Pb, Mg — Sn, Mg — Zn, Mg — Sb.

Полученныя сжатіемъ магнія съ другими металлами лепешки шлифовались столь неудовлетворительно, что отъ изученія микроструктуры пришлось отказаться. Образование при сжатіи малыхъ количествъ соединенія доказано исключительно термическимъ методомъ: въ кривыхъ нагрѣванія наблюдались: 1) остановки при температурахъ, отвѣчающихъ кристаллизаціи обѣихъ эвтектическихъ смѣсей, образуемыхъ соединеніемъ и двумя компонентами и, 2) крутые подъемы, отвѣчающіе частичному плавленію соединенія; рѣже получалась на кривыхъ нагрѣванія остановка при температурѣ плавленія образовавшагося соединенія.

Если считать, что соединеніе образуется по всей поверхности соприкосновенія двухъ металловъ, то оба металла черезъ нѣкоторое время будутъ разъединены молекулярнымъ слоемъ соединенія. Дальнѣйшее образование соединенія наступаетъ лишь въ томъ случаѣ, когда молекулы металла могутъ проникать черезъ слой соединенія. Это, дѣйствительно, и имѣетъ мѣсто, такъ какъ во всѣхъ изслѣдованныхъ системахъ образовались замѣтныя количества соединенія. Въ томъ случаѣ, когда кромѣ соединенія могутъ образоваться еще смѣшанные кристаллы, эта диффузія въ твердой системѣ идетъ быстрѣе; если опилки металла окислены, то диффузія идетъ значительно медленнѣе, что авторомъ изучено на парѣ Sn — Mg.

Если оба металла даютъ *непрерывный рядъ смѣшанныхъ кристалловъ*, то нагрѣваніемъ полученнаго подѣ давленіемъ продукта при температурахъ ниже кривой конца кристаллизаціи можно вызвать диффузію; образование при этомъ нѣкотораго количества смѣшанныхъ кристалловъ доказывается перемѣщеніемъ интервала плавленія на кривыхъ нагрѣванія въ зависимости отъ продолжительности предварительнаго нагрѣва („экспозиціи“). Въ единственной парѣ этого класса, изученной авторомъ, именно: Mg — Cd, начало плавленія тѣмъ выше, чѣмъ долѣе продолжалась экспозиція. Микроструктура указанной пары авторомъ не изучена.

Наконецъ, металлы, образующіе при сплавленіи *смѣшанные кристаллы и соединенія*, даютъ эти продукты взаимодействія и подѣ давленіемъ. Авторомъ подробно изучены термическія діаграммы, а отчасти и микроструктура, системъ: Bi—Tl, Pb—Tl, Sn—Pb, Zn—Si, Al—Mg. На шлифахъ ясно замѣтны окружающая чистые компоненты кайма смѣшанныхъ кристалловъ. Въ системѣ Tl—Pb методомъ электропроводности опредѣлена скорость образованія смѣшанныхъ кристалловъ въ твердой средѣ при разныхъ температурахъ. Реакція образованія смѣшанныхъ кристалловъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ, напр. въ системахъ Bi — Tl и Cd — Tl, уже при комнатной температурѣ идетъ съ замѣтной скоростью; при повышеніи температуры она быстро растетъ и для Bi—Tl скорость реакціи при 120° въ 1.000—2.000 разъ больше, чѣмъ при обыкновенной температурѣ. Чѣмъ долѣе продолжается экспозиція и чѣмъ дальше идетъ диффузія, тѣмъ ближе сжатая масса приближается къ

состоянію равновѣсія; при достаточно продолжительномъ нагрѣваніи въ твердомъ состояніи относящихся къ этой категоріи системъ, строеніе становится идентичнымъ со строеніемъ соответствующаго сплава. Ф. Д.

*S. Hölperl* и *E. Kohlmeier*. **О ферритахъ кальція.**

(Berl. Ber. 42, 4581—4594, 1909).

Смѣси чистой окиси желѣза и извести сплавлялись въ платиновомъ тиглѣ, вставленномъ въ выемку угольнаго электрода печи сопротивленія *Борхерса*; вторымъ электродомъ служилъ желѣзный усѣченный конусъ, окружавшій угольный стержень, пространство между обоими электродами было наполнено зерненымъ графитомъ, а платиновый тигель предохраненъ отъ дѣйствія угля защитнымъ тиглемъ изъ шпинели.

Смѣси, содержащія до 31%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , въ условіяхъ работы авторовъ, плавилась лишь частично; начало плавленія и конецъ застыванія происходятъ при эвтектической температурѣ  $1410^\circ$ , наблюдавшейся для всѣхъ сплавовъ, содержащихъ менѣе 40%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Дольше всего продолжалась эвтектическая остановка для смѣси, содерж. 25% молекул.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , т. е., — *ортоферрита кальція*. Достигнуто полное плавленіе для всѣхъ сплавовъ, содержащихъ болѣе 31 мол. %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; начало застыванія смѣси съ 31 мол. %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  —  $1550^\circ$ . Максимуму температуры при 40% мол.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $1450^\circ$  отвѣчаетъ соединеніе  $3\text{CaO}$ ,  $2\text{Fe}_2\text{O}_3$ , разлагающееся при  $1220^\circ$  въ твердомъ состояніи съ выдѣленіемъ соединенія  $5\text{CaO}$ ,  $3\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Вторая эвтектическая точка этой системы лежитъ при 50% мол.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $1200^\circ$ ; она наблюдается при содержаніи отъ 40 до 60%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . *Метаферритъ кальція*  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , повидимому, образуется при распадѣнн эвтектики (около  $920^\circ$ ). Максимумъ при  $1400^\circ$  отвѣчаетъ составу  $2\text{CaO}$ ,  $3\text{Fe}_2\text{O}_3$ , затѣмъ кривая плавкости круто падаетъ до эвтектики при 62%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $1260^\circ$ ; при этой эвтектической температурѣ застываютъ сплавы, содержащіе 60—80%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Часть діаграммы отъ 70 мол. % до чистой  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  довольно сложна; образуется соединеніе  $\text{CaO}$ ,  $4\text{Fe}_2\text{O}_3$  и въ сплавахъ появляются значительныя количества  $\text{FeO}$ .

Попутно авторами были опредѣлены температуры плавленія  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ — $1565^\circ$  и  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ — $1527^\circ$ .

Кривая удѣльныхъ объемовъ рѣзко мѣняется направленіе при составѣ  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; изгибъ при 20 мол. %  $\text{CaO}$  менѣе выраженъ. Магнитность сплавовъ убываетъ по мѣрѣ увеличенія количества  $\text{CaO}$ ; сплавы, содержащіе болѣе 67%  $\text{CaO}$  немагнитны. Электропроводность  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и всѣхъ сплавовъ ея съ  $\text{CaO}$  очень незначительна, въ  $10^{10}$  разъ меньше электропроводности чистаго желѣза. Максимумъ электропроводности отвѣчаетъ составу метаферрита. Ферриты кальція медленно разлагаются водой и разбавленными кислотами, чѣмъ соответствующіе силикаты. Сплавы, содержащіе 60—70% мол. %  $\text{CaO}$  схватываютъ, какъ цементы, и съ успѣхомъ могли бы замѣнять цементъ при постройкѣ морскихъ подводныхъ сооружений.

Ф. Д.

*P. Oberhoffer.* Металлографическія наблюденія въ безвоздушномъ пространствѣ при высокихъ температурахъ (*Metallurgie*, 1909, 554).

Структурныя измѣненія, происходящія въ металлахъ съ измѣненіемъ температуры, не могутъ быть наблюдаемы непосредственно, такъ какъ микроскопы съ приспособленіями для нагрѣванія объекта очень немногочисленны (*Lehman, Boeke, Rinne, Doelter*), да и нагрѣваніе въ нихъ незначительно.

Авторъ сдѣлалъ первую попытку конструировать аппаратъ, позволяющій производить нагрѣваніе наблюдаемого объекта до высокихъ температуръ (до  $1000^{\circ}$ ), причемъ во время нагрѣванія образецъ не окисляется, а объективъ микроскопа нисколько не нагрѣвается.

Приборъ автора (фиг. 7, 8 и 9) состоитъ изъ кварцевой плоскодонной пробирки, въ которую и помѣщается наблюдаемый образецъ металла, — полированной поверхностью къ дну пробирки. Закрытый конецъ пробирки обматывается нѣсколькими оборотами платиновой проволоки, служащей для нагрѣванія; въ дно пробирки впаивается спай термоэлемента, служащаго для измѣренія температуры. Такимъ образомъ, эта кварцевая пробирка представляетъ изъ себя маленькую печь, которую и помѣщаютъ надъ объективомъ микроскопа *Le-Chatelier* такъ, чтобы можно было наблюдать въ микроскопѣ нлифъ помѣщеннаго въ печь металла.

Чтобы избѣжать окисленія наблюдаемого образца, изъ трубки ртутнымъ насосомъ выкачиваютъ воздухъ. А чтобы избѣжать нагрѣванія объектива, кварцевую печь окружаютъ стеклянной муфтой и полой мѣдной муфтой — холодильникомъ. Для наблюденій употреблялся анохроматъ *Zeiss'a* — 16 мм. (разстояніе отъ объектива равно 5 мм.). Большихъ увеличеній авторъ достигалъ примѣненіемъ сильныхъ окуляровъ.

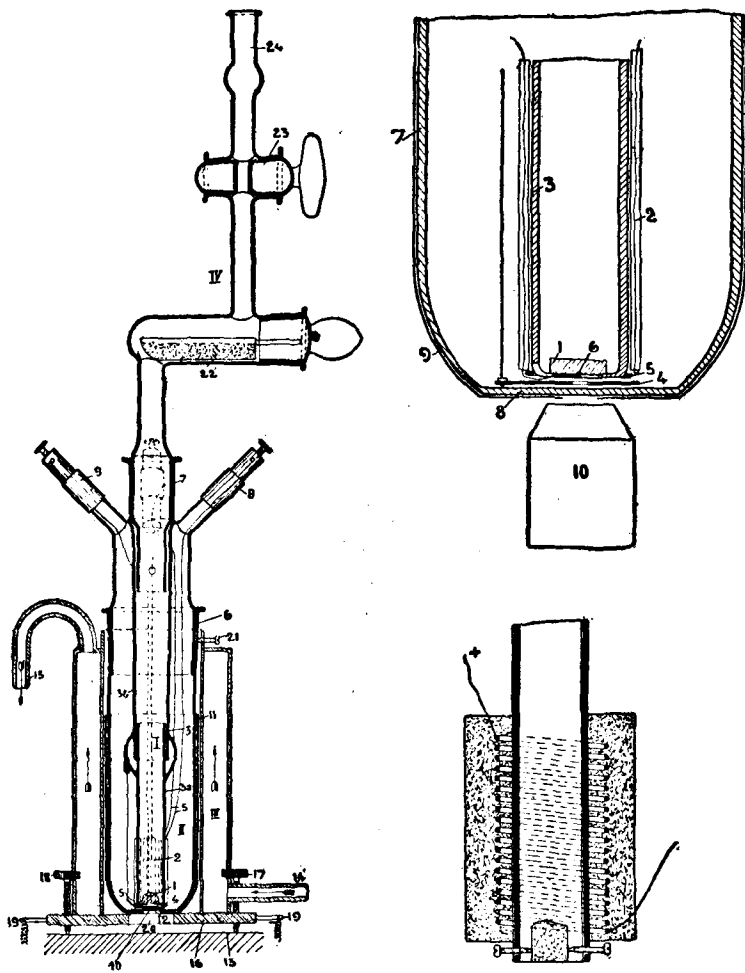
Для наблюденія авторъ выбралъ наиболѣе интересный и наиболѣе спорный рядъ превращеній желѣзо-углеродныхъ сплавовъ, а именно: превращенія — аустенитъ  $\rightarrow$  мартенситъ  $\rightarrow$  трооститъ  $\rightarrow$  осмондитъ  $\rightarrow$  сорбитъ  $\rightarrow$  перлитъ. Авторъ исходилъ изъ образца стали съ 1,7% С, закаленного при  $1150^{\circ}$ . Структура этого образца была — аустенитъ + мартенситъ. Авторъ, нагрѣвая образецъ, надѣялся замѣтить всѣ превращенія, которыя происходятъ при переходѣ аустенита въ перлитъ.

Но при нагрѣваніи протравленнаго образца структура нлифа совершенно не измѣнялась, тогда какъ было достаточно снять только поверхностный слой нлифа, чтобы убѣдиться, что структура изъ аустенитной переняла въ перлитную. Авторъ дѣлаетъ предположеніе, что въ металлѣ на полированной поверхности имѣется тонкая пленка, которая не слѣдуетъ за структурными измѣненіями всего образца и остается неизмѣнной, или же измѣненія въ ней происходятъ слишкомъ медленно.

Наблюденія автора надъ образованіемъ углерода отжига привели его къ положительнымъ результатамъ. Былъ взятъ образецъ съ 2,5% С и 1,7% Si, закаленъ при очень высокой температурѣ, отполированъ, протравленъ и въ аппаратъ автора подвергнутъ нагрѣванію. Структура образца состояла изъ аустенита и небольшого количества эвтектики — цементитъ + аустенитъ (ледебуритъ). Уже при  $770^{\circ}$  въ эвтектикѣ можно было наблюдать и зафотогра-

фировать появленіе темныхъ точекъ углерода отжига; количество этихъ точекъ съ температурой быстро возрастаетъ, такъ что эвтектика кажется совершенно покрытой этими точками. Появляются выдѣленія углерода отжига и на аустенитѣ, но количество ихъ незначительно. Одновременно съ этимъ поверхность аустенита дѣлается шереховатой и быстро чернѣетъ, такъ что дальнѣйшее наблюденіе дѣлается невозможнымъ. Это измѣненіе поверхности аустенита авторъ ставитъ въ связь съ измѣненіемъ объема при разложеніи

Фиг. 8.



Фиг. 7.

Фиг. 9.

$Fe_3C = 3Fe + C$ . Дѣйствительно, если отполировать подвергнутый предыдущей обработкѣ образецъ и рассмотреть въ микроскопѣ, то можно видѣть, что кристаллы аустенита остались почти неизмѣненными, тогда какъ въ эвтектикѣ, особенно на границѣ съ аустенитомъ, ясно замѣтны выдѣленія углерода отжига. Этотъ опытъ авторъ велъ въ присутствіи водорода (въ аппаратъ помѣщалъ заряженную водородомъ палладіевую проволоку); второй опытъ авторъ велъ въ отсутствіи водорода, — и точно также наблюдалъ образование углерода отжига, только это образование шло болѣе медленно.



Наконецъ, авторомъ былъ поставленъ третій опытъ для выясненія вопроса, идетъ ли образованіе углерода отжига и при температурахъ ниже  $700^{\circ}$ — $800^{\circ}$  послѣ того, какъ это образованіе уже началось. Образецъ, нагрѣтый до  $770^{\circ}$  (только что началось образованіе въ немъ углерода отжига), авторъ охлаждалъ въ печи и затѣмъ снова нагрѣвалъ  $\frac{1}{4}$  часа при  $650^{\circ}$ ,—произошло обильное выдѣленіе углерода отжига. Такимъ образомъ, выдѣленіе углерода отжига, разъ начавшись при  $770^{\circ}$ , продолжается и при температурахъ болѣе низкихъ.

Авторъ надѣется, что примѣненіе его аппарата поможетъ всестороннему изученію реакціи  $\text{Fe}^3\text{C} = 3\text{Fe} + \text{C}$  (углер. отжига). М. О.

*J. Königsberger.* Новый методъ микроскопической металлографіи.  
(Metallurgie, 1909, 605).

При микроскопическихъ изслѣдованіяхъ часто бываетъ важно опредѣлить, является ли данное вещество изотропнымъ или анизотропнымъ. При изслѣдованіяхъ въ проходящемъ свѣтѣ опредѣленіе анизотропіи не представляетъ трудностей; пластинка прозрачнаго анизотропнаго вещества при разсматриваніи между двумя николями показываетъ явленія т. называемой хроматической поляризаціи, выражающіяся въ характерныхъ интерференціонныхъ фигурахъ; для изотропнаго же вещества этихъ интерференціонныхъ фигуръ не наблюдается.

Аналогичный методъ даетъ авторъ для опредѣленія анизотропіи и непрозрачныхъ тѣлъ. Если на полированную поверхность непрозрачнаго анизотропнаго вещества падаетъ лучъ свѣта, то онъ при отраженіи распадается на два компонента, поляризованныхъ въ двухъ взаимно перпендикулярныхъ плоскостяхъ. Если эти поляризованные лучи затѣмъ пройдутъ черезъ двоякопреломляющую пластинку и черезъ призму николя, то они пріобрѣтутъ нѣкоторыя разности фазъ. А эти разности фазъ и выразятся въ такихъ же интерференціонныхъ фигурахъ, какъ и при изслѣдованіяхъ въ проходящемъ свѣтѣ.

Исходя изъ этихъ соображеній, авторъ въ обыкновенномъ вертикальномъ микроскопѣ съ призматическимъ освѣтителемъ, въ трубѣ между объективомъ и окуляромъ, помѣщаетъ пластинку Савара, а надъ ней—призму Николя. Если въ такой микроскопъ разсматривать въ отраженномъ свѣтѣ изотропное вещество, то никакихъ интерференціонныхъ фигуръ не наблюдается; если же разсматривать анизотропное вещество, то замѣчаются интерференціонныя фигуры. Этотъ методъ авторъ считаетъ болѣе чувствительнымъ, чѣмъ второй методъ.

По второму методу въ трубѣ между объективомъ и окуляромъ помѣщаются послѣдовательно другъ надъ другомъ — призма Николя, пластинка Klein'a, а надъ ней вторая призма Николя. Когда верхняя призма Николя установлена такъ, что поле зрѣнія окрашено равномерно въ фіолетовый цвѣтъ, помѣщаютъ на столикъ микроскопа нлифъ изслѣдуемаго вещества. Если тѣло изотропно, то окраска поля зрѣнія остается неизмѣнной; если же тѣло анизотропно, то окраска переходитъ въ красный, желтый или въ дополнительные къ нимъ цвѣта.

Примѣняя оба эти метода къ сплавамъ Sn-Sb и Pb-Sn-Zn автору легко удалось различать въ нихъ анизотропные структурные элементы отъ изотропныхъ; кромѣ того, авторъ могъ судить о степени однообразія и объ ориентировкѣ анизотропныхъ кристалловъ.

Такъ какъ анизотропія вещества можетъ быть обусловлена существующими въ немъ натяженіями, то оптическимъ методомъ, очевидно, можно опредѣлить направленіе этихъ натяженій и даже величину ихъ.

Авторъ надѣется, что описанные имъ методы найдутъ примѣненіе въ металлографіи, во-первыхъ,—для „оптического діагноза“ сплавовъ, и во-вторыхъ,—для обнаруженія существующихъ въ сплавѣ натяженій; въ томъ и другомъ направленіи могутъ быть получены интересные выводы.

*М. О.*

## Сырые материалы.

### Т о п л и в о.

*Ф. Сухановъ.* Что мы знаемъ о древесномъ углѣ.  
(Ур. Техн., № 7, 35).

Въ самомъ началѣ своей замѣтки авторъ, подразумѣвая положеніе углежженія на Уралѣ, констатируетъ, что „мы не знаемъ, даже, какой уголь надо признать лучшимъ или болѣе выгоднымъ для доменнаго производства“ и, далѣе, говоритъ: „металлурги требуютъ хорошаго, спѣлаго угля, добываемаго кучнымъ способомъ, указывая на его высокую теплопроизводительность, а лѣсничіе даютъ имъ полубожженныя печнымъ способомъ дрова, утверждая, что полученіе такого угля болѣе выгодно, ибо онъ получается въ большихъ процентахъ объема, сохраняя, будто бы, этимъ громадное количество древесины“. Изъ дальнѣйшаго изложенія автора слѣдуетъ, что побѣдителями въ спорѣ являются лѣсничіе, такъ какъ теперь все вниманіе во время углежженія направляется на достиженіе наибольшаго выхода угля изъ дровъ, а приѣмка угля на заводахъ ведется, не принимая въ должное соображеніе его качества. Авторъ справедливо возстаетъ противъ этого и призываетъ „гг. завѣдывающихъ углежженіемъ сосредоточить все свое вниманіе на добываніи изъ дерева возможно большаго количества углерода, при наивозможно лучшихъ физическихъ качествахъ угля“.

Нельзя сказать, чтобы только что приведенное пожеланіе было совершенной новостью для Урала,—оно высказывалось многими и ранѣе,—но, во всякомъ случаѣ, современное положеніе дѣла таково, какъ его рисуетъ авторъ.

*М. П.*

*Ө. Кандыкинъ.* Ископаемые угли нижнекаменноугольныхъ отложенийъ на восточномъ склонѣ Урала (Ур. Техн., № 9, 4).

Статья не даетъ результатовъ самостоятельныхъ изслѣдованій автора, а является докладомъ, прочтеннымъ 15 сент. 1909 г. на совѣщаніи углепромышленниковъ въ Уральскомъ Горномъ Управленіи, представляя передачу того, что стало до сихъ поръ извѣстнымъ, изъ опубликованныхъ раньше работъ, какъ о названныхъ мѣсторожденіяхъ, такъ и о качествахъ углей, добывавшихся изъ нихъ.

*М. П.*

*Kurt Seidl*. Храненіе угля подѣ водою (Glückauf, 1909, № 3, 4 и 5).

Единственно надежной мѣрой противъ самовозгоранія угля можетъ служить храненіе его подѣ водою.

Для практической оцѣнки храненія угля подѣ водою необходимо рѣшить два основныхъ вопроса: гарантируетъ ли этотъ способъ храненія угля полную неизмѣняемость его и окупаются ли затраты, необходимыя для осуществленія этого способа. Для рѣшенія перваго вопроса были поставлены различными авторами опыты храненія угля подѣ водою, и всѣ они показываютъ, что уголь въ теченіе очень продолжительнаго времени или совсѣмъ не измѣняется, или же измѣняется очень мало. Результаты этихъ опытовъ собраны въ таблицѣ 7.

Т а б л и ц а 7.

	Происхождение угля.	Продолжитель- ность хранения подѣ водою, въ мѣсяцахъ.	Увеличеніе (+) или уменьшеніе (-) теплопроизводи- тельной способ- ности.	Примѣчанія.	
Эссенъ (Glückauf. 1906. 1655.). . . . .	Германія. Рудникъ «Egin».	12	± 0	Крупный уголь; теплопроизв. спос. 8100 cal.	
Arth. (Bull. Soc. chim. 1894. 619) . . . . .	Рудникъ «Frankenholz».	12	± 0		
Fayol (Bull. St. Etienne. 1879. 560). . . . .	Франція. Commentry.	24	± 0	Никакихъ ва- жнѣйшихъ измѣне- ній нѣтъ.	
Arth (см. выше). . . . .	Pas-de-Calais.	12	± 0		
Arth (см. выше) . . . . .	Бельгія. Charleroi.	12	± 0		
Macaulay (Engineer. XVI. 239) . . . . .	Англія. Monmouthshire.	120	+ 4%	Уголь мытый, въ кускахъ.	
" . . . . .	"	120	+ 1,8%		Тоже.
" . . . . .	"	36	- 1,6%		Тоже.
Page и Hamilton (Coll. Guard. 1908. 643) . . . . .	Америка. Illinois.	9	± 0	Орѣшникъ; око- ло 35% летучихъ сост. частей.	

Western Electric Company въ Чикаго, изъ боязни стачки, должна была сдѣлать большіе запасы угля; въ видѣ опыта рѣшено было этотъ уголь держать подѣ водою. Результаты этого опыта были настолько хороши, что при устройствѣ новаго склада было примѣнено храненіе подѣ водою въ бассейнѣ емкостью 100 × 34 × 4,9 м.

Англійское адмиралтейство, въ видѣ опыта, хранило значительныя количества одного и того же угля на воздухъ и подъ водой. Параллельные анализы, черезъ 12 и 18 мѣсяцевъ показали, что подъ водой уголь совершенно не измѣнился, а на воздухѣ сильно вывѣтрился.

Храненіе угля подъ водой имѣетъ еще одну выгодную сторону, — при такомъ храненіи можно значительно уменьшить площадь угольнаго склада, такъ какъ глубину угольнаго бассейна можно сдѣлать очень значительной, тогда какъ угольный складъ на воздухѣ, въ виду опасности самовозгоранія, нельзя дѣлать высокимъ. Насколько это обстоятельство можетъ имѣть значеніе для большихъ городовъ, съ высокой цѣной на землю, можно судить по тому, что такіе города, какъ Гамбургъ, Копенгагенъ, вслѣдствіе дороговизны земли, принуждены хранить уголь въ высокихъ закромахъ. Уже помимо большой стоимости такихъ построекъ и неудобства выгрузки изъ нихъ угля, опасность самовозгоранія также не исключена, какъ показываетъ примѣръ одного сѣверно-нѣмецкаго газоваго завода.

Не менѣе невыгодно пользованіе т. наз. *плавучимъ складомъ*, когда, въ виду дороговизны земли, хранить уголь на баркахъ; въ этомъ случаѣ уголь также сильно вывѣтривается и подвергается опасности самовозгоранія, какъ и на сушѣ.

Пожалуй, не меньшую выгоду представляетъ храненіе угля подъ водой и въ томъ отношеніи, что при немъ въ значительной степени избѣгается образование угольной мелочи.

Мы уже видѣли, что вывѣтриванію подвергается въ гораздо большей степени мелкій уголь, чѣмъ крупный; поэтому, мелкій уголь, даже при непродолжительномъ храненіи на воздухѣ, сильно обезцѣнивается, какъ видно изъ данныхъ Schwackhöfer, указывающихъ теплопроизводительную способность угля разной степени измельченія.

Крупный кусковый	— 7,296 кал.	Рядовой	— 6,479 кал.
Орѣшникъ	— 6,850 „	Мелочь	— 6,270 „

Въ табл. 8 приведены данныя Stelkens'a относительно количества образующейся угольной мелочи и вліянія ея на стоимость угля. Эти данныя относятся къ углямъ рурскаго бассейна.

Еще большія количества угольной мелочи образуются вслѣдствіе вывѣтриванія; такъ, въ сѣверо-французскихъ угляхъ, по Гипег'у, черезъ 6 мѣсяцевъ вывѣтриванія образуется 8<sup>0</sup>/<sub>0</sub>—20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> мелочи, а черезъ 12 мѣсяцевъ 25<sup>0</sup>/<sub>0</sub>—30<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. При храненіи угля подъ водой не только исключается возможность образованія угольной мелочи отъ вывѣтриванія, но и уменьшается въ значительной степени количество мелочи, образующейся при разгрузкѣ: при паденіи въ воду куски угля не разбиваются, такъ какъ вода нѣсколько умѣряетъ дѣйствіе силы тяжести.

Какъ на невыгодную сторону храненія угля подъ водой указываютъ на то, что мокрый уголь, вынутый изъ бассейна, не всегда можетъ непосредственно идти въ дѣло, а долженъ быть предварительно высушенъ; но высушиваніе угля, особенно крупнаго, не представляетъ большихъ неудобствъ, — обыкновенно бываетъ достаточно 24 часового лежанія на воздухѣ въ видѣ тонкаго слоя, чтобы въ углѣ осталась только гигроскопическая вода. Но

содержаніе гигроскопической воды въ углѣ отъ храненія его подъ водой нисколько не увеличивается.

Т а б л и ц а 8.

СОРТА УГЛЯ (Рурскій).	Средняя цѣна на рудникъ за 10 t, въ марк.	Содержаніе мелочи въ углѣ на мѣстѣ добычи, въ %.	Количество мелочи, образующейся при нагрузкѣ, въ %.	Цѣна угля въ Мангеймѣ.			Количество мелочи, образующейся при разгрузкѣ на складѣ, въ %.	Уменьшеніе стоимости 10 t угля, въ марк.	Уменьшеніе стоимости въ % къ мѣстной цѣнѣ (Мангеймѣ).	
				Крупный уголь, за 10 t въ марк.	Угольная мелочь, за 10 t въ марк.	Разность цѣнъ крупнаго угля и мелочи.				
Обыкновенный рядовой жирный уголь . . . . .	100	75	2	145	110	35	2	0,70	0,48	
Лучшій рядовой жирный уголь . . . . .	110	50	2,5	155	110	45	2,5	1,12	0,72	
Пламенный рядовой уголь	110	50	2	155	110	45	2	0,90	0,58	
Орѣшникъ жирнаго угля.	I и II . . . . .	130	2	9	193	110	83	9	7,47	3,87
	III . . . . .	115	2	7	174	110	64	7	4,47	2,58
	IV . . . . .	100	3	4	153	110	43	4	1,72	1,12
Орѣшникъ плавленнаго угля.	I и II . . . . .	130	3	5,5	190	110	80	5,5	4,40	2,32
	III . . . . .	115	2	4,5	173	110	63	4,5	2,83	1,64
	IV . . . . .	100	3	3	150	110	40	3	1,20	0,80
Орѣшникъ тошаго угля II.	230	2	5,5	305	90	215	5,5	11,82	3,88	

Такъ напр., въ вестфальскомъ газовомъ углѣ, пролежавшемъ подъ водой нѣсколько мѣсяцевъ и затѣмъ высуненномъ на воздухѣ въ теченіе 24 часовъ, гигроскопическая влажность оказалось равной 4%, какъ и до лежанія его подъ водой.

Другимъ возраженіемъ противъ храненія угля подъ водой является возможность замерзанія воды въ угольномъ бассейнѣ, но съ этимъ явленіемъ очень легко справиться: стоитъ только мятый паръ пускать въ воду съ краевъ бассейна.

Чтобы въ каждомъ данномъ случаѣ рѣшить вопросъ о выгодности храненія угля подъ водой, нужно принять въ расчетъ рядъ факторовъ: склонность угля къ вывѣтриванію и образованію угольной мелочи, твердость угля, стоимость его,—все это можетъ сильно отразиться на выгодности храненія угля подъ водой. Большое значеніе также могутъ имѣть цѣны на землю и назначеніе угля. Разсмотримъ нѣсколько частныхъ случаевъ, гдѣ храненіе угля подъ водой является выгоднымъ.

1) Желѣзнымъ дорогамъ, изъ опасенія возможныхъ задержекъ въ доставкѣ угля, приходится постоянно имѣть основной запасъ; но этотъ запасъ приходится черезъ нѣкоторое время расходовать и пополнять его свѣжимъ углемъ, — иначе запасъ угля подвергается черезчуръ сильному вывѣтриванію; поэтому основной запасъ угля долженъ храниться по близости полотна и занимать цѣнную поверхность земли. Не то при храненіи угля подъ водой. Основной запасъ угля можетъ храниться десятки лѣтъ безъ измѣненія; кромѣ того, бассейнъ съ основнымъ запасомъ можетъ находиться какъ угодно далеко отъ полотна, и занимать менѣе цѣнную землю; да и площадь этой земли въ этомъ случаѣ можно уменьшать, дѣлая бассейнъ глубокимъ.

2) Для военнаго и морскаго флота, потребляющаго высоніе сорта угля, храненіе угля подъ водой несомнѣнно выгодно, такъ какъ при высокой стоимости угля обезцѣненіе его отъ вывѣтриванія является очень убыточнымъ.

3) Газовые заводы большихъ городовъ, принужденные вслѣдствіе мѣстныхъ условій держать значительные запасы угля, также съ выгодой могутъ примѣнить храненіе подъ водой. Во-первыхъ, они могутъ освободить значительныя земельныя площади, примѣняя глубокіе бассейны, — что въ большихъ городахъ съ высокой цѣной на землю имѣетъ существенное значеніе, — во-вторыхъ, — они избѣгаютъ опасности самовозгоранія, что имѣетъ особенное значеніе для заводовъ, расположенныхъ въ чертѣ города. Нѣтъ надобности говорить здѣсь, что газовый заводъ имѣетъ значительныя выгоды, если вмѣсто вывѣтрившагося угля перерабатываетъ невывѣтрившіеся.

4) Для заводовъ, въ которыхъ уголь служитъ только въ качествѣ горючаго, храненіе подъ водой можетъ быть тогда только выгодно, когда производство обширно, а запасы угля велики. Представимъ себѣ заводъ, у котораго годовое потребленіе угля равно 4370 тоннъ. Вслѣдствіе неправильнаго подвоза угля, различныя части этого количества лежатъ на складѣ въ теченіе различнаго времени, въ среднемъ весь уголь находится на складѣ 2 мѣсяца.

Если примемъ потерю теплопроизводительной способности угля за время перевозки равной 4%, то потеря ея въ теченіе 2-хъ мѣсячнаго храненія угля на воздухѣ равна приблизительно 3%. Принимая стоимость угля равной 18,12 мар. за тонну, найдемъ, что убытокъ отъ вывѣтриванія угля равняется  $0,03 \cdot 4370 \cdot 18,2 = 2380$  м.

Такъ какъ стоимость бассейна для 1.500 т. угля равна 8—10.000 мар., то очевидно, для завода съ потребленіемъ 4.370 т. угля невыгодно заводить угольный бассейнъ.

5) При угольныхъ шахтахъ обыкновенно приходится имѣть склады угля, такъ какъ въ большинствѣ случаевъ сбытъ не идетъ параллельно съ добычей; сбытъ, обыкновенно, колеблется въ широкихъ предѣлахъ, тогда какъ добыча въ каждой шахтѣ должна быть постоянной; кромѣ того, часто своевременный сбытъ затрудняется недостаткомъ вагоновъ. Но разъ приходится на шахтахъ имѣть склады угля, то выгоднѣй устраивать угольные бассейны, такъ какъ ко всѣмъ выгодамъ храненія подъ водой присоединяется еще одна, именно: возможность имѣть на складѣ уже сортированный уголь, такъ какъ при сбрасываніи въ воду и при храненіи подъ водой угольной мелочи не образуется.

Тѣ рудники, которые принуждены для коксовальныхъ печей пользоваться углемъ со склада (въ смѣси со свѣжимъ углемъ), могутъ имѣть расчетъ ввести храненіе угля подъ водой, такъ какъ, по приблизительному подсчету, при храненіи угля на воздухѣ на однихъ только побочныхъ продуктахъ коксованія (газъ, амміачныя соли, смола) теряется около 0,80 мар. на 1 тонну угля, не говоря уже о худшемъ качествѣ получающагося при этомъ кокса.

IV. Стоимость устройства бассейна для храненія угля подъ водой зависитъ, прежде всего, отъ матеріала, изъ котораго устраиваются стѣнки бассейна. Самыми подходящими матеріалами для этой цѣли являются бетонъ и желѣзо-бетонъ. Бетонный бассейнъ стоитъ значительно дешевле, чѣмъ желѣзо-бетонный, но онъ не обладаетъ такой эластичностью, какъ желѣзо-бетонный, и часто даетъ трещины отъ значительныхъ колебаній почвы.

Бассейнъ выгоднѣй всего дѣлать квадратнымъ и, по возможности, глубокимъ; такъ какъ стоимость земляныхъ работъ съ глубиной возрастаетъ, то, очевидно, можно углублять бассейнъ до извѣстныхъ предѣловъ; этимъ предѣломъ глубины можно считать 10 м.

Бассейнъ можетъ быть устроенъ совсѣмъ надъ землей, можетъ быть углубленъ въ землю, такъ что его края приходится на одномъ уровнѣ съ землей, наконецъ, можетъ нѣсколько выдаваться надъ поверхностью земли. Надземные бассейны непрактичны уже потому, что требуютъ слишкомъ толстыхъ бетонныхъ стѣнъ и, поэтому, очень дороги. Углубленные или полууглубленные бассейны являются одинаково практичными, хотя по мѣстнымъ условіямъ часто можно рѣшительно высказаться за одинъ изъ нихъ. Такъ напр., при значительной стоимости земляныхъ работъ выгоднѣй имѣть бассейнъ полууглубленный, такъ какъ при полууглубленномъ бассейнѣ самая дорогая часть земляныхъ работъ отпадаетъ. Но въ томъ случаѣ, если подвозъ угля производится въ вагонахъ, разгрузка которыхъ производится опрокидываніемъ, можно рѣшительно высказаться за углубленный бассейнъ.

Стоимость бассейна съ увеличеніемъ его размѣровъ возрастаетъ; но относительный расходъ на тонну вмѣщаемого угля съ величиной бассейна падаетъ.

Въ качествѣ конкретнаго примѣра приводится расцѣнка устройства угольнаго бассейна, спроектированнаго для Штеттинскаго газоваго завода Акц. О-вомъ бетонныхъ построекъ Diss & C<sup>o</sup>, Düsseldorf.

Годовой расходъ угля на заводѣ составляетъ 45.000 т.; бассейнъ проектируется для храненія 20.000 т. Уголь—англійскій (Durham)—подвозится къ складу; отъ склада до газоваго завода на протяженіи 600 метр.—подвѣсная дорога.

Стоимость желѣзо-бетоннаго бассейна опредѣляется изъ слѣдующаго расчета:

3.900 кв. м. желѣзо-бетоннаго пола (толщ. 0,2 метр.) .	30.922 М.
1.512 „ „ „ стѣнъ . . . . .	3.8178 „
660 „ „ „ фундамента. . . . .	5.700 „

Итого . . . . . 74800 М.



Земляныя работы равны  $3.990 \times 3$  куб. метр.  $+ 10\%$  откосовъ, всего около 13.000 куб. м. Стоимость этой работы равна приблизительно 25.000 М.

Такимъ образомъ, считая стоимость оборудованія бассейна и необходимыхъ разгрузочныхъ машинъ и вычитая отсюда тѣ расходы, которые отпадаютъ съ переходомъ къ храненію угля подъ водой, получимъ дѣйствительную стоимость оборудованія бассейна.

### I. Строительная часть.

Желѣзо-бетонный бассейнъ . . . . .	+ { 75.000 м.	
Земляныя работы . . . . .	{ 25.000 „	
	<hr/>	100.000 м.
Устройство склада угля подъ открытымъ небомъ (планировка, мощеніе, заборъ) . . .	47.000 „	
Разность . . . . .		<hr/> 53.000

### II. Машинная часть.

Устройство суненія угля . . . . .	70.000 м.	
Удешевленіе стоимости устройства подвѣсной дороги при храненіи подъ водой . . .	42.000 „	
Разность . . . . .		<hr/> 28.000
Итого . . . . .		<hr/> 81.000

Если подсчитаемъ тѣ выгоды, которыя получаютъ при храненіи угля подъ водой (при храненіи подъ водой нужное количество газа получается не изъ 45.000 т., а изъ 43.300 т.) въ теченіе, въ среднемъ, 1 мѣсяца, то получимъ прибыль на капиталъ, затраченный при сооруженіи угольного бассейна.

	Храненіе на воздухѣ.		Храненіе подъ водой.			
Покупка угля . . . . .	45.000 т.	—	742.500	43.300 т.	—	715.000
Доходъ отъ побочныхъ продуктовъ:						
крупнаго кокса . . . . .	29.700 т.	505.000	—	29.400 т. (93%)	500.000	—
мелкаго кокса . . . . .	3.100 т.	21.700	—	2.200 т. (7%)	15.400	—
Сѣрноокислаго аммонія . . . . .	90 т.	76.050	—	7,95 т.	82.400	—
Смолы . . . . .	2.088 т.	58.250	—	2.230 т.	62.200	—
Цѣна . . . . .	49,5 т.	12.600	—	52,8 т.	13.500	—
Валовой доходъ . . . . .		673.600				673.500
Остается на газъ . . . . .		68.900				41.500
Общая экономія хран. подъ водой				68.900—41.500=	27.400	
Вычетъ на содержаніе и устройство . . . . .					8.400	
Чистая экономія . . . . .					<hr/> 19.000	

Такимъ образомъ, изъ этого расчета выходитъ, что на затраченный капиталъ въ 81.000 М получается 19.000 М прибыли, т. е.  $23,4\%$ .

Но этотъ примѣръ, равно какъ и всѣ предыдущія разсужденія, относятся къ каменнымъ углямъ высокосортнымъ; остается открытымъ вопросъ, примѣнимо-ли храненіе подъ водой также и къ бурнымъ углямъ.

*М. О.*

*S. Parr* и *P. Barker*. Газы въ каменномъ углѣ (University of Illinois, 1909, Bulletin № 32) <sup>1)</sup>.

Исслѣдованіе велось съ каменными углями мѣсторожденія нитата Иллинойсъ и имѣло цѣлью опредѣлить составъ газовъ, выдѣляемыхъ углемъ по извлеченіи его на дневную поверхность и установить окисляемость углей воздухомъ.

Изъ результатовъ исслѣдованія слѣдуетъ, что оба процесса,—выдѣленіе газовъ (главнѣйше — болотнаго газа) изъ угля и окисленіе послѣдняго кислородомъ воздуха,—идутъ одновременно, безъ видимой зависимости одного отъ другого. Выдѣленіе болотнаго газа энергичнѣе всего идетъ въ первые дни по извлеченіи угля изъ нѣдръ и быстро убываетъ съ теченіемъ времени, такъ что чрезъ 2 мѣсяца уголь уже перестаетъ выдѣлять  $\text{CH}_4$ . Окисленіе угля кислородомъ, наоборотъ, представляетъ длительный процессъ,—напр., по истеченіи 2-хъ лѣтъ пребыванія угля на поверхности земли онъ все еще окисляется воздухомъ.

*М. П.*

*J. R. Campbell*. Пирометрія вострыхъ коксовальныхъ печей, т. н. „ульевыхъ“. (The Iron and Coal Trades Review, 1909 г., июль 30, 168).

Настоящая статья представляетъ сводку данныхъ, полученныхъ при исслѣдованіи простыхъ коксовальныхъ печей Коннелльсвилскаго округа. Температуры, получающіяся въ этихъ печахъ, нельзя считать вполне характеризующими печи этого типа, такъ какъ при другомъ составѣ угля, конечно, получается газъ другого состава, развивающій при горѣнніи другую температуру. Измѣреніе температуръ производилось при помощи термопаръ Ленателъе, термометра Ваннера и конусовъ Зегера.

Непосредственныя измѣренія температуръ дали въ среднемъ слѣдующіе результаты.

Часы отъ начала коксованія.	Температура.	Часы отъ начала коксованія.	Температура.	Часы отъ начала коксованія.	Температура.
3	1155° С	18	1520° С	33	1485° С
6	1250° „	21	1405° „	36	1460° „
9	1450° „	24	1460° „	39	1405° „
12	1365° „	27	1540° „	42	1365° „
15	1460° „	30	1485° „	45	1295° „

<sup>1)</sup> Испытательная станція при Иллинойскомъ университетѣ издаетъ результаты своихъ исслѣдованій въ видѣ бюллетеней, которые высылаются всѣмъ желающимъ даромъ. До конца 1909 года вышло около 38 бюллетеней. Въ виду того, что они мало кому извѣстны и въ литературѣ не приходится встрѣчаться съ ссылками на нихъ, указываемъ адресъ, по которому нужно обращаться съ просьбой о высылкѣ бюллетеней: Mr. W. F. Goss, Director of the Engineering Experiment Station, Urbana (Illinois). *М. П.*

Печь имѣла діаметръ  $12\frac{1}{2}$  ф. и работала съ улавливаніемъ продуктовъ горѣнія на отопленіе паровыхъ котловъ; средній составъ ихъ и летучихъ продуктовъ коксованія былъ такой:

Составн. части.	Газы коксовальныхъ печей.				Продукты горѣнія.					
CO <sub>2</sub>	2,0%	объемн.	или	6,8 <sup>0</sup> / <sub>10</sub>	вѣс.	3,0 <sup>0</sup> / <sub>10</sub>	объемн.	или	5,3 %	вѣс.
CO	11,5 "	"	"	24,7 "	"	9,0 "	"	"	9,95 "	"
H <sub>2</sub>	43,5 "	"	"	7,7 "	"	12,0 "	"	"	1,10 "	"
O <sub>2</sub>	0,5 "	"	"	1,2 "	"	— "	"	"	—	"
CH <sub>4</sub>	35,0 "	"	"	43,2 "	"	1,0 "	"	"	0,65 "	"
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	5,5 "	"	"	12,0 "	"	—	"	"	—	"
N <sub>2</sub>	2,0 "	"	"	4,3 "	"	75,0 "	"	"	82,95 "	"

Изъ приведенныхъ выше данныхъ вытекаетъ съ очевидностью, что температура ниже всего въ началѣ и концѣ процесса коксованія (продолжительность его была 48 час.) и что максимумъ ея отвѣчаетъ половинѣ указаннаго промежутка времени. Паденіе температуры по истеченіи 21 часа отъ начала операціи отвѣчаетъ времени тунненія кокса въ сосѣдней печи.

Что же касается температуръ, господствующихъ въ различныхъ мѣстахъ печи, то объ нихъ можетъ дать представленіе слѣдующая таблица.

Продолжительность процесса.	Время, протекшее отъ начала процесса.	Мѣсто замѣренія температуры въ печи.	Температура.
48 ч.	24 ч.	У передней стѣнки . . . . .	875° С
48 "	24 "	На поверхности угля, въ 4 ф. отъ передней стѣны. . . . .	1000° "
48 "	24 "	Подъ сводомъ, на 3 ф. ниже газотвода . . . . .	1300° "
48 "	33 "	У передней стѣнки . . . . .	825° "
48 "	33 "	На поверхности угля, въ 4 ф. отъ передней стѣны. . . . .	1050° "
48 "	33 "	Подъ сводомъ, на 3 ф. ниже газотвода . . . . .	1225° "
48 "	30 "	У передней стѣнки . . . . .	1050° "
48 "	30 "	Подъ сводомъ, на 3 ф. ниже газотвода . . . . .	1125° "
48 "	26 "	У передней стѣнки . . . . .	975° "
48 "	26 "	Подъ сводомъ, на 3 ф. ниже газотвода . . . . .	1175° "
48 "	30 "	У передней стѣнки . . . . .	850° "
48 "	30 "	На поверхности угля, въ 4 ф. отъ передней стѣны. . . . .	1050° "
48 "	30 "	Подъ сводомъ, на 3 ф. ниже газотвода . . . . .	1375° "
48 "	30 "	У арки рабочаго отверстія . . . . .	450—550° "
72 "	0 "	На поду, въ центрѣ печи, подъ лещаднымъ камнемъ. . . . .	250° "

72 ч.	72 ч.	У арки рабочаго отверстія . . . . .	825° С.
72 „	72 „	У газотовода . . . . .	1250° „
72 „	72 „	На поду, въ центрѣ печи, подѣ ле- щаднымъ камнемъ . . . . .	600° „
72 „	72 „	На лещади, чрезѣ 16 мин. послѣ начала заливки водой . . . . .	65° „

Изъ этой таблицы видно, что самая высокая температура наблюдалась подѣ сводомъ, а не на поверхности угля, что слѣдуетъ имѣть въ виду для правильнаго помѣщенія конусовъ Зегера. Нужно еще сказать, что только что приведенныя данныя относятся къ печамъ, изъ которыхъ продукты горѣнія выпускаются прямо въ атмосферу. Въ печахъ, утилизирующихъ продукты горѣнія, благодаря лучшей тягѣ, горѣніе газовъ совершается полнѣе и температура получается соотвѣтственно выше, что и видно изъ первой таблицы. Далѣе, при прочихъ равныхъ условіяхъ, большая коксовая печь должна дать температуру выше, чѣмъ маленькая, благодаря относительно меньшей потери тепла путемъ лучеиспусканія. На основаніи многихъ наблюденій авторъ дѣлаетъ слѣдующіе выводы:

1) Въ малой ульевой печи, при относительно тощемъ углѣ, можно получить 1200°—1300° С.

2) Въ большой же печи, при относительно жирномъ углѣ, могутъ быть получены температуры: 1300°—1425°.

3) Въ большой ульевой печи, при сравнительно жирномъ углѣ и при утилизациіи продуктовъ горѣнія въ качествѣ топлива для паровыхъ котловъ, можно достигать температуръ: 1480°—1590° С.

Въ соотвѣтствіи съ этими данными и слѣдуетъ выбирать огнеупорные матеріалы для постройки печей. В. С.

*К. Krumbiegel.* О примѣненіи буроугольныхъ брикетовъ въ желѣзо- и сталелитейномъ заводѣ (Stahl und Eisen, 1909, 1545).

Бурый уголь содержитъ часто 50—60% воды и имѣетъ теплопроизводительную способность не выше 2000—3000 кал.; въ такомъ состояніи онъ можетъ найти себѣ примѣненіе, какъ топливо, только на мѣстѣ добычи. Брикетированный же бурый уголь, содержащій 12—13% воды и имѣющій теплопроизводительную способность около 5000 кал., можетъ всюду служить хорошимъ топливомъ и замѣнять собою каменный уголь.

Наиболѣе широкое примѣненіе буроугольные брикеты могутъ найти себѣ въ топкахъ паровыхъ котловъ, какъ съ горизонтальными, такъ и наклонными колосниками; но необходимо въ этомъ случаѣ заботиться о томъ, чтобы летучіе продукты перегонки сгорали вполнѣ, для чего нужно только загружать свѣжіе брикеты въ болѣе холодную часть топки и постепенно передвигать ихъ къ болѣе горячей части ея.

Съ такимъ же успѣхомъ можно примѣнять буроугольные брикеты и въ другихъ топкахъ,—при печахъ для сушенія литейныхъ формъ и въ отжигательныхъ печахъ. Во всѣхъ этихъ топкахъ интенсивность горѣнія регулируется расходомъ брикетовъ въ 100 до 150 кг. на 1 кв. м. рѣшетки въ



1 часъ; для горѣнія нужна такая же тяга, какъ и при пользованіи каменнымъ углемъ.

Въ литейныхъ мастерскихъ часто приходится пользоваться переносными топками для сушенія очень крупныхъ литейныхъ формъ и небольшими жаровнями для разныхъ цѣлей, — въ этихъ случаяхъ буроугольные брикеты вполне пригодны. Въ переносныхъ топкахъ съ дутьемъ, которыя примѣняются для просушиванія вертикальныхъ литейныхъ формъ (для трубъ, валковъ и т. п.), брикеты вполне замѣняютъ употреблявшійся прежде коксъ. Въ такихъ топкахъ съ дутьемъ брикетовъ идетъ на 50% больше, чѣмъ кокса, между тѣмъ цѣна кокса на 100—150% выше цѣны буроугольныхъ брикетовъ, такъ что сбереженіе расходовъ очевидно.

Въ современныхъ литейныхъ фабрикахъ все болѣе и болѣе пользуются для различныхъ печей газовымъ топливомъ, для чего устанавливаются газовые генераторы. Хотя при пользованіи газовымъ топливомъ экономія на углѣ незначительна и не окупаетъ стоимости установки генератора, однако выгоды, получающіяся отъ централизаціи отопленія, отъ экономіи мѣста и отъ удобства пользованія газовымъ топливомъ, заставляютъ литейныя фабрики переходить на генераторный газъ.

Генераторный газъ съ успѣхомъ можно получать изъ буроугольныхъ брикетовъ. Какъ примѣръ пользованія генераторнымъ газомъ изъ буроугольныхъ брикетовъ для сушильныхъ печей, авторъ указываетъ на трубо-литейную фабрику въ Grbditz'ѣ.

На этой фабрикѣ имѣются два генератора для буроугольныхъ брикетовъ (фиг. 1 даетъ разрѣзъ генератора, на фиг. 2 изображено расположеніе генераторовъ).

Генераторъ — съ паро-воздушнымъ дутьемъ, безъ колосниковъ, съ водянымъ затворомъ; особенностью генератора является добавочное дутье на поверхность брикетовъ, — этимъ достигается образованіе верхняго пояса горѣнія, въ которомъ сгораютъ продукты перегонки, образующіеся выше нижняго пояса горѣнія.

Газъ, прежде чѣмъ поступить въ газовую сѣть, проходитъ черезъ охладительное устройство, въ которомъ на счетъ теплоты газа образуется паръ для паровоздушнаго дутья. Средній составъ получающагося газа такой:  $\text{CO}_2$ —4,0%—5,0%;  $\text{CO}$ —28,0%—30%;  $\text{CH}_4$ —1,0%—1,5%;  $\text{H}_2$ —16%—18%; теплопроизводительная способность 1 куб. м. газа равна 1400 кал. Газъ проводится въ сушильныя камеры и въ печи для асфальтированія трубъ.

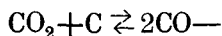
Газъ изъ буроугольныхъ брикетовъ можетъ быть съ успѣхомъ примѣняемъ и для мартеновскихъ печей. Произведенные въ Лаисһамшег'ѣ опыты отопленія мартеновскихъ печей газомъ изъ буроугольныхъ брикетовъ убѣждаютъ автора въ возможности примѣненія брикетовъ для всѣхъ мартеновскихъ печей; необходимо только избѣгать избытка водяного пара въ газѣ и измѣнять конструкцію головокъ печи.

Наконецъ, газъ изъ буроугольныхъ брикетовъ можетъ найти примѣненіе и для газовыхъ двигателей, часто необходимыхъ въ литейныхъ фабрикахъ.

*J. K. Clement. Скорость образования окиси углерода въ генераторахъ.*

(University of Illinois, 1909, Bulletin № 30 <sup>1</sup>).

Работа Boudouard'a, посвященная изученію равновѣсія между окисью углерода и углекислотой въ функціи температуры, сводится, въ сущности, къ изученію того предѣльнаго случая, когда скорости реакцій: идущей слѣва направо и идущей справа налѣво по уравненію—



равны.

Для металлурга же, обычно имѣющаго дѣло съ неустановившимся еще равновѣсіемъ, гораздо чаще представляетъ интересъ именно скорость каждой изъ нихъ: въ генераторномъ процессѣ—первой и въ доменномъ—второй.

Изученію скоростей образования CO при высокихъ температурахъ и посвящена работа J. K. Clement'a, L. H. Adams'a и C. N. Haskins'a.

Эти изслѣдователи пропускали, при опредѣленной температурѣ, съ перемѣнной скоростью, токъ CO<sub>2</sub> черезъ слой угля опредѣленной толщины и опредѣляли количество образующейся CO. Въ качествѣ прибора для изслѣдованія служила глазированная снаружи фарфоровая трубка въ 60 см. длины и 1,5 см. внутренняго діаметра; средняя часть трубки заполнялась горючимъ матеріаломъ (древесный уголь, каменный уголь, антрацитъ, коксъ) и нагрѣвалась въ специально конструированной электрической печи сопротивленія. Температура внутри трубки измѣрялась платино-платино-родіевой термопарой, соединенной съ милливольтметромъ Сименсъ и Гальске. Величина кусочковъ угля, обыкновенно, была около 5 мм. въ діаметрѣ; концы трубки заполнялись всегда кусочками фарфора для предварительнаго нагрѣва входящаго газа, съ одной стороны, и для увеличенія скорости истеченія продуктовъ реакціи, — съ другой.

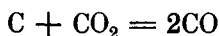
Результаты изслѣдованія авторы даютъ ввидѣ таблицъ и діаграммъ, построенныхъ на основаніи опытныхъ данныхъ.

Въ таблицахъ наравнѣ съ опытными данными приводятся и теоретически вычисленныя, на основаніи общихъ уравненій химической механики. Сущность расчета сводится къ слѣдующему.

Общее уравненіе скорости образования CO:

$$\frac{dC_{\text{CO}}}{dt} = k_1 C_{\text{CO}_2} - k_2 C_{\text{CO}}^2 \dots \dots \dots (1)$$

гдѣ C<sub>CO</sub> и C<sub>CO<sub>2</sub></sub> обозначаютъ соответственно число граммъ-молекулъ CO и CO<sub>2</sub> въ литрѣ, k<sub>1</sub> и k<sub>2</sub> коэффиценты скоростей образования CO и CO<sub>2</sub> въ обратимой реакціи—



a t— время, протекшее съ момента начала реакціи. Путемъ простыхъ алгебраическихъ выкладокъ уравненіе (1) превращается въ

$$\frac{dx}{dt} = k_1 \left( a - \frac{a+1}{2} x \right) - k_2 \frac{p}{RT} x^2 \dots \dots \dots (2)$$

<sup>1</sup>) Желающіе ближе ознакомиться съ этимъ цѣннымъ изслѣдованіемъ должны обратиться за подлинникомъ по указанному на стр. 189 адресу. Ред.

или

$$\frac{dx}{dt} = k_1 \left( a - \frac{a+1}{2} x \right) - k_2' x^2 \dots \dots \dots (3)$$

гдѣ  $x=0/0$  содержание  $CO$ , дѣленное на 100,  $a=0/0$  содержание  $(CO + CO_2)$  въ газахъ до начала реакціи,  $k_2' = k_2 \frac{p}{RT}$ .

Интегрированіе этого уравненія производится при помощи слѣдующихъ подстановокъ:

$$z = \frac{\left(\frac{a+1}{2}\right) x}{2a - \frac{a+1}{2} x} \quad \text{или} \quad x = \frac{2az}{\left(\frac{a+1}{2}\right) (1+z)} \dots \dots \dots (4)$$

$$\alpha = \frac{1}{2} \left(\frac{a+1}{2}\right) k_1 \sqrt{1 + \left(\frac{2}{a+1}\right)^2 \frac{4ak_2}{k_1}} \quad \text{или} \quad k_1 = \frac{2\alpha\gamma}{\left(\frac{a+1}{2}\right)} \dots \dots (5)$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{2}{a+1}\right)^2 \frac{4ak_2}{k_1}}} \quad \text{или} \quad k_2 = \frac{1}{a} \left(\frac{a+1}{2}\right) \frac{\alpha(1-\gamma^2)}{2\gamma} \dots \dots (6)$$

при чемъ получается —

$$\frac{dz}{dt} = \frac{\alpha}{\gamma} (\gamma^2 - z^2) \dots \dots \dots (7)$$

Интегрированіе этого уравненія даетъ:

$$\lg \text{ пат. } \frac{\gamma+z}{\gamma-z} = 2\alpha t \dots \dots \dots (9a)$$

или

$$z = \gamma \frac{e^{\alpha t} - e^{-\alpha t}}{e^{\alpha t} + e^{-\alpha t}} = \gamma \operatorname{tg} \alpha t \dots \dots \dots (9)$$

гдѣ  $e$  — основаніе натуральныхъ логарифмовъ; отсюда

$$x = \frac{4a}{a+1} \cdot \frac{\gamma \operatorname{tg} \alpha t}{1 + \gamma \operatorname{tg} \alpha t} \dots \dots \dots (10)$$

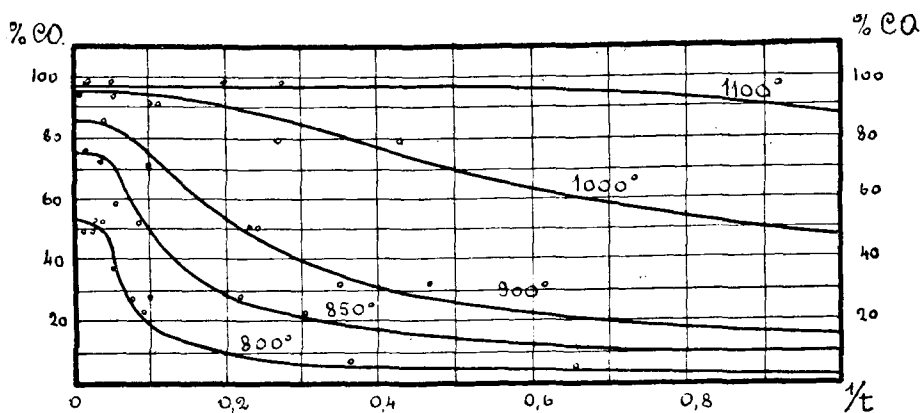
Этотъ способъ расчета представляетъ то удобство, что изъ двухъ паръ одновременныхъ опредѣленій  $x$  и  $t$  (т. е.,— $x_1$  и  $t_1$ ,  $x_2$  и  $t_2$ ) можно вычислить по уравненію (9a)  $\alpha$  и  $\gamma$ , а слѣдовательно,—и  $k_1$  и  $k_2$ , не вводя численного значенія  $\frac{k_1}{k_2} = K$ , — постоянной равновѣсія —, опредѣленіе которой довольно трудно, въ виду трудности осуществленія на практикѣ условій полного равновѣсія.

Не приводя самыхъ таблицъ, нужно сказать, что согласованіе теоретическихъ данныхъ съ экспериментальными вездѣ получается болѣе, чѣмъ удовлетворительное. Что же касается діаграммъ, приводимыхъ здѣсь, то по осямъ абсциссъ въ нихъ отложены величины, обратныя времени соприкосновенія газовъ съ углемъ, или, что то-же, скорость, съ которой проходитъ данный объемъ газовъ, слой угля въ единицу длины толщиной; по осямъ ординатъ отложено  $0/0$  содержаніе образующейся  $CO$ .

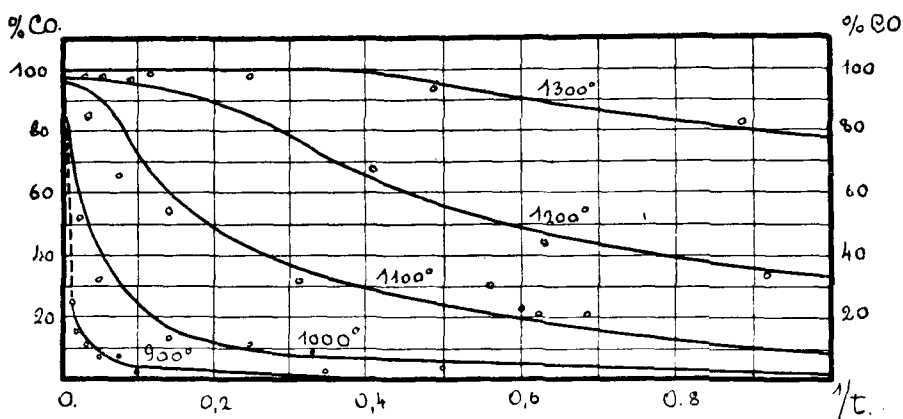
Діаграмма № 1 относится къ древесному углю, № 2—къ коксу, № 3—къ антрациту.



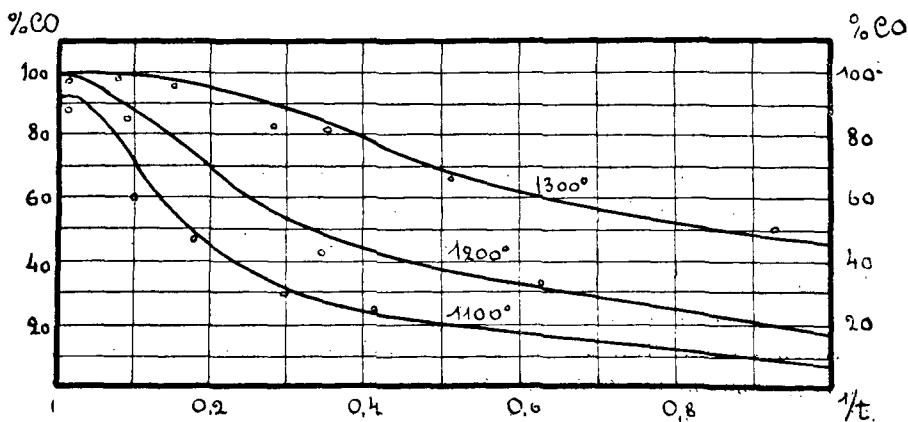
## Диаграммы.



№ 1. Древесный уголь.



№ 2. Кокс.



№ 3. Антрацитъ.

Пересѣченіе оси ординатъ съ кривыми отвѣчаетъ, очевидно, предѣльному случаю равновѣсія системы  $\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{CO}$ , изученному Boudouard'омъ,

На основаніи полученныхъ данныхъ была вычислена  $k_1$ — скорость образованія  $\text{CO}$  въ функціи температуры, причемъ получились слѣдующія данныя:

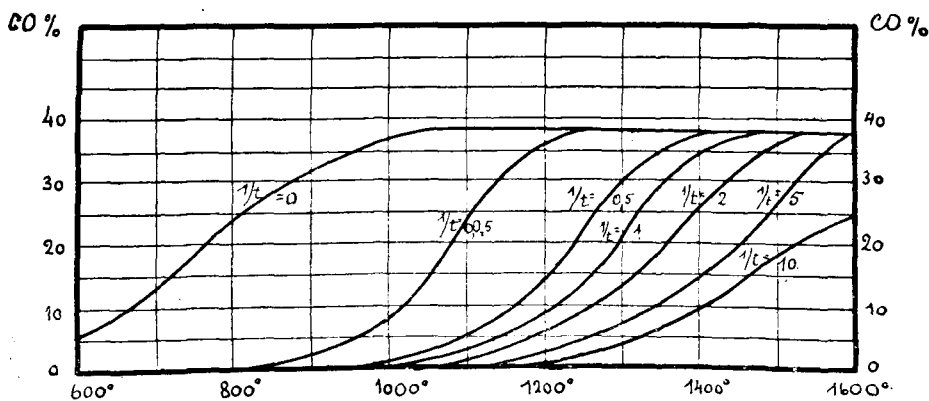
Температура въ ° Цельсія.	Абсолютная температура Т	$k_1$ (наблюденная).	$k_1$ (вычисленная).	$k_2$ наблюдаемая.	$K = \frac{k_1}{k_2}$ наблюдаемая.
800	1073	0,020	0,021	3,031	0,006493
850	1123	0,072	0,064	3,238	0,02216
900	1173	0,154	0,159	2,599	0,05925
925	1198	0,218	0,237	2,298	0,09465
1000	1273	0,640	0,629	4,708	0,13603
1100	1373	1,495	1,53	5,275	0,28341

4-й столбецъ представляетъ рядъ данныхъ, вычисленныхъ на основаніи формулы

$$\frac{d(\ln k_1)}{dT} = \frac{A}{T^2} + B \text{ или}$$

$$\lg \text{пат. } k_1 = -\frac{A}{T} + BT + C$$

А, В и С опредѣлялись изъ данныхъ по таблицамъ, составленнымъ на основаніи экспериментальнаго матеріала.



Діаграмма № 4.

Въ заключеніи авторы указываютъ, что на основаніи этихъ изслѣдованій выясняется огромная роль толщины слоя горючаго въ генераторѣ при образованіи окиси углерода. При вѣроятной скорости прохожденія газовъ черезъ слой топлива отъ 0,5 футовъ до 5 футовъ правая часть діаграммы № 2, повидимому, будетъ отвѣчать условіямъ работы генераторовъ.

Въ послѣдней изъ приводимыхъ діаграммъ (№ 4) графически изображается зависимость между количествомъ образующейся  $\text{CO}$  и температурой

при различныхъ скоростяхъ движенія, при чемъ каждая кривая относится къ различному промежутку времени соприкосновенія смѣси углекислоты и азота ( $\text{CO}_2$  первонач. 21%) со слоемъ горючаго; что касается величины, обратной времени соприкосновенія  $-\frac{1}{t}$ , то, практически, она сразу получается дѣленіемъ скорости движенія газа на толщину слоя топлива, т. е.

$$\frac{1}{t} = \frac{\text{скорость движенія газа}}{\text{толщина слоя горючаго}}$$

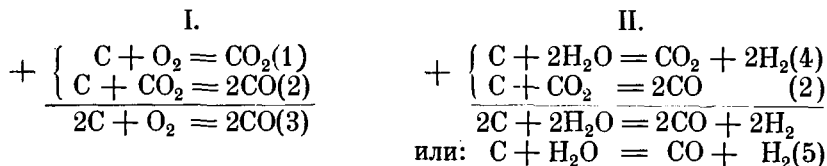
Кривыя построены на основаніи формулы (1), при чемъ для каждой температуры принимались соответствующія  $\alpha$  и  $\gamma$ . Б. С.

*J. Voigt.* О вліяніи водяного пара и потерь тепла на процессъ газообразованія въ генераторѣ (Z. f. angew. Chemie, 1909, XXII, 1539).

Авторъ сдѣлалъ теоретическій расчетъ газообразованія въ обыкновенномъ генераторѣ съ паро-воздушнымъ дутьемъ и теоретически же рѣшаетъ слѣдующіе три вопроса: 1) какъ измѣняется характеръ газообразованія въ генераторѣ въ зависимости отъ количества пара въ дутьѣ, 2) при какомъ количествѣ пара въ дутьѣ имѣетъ мѣсто optimum газообразованія и 3) какъ измѣняется характеръ газообразованія въ зависимости отъ потерь тепла, имѣющихъ мѣсто въ газообразовательномъ поясѣ генератора.

На основаніи работы Wendt'a авторъ принимаетъ, что поясъ газообразованія ограничивается  $925^\circ$  и что, слѣдовательно, газы выходятъ изъ этого пояса съ температурой  $925^\circ$ . Далѣе, авторъ при рѣшеніи первыхъ двухъ вопросовъ сдѣлалъ допущеніе, что потери тепла въ поясѣ газообразованія (черезъ лучеиспусканіе и теплопроводность) всецѣло уравниваются тепломъ, которое приносятъ съ собою поступающій въ этотъ поясъ и подогреваемый до  $925^\circ$  уголь.

Въ газообразовательномъ поясѣ генератора при паровоздушномъ дутьѣ идутъ слѣдующіе два ряда реакцій:



Вводя въ уравненія (3) и (5) теплоты реакцій и рассчитывая уравненіе (3) для кг. С, а уравненіе (5) для 1 к. м.  $\text{H}_2$ , получимъ эти уравненія въ такомъ видѣ:

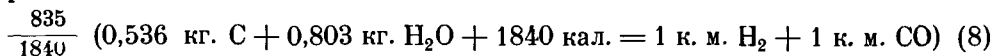
$$1 \text{ кг. C} + 4,45 \text{ к. м. возд.} = 1,87 \text{ к. м. CO} + 3,51 \text{ к. м. N}_2 + 835 \text{ кал. (6)}$$

$$0,536 \text{ кг. C} + 0,803 \text{ кг. H}_2\text{O} + 1840 \text{ кал.} = 1 \text{ куб. м. H}_2 + 1 \text{ к. м. CO (7)}$$

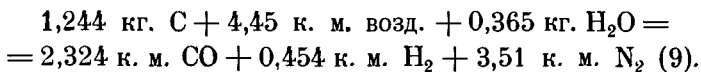
При реакціи (6) выдѣляется всего тепла 2405 кал., но 1570 кал.  $[(1,87 + 3,51) \cdot 925^\circ \cdot 0,316]$  идутъ на нагрѣваніе образующейся газовой смѣси до  $925^\circ$ : при реакціи (7) поглощается только 1255 кал., но на нагрѣваніе образующейся газовой смѣси требуется еще 585 кал. (2.  $925^\circ \cdot 0,316$ ).

Очевидно, что идеальнымъ случаемъ газообразованія будетъ тотъ, когда выдѣляющееся при реакціи (6) тепло всецѣло пойдетъ на разложеніе водя-

ного пара по реакціи (7), т. е., когда одновременно съ реакціей (6) идетъ реакція



Складывая два эти равенства (6+8), получаемъ реакцію идеальнаго газообразованія въ генераторѣ съ паровоздушнымъ дутьемъ:



По этой реакціи не трудно подсчитать количество пара на 1 кг. угля, составъ и количество получающихся газовъ, ихъ тепловыя свойства и коэффициентъ полезнаго дѣйствія газообразованія. Результаты такихъ подсчетовъ по реакціи (9) и приведены въ горизонтальномъ ряду IV таблицы 1.

Т а б л и ц а 1.

Ряды.	H <sub>2</sub> O въ килог. на 1 килогр. C.	Составъ газа въ % (по объему).				Теплопроизводит. способность 1 к. м. газа.	Температура горѣнія.	H <sub>2</sub> O въ грамахъ на 1 к. м. воздуха.	Коэффициентъ полезнаго дѣйствія газообразованія.		Расходъ воздуха въ к. м. на 1 кг. C.	Выходъ газа мѣз 1 кг. C.
		CO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>				η <sub>1</sub>	η <sub>2</sub>		
I	—	—	34,7	—	65,3	1058	1472	—	0,702	0,702	4,45	5,38
II	0,100	—	35,5	2,4	62,1	1145	1515	24	0,746	0,736	4,15	5,27
III	0,200	—	36,3	4,8	58,9	1231	1550	52	0,783	0,761	3,85	5,16
IV	0,294	—	37,0	7,2	55,8	1314	1584	82	0,820	0,789	3,57	5,05
V	0,400	2,5	33,6	9,6	54,3	1272	1551	112	0,813	0,772	3,56	5,17
VI	0,508	4,9	30,4	11,9	52,8	1233	1522	143	0,808	0,756	3,55	5,30
VII	0,612	7,0	27,4	14,1	51,5	1199	1495	173	0,805	0,745	3,54	5,43

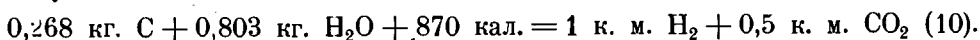
Легко сдѣлать подсчетъ и для тѣхъ случаевъ, когда пара въ дутьѣ больше или меньше, чѣмъ въ ряду IV.

Такъ, если количество пара въ дутьѣ равно нулю, то всѣ данныя для газообразованія получаютъ подсчетомъ по уравненію (6); результаты приведены въ ряду I таблицы 1.

Если количество пара, какъ въ ряду II, равно 0,10 кг., т. е. составляетъ  $\frac{0,10}{0,803}$  количества, необходимаго для реакціи (7), то по этой реакціи сгорить только  $\frac{0,10}{0,803} \cdot 0,536 \text{ кг. C} = 0,067 \text{ кг. C}$ , остальное же количество углерода, т. е., —0,933 кг., сгорить по реакціи (6).

Дѣлая, такимъ образомъ, подсчетъ для случаевъ, когда въ дутьѣ введено 0,10 кг. и 0,20 кг. пара, получаемъ цифры рядовъ II и III табл. 1.

Когда въ дутьѣ введено пара больше, чѣмъ по уравненію (9), то часть пара будетъ разлагаться уже по уравненію (4), которому можно придать слѣдующій видъ:



При расчетѣ цифръ ряда V (табл. 1) принято, что  $\frac{2}{3}$  выдѣляющагося при реакціи (6) тепла (557 кал.) идутъ на разложеніе пара по реакціи (7), а  $\frac{1}{3}$

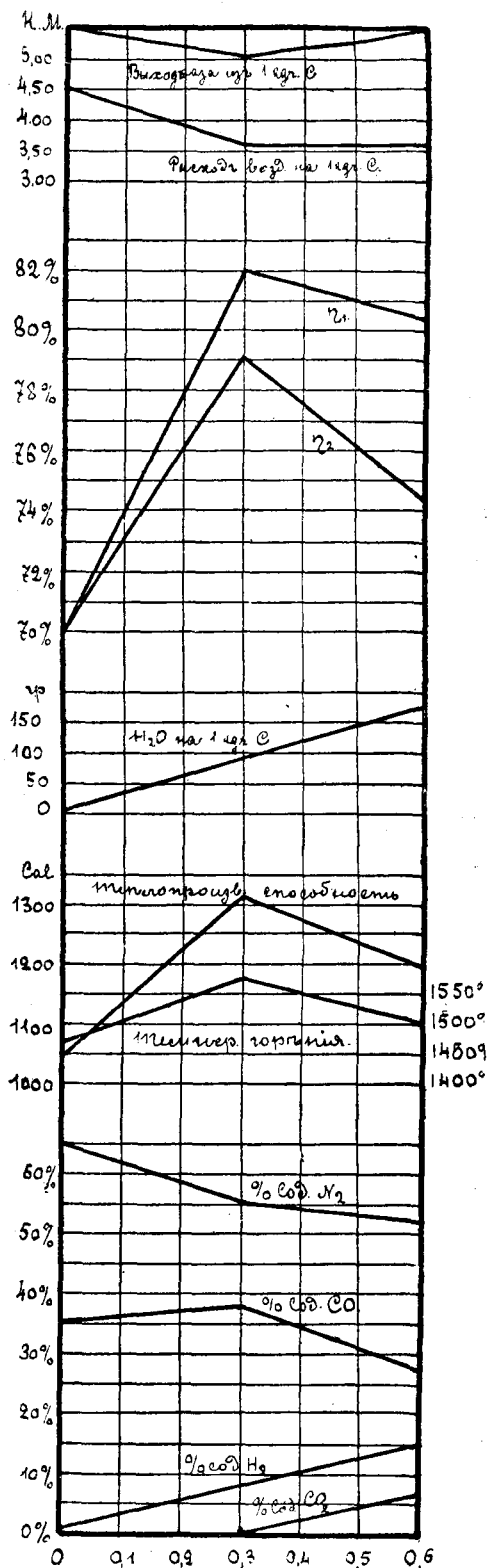


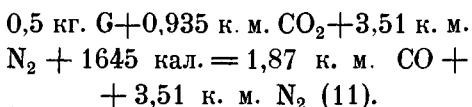
Диаграмма № 5.

тепла (278 кал.) — на разложение водяного пара по реакции (10). При расчете цифр ряда IV (табл. 1) принято, что  $\frac{1}{3}$  тепла расходуется по реакции (7), а  $\frac{2}{3}$  тепла — по реакции (10). Цифры ряда VII (табл. 1) получены в предположении, что все тепло расходуется по реакции (10).

Таблица 1 вполне определяет характер газообразования в генераторе в зависимости от количества вводимого в дутье пара и указывает необходимое количество пара для optimum'a газообразования. При вычислении коэффициента полезного действия  $\eta_1$  расход тепла на испарение воды для дутья не принят в расчет; для коэффициента же  $\eta_2$  принято в расчет и тепло, необходимое для парообразования, причем коэффициент полезного действия парогенератора принят равным 60%.

Построенная на основании таблицы 1 диаграмма при семь прилагается (№ 5).

Если количество пара в дутье больше, чем в ряду VII (табл. 1), то тепла реакции (6) не хватает для разложения пара даже по реакции (10). В этом случае горение угля пойдет не по реакции (6), а по реакции 1; т. е. в этом случае уже не идет реакция (2), которую напишем в таком виде:



Если реакция (11) совсем не пойдет, то останутся свободными 1645 cal., да еще освобождаются 160 кал., так как на нагревание смеси CO + N<sub>2</sub> требуется тепла больше, чем на нагревание смеси: CO<sub>2</sub> + N<sub>2</sub>;  

$$[(1,87 + 3,51) \cdot 925^\circ \cdot 0,316] - [0,935 \cdot 925^\circ \cdot 0,442 + 3,51 \cdot 925^\circ \cdot 0,316] = 160 \text{ cal.}$$

Всего освобождается въ этомъ случаѣ 1805 кал., которыя и пойдутъ на разложеніе избытка пара по реакціи (10).

На счетъ этого тепла разложится по реакціи (10)

$$\frac{1805}{870} \cdot 0,803 = 1,67 \text{ кг. H}_2\text{O}$$

сверхъ того количества, которое отвѣчаетъ ряду VII табл. 1. Но въ продуктахъ разложенія водяного пара присутствуетъ, какъ балластъ, CO<sub>2</sub> реакціи (1).

Разложеніе, идущее на счетъ 1805 кал., выразится слѣдующимъ образомъ:

$$0,935 \text{ к. м. CO}_2 + 3,51 \text{ к. м. N}_2 + 1,67 \text{ кг. H}_2\text{O} + 0,566 \text{ кг. C} + 1805 \text{ кал.} = \\ = 2,074 \text{ к. м. H}_2 + (1,037 + 0,0935) \text{ к. м. CO}_2 + 3,51 \text{ N}_2 \text{ (12).}$$

Нетрудно замѣтить, что полученіе газа по этой реакціи связано съ потерей тепла, такъ какъ  $[(8100 \cdot 0,56) + 1805]$  кал.  $> 2,074 \cdot 2580$  кал.; коэффициентъ полезнаго дѣйствія газообразованія будетъ при этомъ меньше.

Итакъ, когда въ дутье вводится водяного пара больше, чѣмъ въ ряду VII, тогда часть водяного пара разлагается по реакціи (12), количество CO<sub>2</sub> въ образующемся газѣ увеличивается, коэффициентъ полезнаго дѣйствія газообразованія понижается. Самымъ невыгоднымъ является газообразованіе по реакціи (12).

Въ этихъ расчетахъ принималось, что весь паръ, вводимый въ дутье, разлагается и вступаетъ въ реакцію съ углемъ. Опыты Mond'a <sup>1)</sup> показываютъ, что всегда большая или меньшая часть пара уходитъ изъ пояса газообразованія неразложенной. Такъ какъ неразложенный паръ непроизводительно уноситъ тепло, необходимое для его нагрѣванія до 925°, то коэффициентъ полезнаго дѣйствія во всѣхъ предыдущихъ расчетахъ нѣсколько выше истиннаго.

Было принято также, что потеря тепла въ газообразовательномъ поясѣ генератора всецѣло пополняется тепломъ, которое приносить съ собой подогрѣтый до 925° уголь. На самомъ дѣлѣ такой случай бываетъ очень рѣдко, — гораздо чаще потеря тепла бываетъ больше тепла, приносимаго углемъ.

Удѣльная потеря тепла (потеря тепла на 1 кг. угля) зависитъ отъ конструкціи генератора и обратно пропорціональна его производительности.

Принимая теплоемкость угля равной 0,345 и обозначая уд. потерю тепла черезъ  $v$ , найдемъ, что тепловые эффекты реакцій (6), (7) и (10) выразятся такимъ образомъ:

по реакціи (6) выдѣляется  $[835 + (1,925^\circ \cdot 0,345) - v]$  кал.,

по реакціи (7) поглощается  $[1840 - (0,536 \cdot 925^\circ \cdot 0,345) + 0,536 v]$  кал. и

по реакціи (10) поглощается  $[870 - (0,268 \cdot 925^\circ \cdot 0,345) + 0,268 v]$  кал.

Въ табл. 2 приведены тепловые эффекты реакцій (6), (7) и (10) при различныхъ потеряхъ тепла въ газообразовательномъ поясѣ. Если, теперь, сдѣлаемъ расчетъ идеальнаго газообразованія на основаніи тепловыхъ эффектовъ, приведенныхъ въ табл. 2, то найдемъ зависимость идеальнаго газо-

<sup>1)</sup> И, еще лучше, — W. Bone и R. Wheeler, см. Ж. Р. М. О., часть II, стр. 38. *Ред.*

образования отъ потерь тепла въ газообразовательномъ поясѣ генератора. Диаграмма, показывающая эту зависимость, изображается здѣсь подъ № 6-мъ.

Т а б л и ц а 2.

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Р я д ы.	Удельная потеря тепла въ газообразовательномъ поясѣ въ са.	Удельная потеря тепла въ % отношеніи къ израсходованному на газообразование углю.	Тепло, выдѣляющееся по реакціи (6).	Тепло, поглощаемое по реакціи (7).	Тепло, поглощаемое по реакціи (10).
a	—	—	1,155	1.669	784
b	150	1,9	1.005	1.749	824
c	320	4,0	835	1.840	870
d	600	7,4	555	1.991	945
e	900	11,1	255	2.152	1.025
f	1.155	14,3	—	2.290	1.094

Если паръ, вводимый въ дутье, не сухой, а содержитъ нѣкоторое количество конденсированной воды, то при расчетахъ необходимо принимать во вниманіе тепло, требующееся для превращенія этого количества воды въ паръ.

Остается рѣшить еще одинъ вопросъ, относящійся къ газообразованію,—хватитъ ли тепла, уносимаго газами изъ газообразовательнаго пояса, для испаренія всей заключающейся въ углѣ гигроскопической воды? <sup>1)</sup>

Предположимъ, что въ 100 кг. угля имѣется 30 клгр. воды, 10 клгр. золы и К клгр. С. Если изъ 1 клгр. угля получается 5,16 клгр. м. газа, уходящаго изъ генератора съ т-рой 180°, то количество тепла, уносимое газами равно

$$W = 5,16 \cdot K \cdot (925^\circ - 180^\circ) \cdot 0,316 \text{ кал.}$$

Тепло, необходимое для испаренія гигроскопической воды

$$W_1 = 30 \cdot (637 + 80 \cdot 0,48).$$

Тепло, необходимое для подогрева К клгр. углерода и 10 клгр. золы до 925°

$$W_2 = (K + 10) \cdot 925^\circ \cdot 0,345 \cdot$$

Тепло, теряющееся лучеиспусканіемъ и теплопроводностью, равняется приблизительно 10% тепла, уносимаго газами изъ пояса газообразованія; поэтому оно равно

$$W_3 = 0,10 \cdot 5,16 \cdot K \cdot 925 \cdot 0,316.$$

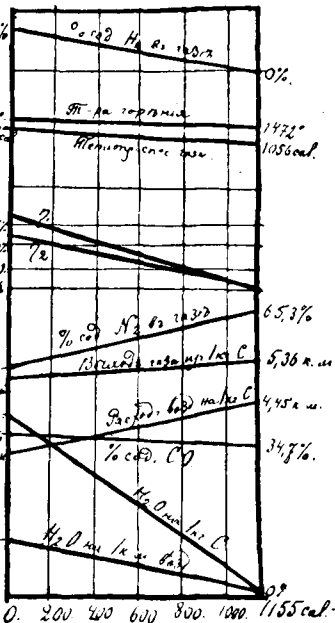


Диаграмма № 6.

<sup>1)</sup> Авторъ ничего не говоритъ о сухой перегонкѣ.

Такимъ образомъ, получается уравненіе—  $W = W_1 + W_2 + W_3$ ; рѣшая это уравненіе, получаемъ  $K = 31$  клгр., т. е.,—для испаренія 30% воды въ углѣ должно быть не меньше 31% углерода. Очевидно, въ тѣхъ случаяхъ, когда гигроскопической влажности въ углѣ больше 30%, а углерода меньше 31%, для правильной работы генератора необходимо соотвѣтственно уменьшить количество пара въ дутьѣ.

Практическій выводъ изъ работы автора тотъ, что въ генераторѣ съ паро-воздушнымъ дутьемъ optimum газообразованія имѣетъ мѣсто при введеніи въ дутье 300 гр. водяного пара на 1 клгр. угля или 80 гр. на 1 к. м. воздуха. Затѣмъ, изъ работы автора видно, что потеря тепла въ газообразовательномъ поясѣ генератора имѣетъ большое вліяніе на газообразованіе и что ее необходимо учитывать.

М. О.

*М. Sepulchre.* Генераторъ S. F. H. (Revue de Metallurgie, 1909, июнь).

Этотъ генераторъ, патентованный M. Sepulchre'омъ и эксплуатируемый Fichet и Heurtey, представляетъ, въ сущности, маленькую доменную печь, въ нижней части которой зола горючаго, сплавляясь съ соотвѣтствующимъ флюсомъ, даетъ жидкій шлакъ, періодически выпускаемый черезъ особую летку.

Нижняя часть генератора представляетъ шлакоприемникъ, въ верхней части котораго расположено по окружности нѣсколько фурмъ, черезъ которыя вдувается воздухъ или паръ. Шахта дѣлается различной высоты въ зависимости отъ сорта примѣняемаго горючаго. Въ верхней части шахты располагаются засыпныя устройства и трубы отводящія газъ.

Благодаря высокой температурѣ, господствующей въ поясѣ горѣнія, зола горючаго легко превращается въ шлакъ,—образованіе котораго облегчается соотвѣтствующей добавкой подходящаго флюса,—и получается газъ, содержащій очень мало углекислоты. При веденіи процесса въ однихъ и тѣхъ же условіяхъ, при одной и той же толщинѣ слоя топлива, составъ газа практически остается постояннымъ.

Генераторъ S. F. H. допускаетъ примѣненіе всевозможныхъ сортовъ горючаго, какъ-то: сгарковъ, угольной мелочи, кокса и т. п., при условіи конечно, что теплота горѣнія заключающагося въ горючемъ углерода достаточна для сухой перегонки, испаренія заключающейся въ горючемъ воды и плавленія золы. Что касается до теплоты плавленія шлака, то въ среднемъ можно принять, что на каждый % золы при добавленіи 40% флюса и на 1 клгр. горючаго расходуется всего 6 кал. Эта цифра гораздо ниже той, которая соотвѣтствуетъ потерѣ тепла въ сгаркахъ обыкновенныхъ генераторовъ. Само собой разумѣется, что форма и размѣры генератора должны быть согласованы съ свойствами примѣняемаго горючаго, но во всѣхъ случаяхъ слѣдуетъ располагать достаточно сильнымъ дутьемъ, а именно 50 клгр. на м<sup>2</sup> для того, чтобы имѣлась возможность измѣнять упругость дутья въ зависимости отъ перерабатываемаго горючаго и количества получающагося газа. Производительность генератора зависитъ исключительно отъ количества подаваемого воздуха и можетъ измѣняться въ очень широкихъ предѣлахъ.

Вотъ одинъ изъ примѣровъ примѣненія этого генератора на практикѣ.

На стеклянномъ заводѣ Gironcourt sur Vraine (Vosges) работаетъ цѣлая



серія этихъ генераторовъ; діаметръ каждаго на уровнѣ фурмъ 1,10 м; количество перерабатываемаго каждыиъ горючаго мѣняется отъ 500 до 1000 кгр. въ часъ. Составъ горючаго слѣдующій:

зола . . . . .	20 — 25%
летучихъ веществъ . . . . .	40% (15% воды въ т. ч.)
углерода нелетучаго . . . . .	35 — 40%
S (въ видѣ пирита). . . . .	6 — 7%

Средній составъ получающихся газовъ слѣдующій:

(CO<sub>2</sub> + SO<sub>2</sub>): 2—3; CO: 28—30; (H<sub>2</sub> + CH<sub>4</sub>): 9—10% %

Изъ гарданскаго лигнита состава: летучихъ веществъ — 37; влаги 10; золы 13; С нелетуч. 40% % получался газъ состава:

CO<sub>2</sub> — 1, 4; CO — 28, 4; (CH<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>) — 15,2% %

При хорошихъ сортахъ топлива, содержаніе CO<sub>2</sub> въ газѣ падаетъ до 10% и; даже, ниже; обычно получается газъ содержаній: 1 — 2% CO<sub>2</sub> и 28 — 31% CO.

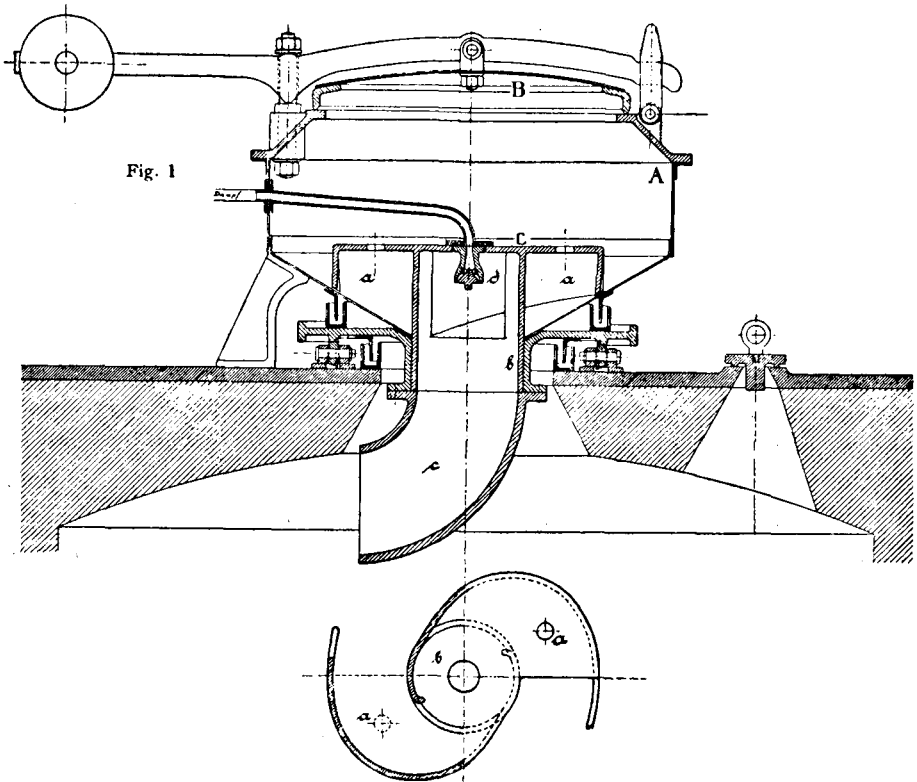
На другихъ заводахъ получались аналогичные результаты.

Вообще говоря, главное достоинство генератора S. F. N. заключается въ томъ, что онъ допускаетъ газефикацію нечистыхъ углей и угольной мелочи, выгодность примѣненія которыхъ несомнѣнна, благодаря ихъ низкой продажной цѣнѣ.

Б. С

### Приспособленіе для автоматической загрузки генераторовъ.

(Dingl. polyt. Journ., 1909, 717).



Фиг. 3.

Загрузочныя воронки генераторовъ обычнаго тина неудобны, во-первыхъ, тѣмъ, что при ихъ опорожненіи въ генераторѣ образуется много угольной пыли, которая уносится газомъ; во-вторыхъ, — періодическая загрузка значительныхъ количествъ угля обуславливаетъ неравномѣрное дѣйствіе генератора. Поэтому въ настоящее время переходитъ къ автоматической загрузкѣ генераторовъ. Однимъ изъ удобныхъ приспособленій для этого является приспособленіе Quoilin'a, предлагаемое техническимъ бюро Josef Malý въ Дрезденѣ.

Приспособленіе (изображенное здѣсь фигурой 3) состоитъ изъ желѣзной неподвижной, герметически закрывающейся коробки А, въ которую вмѣщается 800—1000 клгр. угля. На днѣ этой коробки вращается улиткообразная, двукрылая мѣшалка С, которая направляетъ уголь въ изогнутую трубку с, также вращающуюся. Изъ трубы С уголь попадаетъ въ генераторъ и распредѣляется по всему поперечному сѣченію его.

Чтобы избѣжать потерь газа при открываніи крышки В, передъ засыпкой угля въ коробку А изъ нея вытѣсняются газъ паромъ, подаваемымъ по трубкѣ d.

*М. О.*

*С. Верно.* Новѣйшіе генераторы (Ур. Техн., № 9, 27).

Авторъ описываетъ лично имъ видѣнные въ работѣ генераторы патентовъ: Туркъ и Керпели, характеризующіеся весьма интенсивнымъ горѣніемъ, высокой температурой въ поясѣ газообразования и отличающіеся отъ другихъ новѣйшихъ генераторовъ примѣненіемъ водяного охлажденія въ нижней части шахты, составленной въ генераторѣ Турка изъ чугунныхъ плитъ съ залитыми трубками и изъ пустотѣлаго клепаннаго кожуха въ генераторѣ Керпели. Авторъ даетъ и изображенія генераторовъ обоихъ патентовъ, но — по чертежамъ, неоднократно ранѣе публиковавшимся и страдающимъ умышленной неполнотой, не позволяющей видѣть нѣкоторыхъ существенныхъ деталей конструкціи.

*М. П.*

## Р у д ы.

Бурые желѣзняки Кубы (Gr. Age, Aug. 26, 614).

Въ послѣднее время большое вниманіе въ технической литературѣ стало удѣляться мѣсторожденіямъ бурыхъ желѣзняковъ острова Кубы. Мѣсторожденія эти, извѣстныя подъ именемъ Mayari, Moa, Taso и Navas, расположены у восточной оконечности острова, слѣдуя съ запада на востокъ, въ недалекомъ разстояніи другъ отъ друга, въ томъ порядкѣ, въ какомъ онѣ названы выше. Рудныя залежи въ Моа выходятъ къ самому берегу великолѣпной гавани, а остальные мѣсторожденія расположены вблизи портовъ Атлантическаго океана.

Мощность залежей мѣняется отъ 10—20 фут. до 50—60 ф. временами. По наружному виду главная масса руды очень похожа на обыкновенную глину, окрашенную въ болѣе или менѣе интенсивный бурый цвѣтъ, но, въ верхнихъ горизонтахъ мѣсторожденій, въ глинистой массѣ находятся отдѣль-

ныя, болѣе или менѣе округленныя, включенія бураго желѣзняка. Составъ рудъ слѣдующій:

	Mayari	Moa	Taco	Navas
Fe. . . . .	46,03	46,75	46,23	42,48 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
SiO <sub>2</sub> . . . . .	5,50	1,71	2,06	3,01 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	10,33	11,60	2,16	6,12 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Сг. . . . .	1,73	1,81	2,07	2,39 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
TiO <sub>2</sub> . . . . .	не опред.	0,14	не опред.	не опред.
P. . . . .	0,015	0,031	0,021	0,032 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
H <sub>2</sub> O . . . . .	13,62	13,15	не опред.	не опред.

Анализы указываютъ гидратную воду, т. к. относятся къ высушеннымъ при 100° образцамъ. Въ естественномъ состоянiи руда содержитъ отъ 30 до 35<sup>0</sup>/<sub>0</sub> влажности, такъ что требуетъ обжиганiя. Пустая порода ея характеризуется чрезмѣрно высокимъ отношенiемъ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> къ SiO<sub>2</sub>. Содержанiе хрома въ рудѣ тоже заслуживаетъ вниманiя. Запасы руды опредѣляются, произведенными до сихъ поръ изслѣдованiями, въ одинъ миллиардъ тоннъ.

*М. П.*

### Желѣзные руды въ Adirondack (Ir. Age, Oct. 14, 1143).

Мѣстороженiя рудъ въ горахъ Adirondack (у истоковъ рѣки Гудзонъ) извѣстны съ 1825 года и разрабатывались энергично въ перiодъ времени съ 1843 по 1857 годы, когда у мѣстороженiй работали древесноугольные печи, но, затѣмъ, онѣ были брошены на 50 лѣтъ. Теперь работы возобновлены фирмой Mac Intyre Iron Co и оборудованiе рудниковъ ведется на широкую ногу, такъ какъ запасы руды колоссальны, а вопросъ объ успѣшной переплавкѣ ихъ въ современныхъ коксовыхъ печахъ рѣшенъ положительно.

Руды Adirondack представляютъ сильно титанистый магнитный желѣзнякъ; титанъ въ нихъ находится въ состоянiи механической примѣси, въ видѣ ильменита, FeTiO<sub>3</sub>, и химической, входя въ составъ самаго магнитнаго желѣзняка; поэтому магнитное обогащенiе, которое примѣняется къ этимъ рудамъ въ виду ихъ сравнительной бѣдности и предстоящей дальней перевозки, можетъ только частью уменьшить въ нихъ содержанiе титана. Напр., руда съ 51<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Fe и 13<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Ti даетъ концентратъ съ 60<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Fe и 6<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Ti, въ то время, какъ отдѣленная пустая порода дала 31<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Fe и 25<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Ti.

Слѣдующiе анализы пробъ руды изъ различныхъ развѣдочныхъ скважинъ даютъ понятiе объ ея составѣ:

SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	MnO	CaO	MgO	Fe
5,61	16,80	2,05	66,17	0,39	1,05	1,81	47,95 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
3,02	25,25	1,80	65,22	0,21	0,98	2,33	47,26 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
3,00	21,91	1,10	66,60	0,20	0,67	2,30	48,26 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
7,15	21,10	3,69	62,96	0,21	0,52	1,20	45,26 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

*М. П.*

*А. Петровъ.* Металлическое желѣзо въ хромистомъ и магнитномъ желѣзнякахъ и дунитѣ. (Уральскiй Техникъ, 1909, № 11, 2).

Изслѣдуя химическiй составъ Н. Тагильскихъ дунитовъ, авторъ нашель въ нихъ 0,007<sup>0</sup>/<sub>0</sub> металлическаго желѣза. Предполагая, что металли-

ческое желѣзо связано съ хромистымъ и магнитнымъ желѣзняками, входящими въ составъ дунитовъ, авторъ подвергнулъ изслѣдованію на металлическое желѣзо цѣлый рядъ Н. Тагильскихъ хромистыхъ желѣзняковъ и Высокогорскій магнитный желѣзнякъ и нашелъ въ первыхъ 0,0127%, во второмъ 1,26% металлическаго желѣза. Очевидно, металлическое желѣзо связано въ дунитахъ съ находящимися въ нихъ желѣзняками. Такъ какъ въ дунитахъ на ряду съ металлическимъ желѣзомъ находится и платина, то имѣются основанія искать платины также и въ магнитномъ и хромистомъ желѣзникахъ.

Совмѣстное находженіе желѣзняковъ, желѣза и платины можетъ служить подтвержденіемъ взгляда Добрэ, по которому образованіе желѣзняковъ объясняется окисленіемъ магмы, состоящей изъ  $\text{Cr—Fe—Pt}$ .

Анализируя желѣзные руды, необходимо опредѣлять въ нихъ и металлическое желѣзо.

*М. О.*

*R. Linde. Обработка рудъ по способу Эльмора въ Brokenhill'ѣ въ Австраліи (Metallurgie, 1909, 486).*

Сущность этого способа заключается въ томъ, что измельченная соотвѣтствующимъ образомъ руда обрабатывается при доступѣ воздуха смѣсью подкисленной воды и тяжелыхъ нефтяныхъ маселъ; при отстаиваніи въ специальномъ коническомъ приемникѣ металлическіе сульфиды и пр. сост. ч. (кроме окисныхъ соединеній металловъ) всплываютъ наверхъ и, переливаясь черезъ край этого приемника, поступаютъ въ кольцевой желобъ; пустая же порода осаждается въ нижней части конуса. Обогащенная руда подвергается слабому обжигу для удаленія слѣдовъ маселъ и въ дальнѣйшемъ перерабатывается обычными способами.

Въ Brokenhill'ѣ, въ Австраліи, въ качествѣ руды примѣняются старые отбросы со слѣдующимъ содержаніемъ металловъ, въ видѣ сѣрнистыхъ соединеній:

$\text{Zn} — 20\%$ ,  $\text{Pb} — 5,75\%$ ,  $\text{Ag} — 8$  унцій на тонну, т. е., — 0,0275%.

Руда по рельсамъ подвозится къ рудодробилкамъ, гдѣ хранится до переработки въ особыхъ складахъ. 12 рудодробилокъ измельчаютъ руду въ влажномъ состояніи, послѣ чего она проходитъ черезъ сита съ 30 отверстіями на кв. дюймъ. Куски, не прошедшія черезъ эти сита, подвергаются вторичному измельченію. Раздробленная руда въ кашеобразномъ состояніи поступаетъ въ особый дѣлительный аппаратъ, который и раздѣляетъ прибывающую массу на 12 частей, соотвѣтственно числу приборовъ для обогащенія; каждая изъ частей поступаетъ далѣе въ горизонтальный цилиндръ, имѣющій съ внутренней поверхности ребро, идущее по винтовой линіи; по особой трубкѣ въ цилиндръ подводится смѣсь подкисленной воды съ соотвѣтствующимъ количествомъ тяжелыхъ нефтяныхъ маселъ; при вращеніи этого барабана вокругъ горизонтальной оси производится перемѣшиваніе руды съ жидкостью. Вытекающая изъ барабана полужидкая масса подвергается отстаиванію въ конусообразныхъ сосудахъ, въ верхней части которыхъ придѣланы кольцевые желоба, куда и поступаетъ увлекаемая масломъ

сѣрнистая руда. Пустая порода садится на дно конуса, откуда періодически выпускается вонь.

Обогащенную руду, по возможности, освобождаютъ отъ жидкости, а потомъ подвергаютъ слабому обжигу для удаленія небольшого количества масель, остающагося вмѣстѣ съ нею.

Послѣ подобнаго обогащенія руда содержитъ:

Zn — 43<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, Pb — 11<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, Ag — 17 унцій на t.

Отдѣленная пустая порода содержитъ—обычно въ видѣ окисныхъ соединеній —

Zn — 3,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, Pb — 2,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, Ag — 2,2 унціи на t.

Обычный выходъ при этомъ процессѣ достигаетъ:

Zn — 90<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, Pb — 73<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, Ag — 85<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Въ среднемъ степень обогащенія руды достигаетъ 2,5:1.

Расходъ кислоты (сѣрной) обычно бываетъ 6—7 клгр. на тонну, maximum—9 клгр., minimum—4,5 клгр.

Расходъ тяжелыхъ масель 2,75—3,6 на 1 тонну перерабатываемой руды.

Суточная производительность каждаго прибора для обогащенія равна 40—45 t.; въ мѣсяць вся фабрика перерабатываетъ 16.000—17.005 t. руды, причемъ получается въ качествѣ конечнаго продукта 6.000—7.000 обогащеннаго матеріала.

Въ заключеніе нужно привести стоимость обогащенія руды по этому способу.

Раздробленіе . . . 1,35 мар. на 1016 клгр. (1 t.).

Промывка . . . . . 2,38 " " "

Сунка и обжигъ . . 1,33 " " "

Въ этотъ расчетъ входятъ: вознагражденіе рабочихъ и служащихъ, расходы на сѣрную кислоту, воду <sup>1)</sup> (за исключеніемъ питанія паровыхъ котловъ), горючее (за исключеніемъ горючаго для паровыхъ котловъ), ремонтъ фабрики, взятіе и изслѣдованіе пробъ и проч. расходы, исключая расходовъ, связанныхъ съ поганеніемъ затратъ по первоначальному оборудованію.

Статья не сопровождается техническими чертежами упоминаемыхъ въ описаніи устройствъ; она иллюстрируется лишь 2 фототиніями съ перспективными видами фабрики въ Brockenhill. Б. С.

## Ф л ю с ъ.

Перевозка обожженнаго доломита (Tonindustrie Zeitung, 1909, 1197).

Вѣнской химической испытательной лабораторіей были произведены нѣкоторые опыты, чтобы выяснитъ вопросъ, насколько обожженный доломитъ гигроскопиченъ и насколько онъ нуждается въ болѣе быстрой перевозкѣ по желѣзнымъ дорогамъ. Пробы доломита были взяты прямо изъ обжигательной печи, причемъ было обращено вниманіе на то, что одни куски

<sup>1)</sup> Въ Brockenhill'ѣ вода обходится въ 1,10 мар. за 1.000 литровъ.

доломита — сѣрые и мягкіе, другіе темно-сѣрые и твердые; сѣрые куски — плохо обожженные, темно-сѣрые — хорошо обожженные.

Были взяты три пробы:

- 1) проба сѣраго доломита,
- 2) проба темно-сѣраго доломита и
- 3) проба смѣшанная.

Первыя двѣ пробы были доставлены въ лабораторію въ герметически закрытыхъ сосудахъ, а третья проба была доставлена по желѣзной дорогѣ въ деревянномъ ящикѣ.

Въ первыхъ двухъ пробахъ, прежде всего, были опредѣлены потери при прокаливаніи:

$$\begin{aligned} \text{въ сѣрыхъ кускахъ потеря при прокаливаніи} &= 0,25\% \\ \text{въ темно-сѣрыхъ кускахъ потеря при прокаливаніи} &= 0,08\% \end{aligned}$$

Затѣмъ обѣ пробы были помѣщены на открытомъ окнѣ, и черезъ 12 дней опредѣлены потери при прокаливаніи:

$$\begin{aligned} \text{въ сѣрыхъ кускахъ потеря при прокаливаніи} &= 10,29\% \\ \text{въ темно-сѣр. } & \text{”} \quad \text{”} \quad \text{”} \quad \text{”} \quad \text{”} \quad \text{”} &= 0,96\%. \end{aligned}$$

Сѣрые куски уже черезъ семь дней рассыпались, темно-сѣрые же черезъ 21 день оставались совершенно неизмѣнившимися.

Доломитъ, отправленный по желѣзной дорогѣ, прибылъ въ лабораторію черезъ 5 дней, и ящикъ былъ вскрытъ на 12-ый день послѣ отправки. Сѣрые куски оказались совершенно мягкими и при непродолжительномъ лежаніи на воздухѣ рассыпались. Темно-сѣрые куски оказались въ ящикѣ совершенно неизмѣнившимися и при лежаніи на воздухѣ въ теченіе еще десяти дней нисколько не измѣнились.

На основаніи этихъ опытовъ лабораторія дѣлаетъ заключеніе, что хорошо обожженный доломитъ можетъ безъ всякаго ущерба выдержать, по крайней мѣрѣ, трехнедѣльную перевозку по желѣзной дорогѣ.

*М. О.*

## Огнеупорные материалы и продукты.

*J. W. Richards.* Новый огнеупорный материалъ.  
(Electroch. and Metall. Industry, 1909, 474).

Подъ именемъ молера проф. J. W. Richards описываетъ новый огнеупорный материалъ, коренное мѣсторожденіе котораго находится въ Даніи, а именно: въ Ютландіи. Молеръ является здѣсь въ формѣ діатомовыхъ напластованій среди отложеній глинистаго эоцена. Кирпичи, спресованные изъ этого матеріала и затѣмъ подвергнутые обжигу, оказались въ высшей степени удобными для нѣкоторыхъ металлургическихъ сооружений. Молеръ, не отличаясь особенной огнестойкостью — при опытахъ со специально сложенной шахтной печью изъ этого матеріала, онъ остекловывался при температурѣ немного высшей 1100° — представляетъ, благодаря своей пористости, прекрасный изоляторъ тепла. Проф. Richards обѣщаетъ ему большое распространеніе въ качествѣ матеріала для электрическихъ печей, футерованныхъ изнутри какимъ нибудь очень огнестойкимъ кирпичемъ, вродѣ магнезитоваго или графитоваго, не отличающимся низкой теплопроводностью и имѣющихъ наружную оболочку изъ матеріала невысокой огнеупорности, но зато очень малой теплопроводности.

Къ главнымъ недостаткамъ молероваго кирпича слѣдуетъ отнести его большую гигроскопичность, а именно: кирпичъ во влажномъ воздухѣ можетъ поглотить до 50% воды по отношенію къ собственному вѣсу. Къ числу его достоинствъ слѣдуетъ отнести, наравнѣ съ очень низкой теплопроизводностью, очень низкій удѣльный вѣсъ, колеблющійся, въ зависимости отъ степени обжига, отъ 0,87 до 1,13 и довольно хорошія механическія свойства, а именно — сопротивленіе раздавливанію, въ среднемъ, достигающее до 230 кгр., ст.<sup>2</sup>; поэтому онъ въ высшей степени удобенъ для всякихъ внутреннихъ перегородокъ, арокъ, перекрытій, сводовъ, половъ, потолковъ и т. п. Къ сожалѣнію, какъ выше уже указывалось, благодаря своей большой гигроскопичности, онъ совершенно не годится для выведенія наружныхъ стѣнъ обычныхъ построекъ.

Въ № 3 того же журнала за 1910 г. (стр. 163) приводится нижеслѣдующій химическій составъ молера:

Пот. при прокал.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>
15,7	67,8	6,7	5,5	1,2	0,9	слѣд.	0,60.

Тутъ же приводятся опытные данныя, характеризующія теплопроводность молера. Опытъ былъ поставленъ слѣдующимъ образомъ. На сводикѣ печи были устроены три изоляціонныхъ камеры размѣрами: 18"×18"; одна—изъ обыкновеннаго кирпича на известковомъ растворѣ, другая—изъ молероваго кирпича тоже на известковомъ растворѣ и третья изъ огнеупорнаго кирпича (марки Glenboig и кремнистаго) на огнеупорномъ растворѣ. Испытаніе длилось три недѣли. Температура верхней поверхности сводика печи колебалась отъ 164° до 170° С; на поверхности камеры изъ молероваго кирпича она была 63°, на поверхности же прочихъ камеръ она была 73°—74°, что съ несомнѣнностью показываетъ прекрасныя изолирующія свойства молера.

*В. С.*

*Л. Baraduc-Muller. Карборундъ. (Revue de Metallurgie, 1909, 117).*

Статья автора посвящена исторіи карборунда, современному состоянію карборундовой промышленности и исчерпывающему описанію физическихъ и химическихъ свойствъ карборунда.

До сихъ поръ карборундъ примѣнялся въ качествѣ шлифовальнаго и полировальнаго матеріала, такъ какъ, вслѣдствіе своей твердости (9,5—9,75 по шкалѣ Мооса), онъ является незамѣнимымъ для этого назначенія.

Но такъ какъ карборундъ и очень огнестоекъ, то авторъ сдѣлалъ попытку примѣнить его въ качествѣ огнеупорнаго матеріала. Въ восстановительной или нейтральной атмосферѣ карборундъ можетъ оставаться безъ измѣненія до 2200°—температуры разложенія его; такъ, въ дуговой электрической печи карборундовые стѣнки нагрѣвались нѣсколько разъ до 2000° и не показывали ни малѣйшихъ слѣдовъ измѣненія. Наоборотъ, въ окислительной атмосферѣ (О, воздухъ, СО<sub>2</sub>, Н<sub>2</sub>О) при высокихъ температурахъ карборундъ является непрочнымъ и легко сгораетъ по реакціи:  $\text{SiC} + 2\text{O}_2 = \text{SiO}_2 + \text{CO}_2$ .

Стѣнки карборундовой печи съ воздушнымъ дутьемъ и карборундовый тигель не измѣняются только до 1000°; выше этой температура начинается горѣніе карборунда и оно идетъ тѣмъ болѣе энергично, чѣмъ выше температура; при 1750° горѣніе настолько энергично, что разрушеніе стѣнокъ печи и тигля замѣтно уже послѣ перваго нагрѣванія до 1750°.

Авторъ произвелъ аналогичныя испытанія огнеупорности различныхъ смѣсей карборунда съ различными огнеупорными матеріалами и, на основаніи этихъ опытовъ, приходитъ къ заключенію, что карборундъ непримѣнимъ въ газовыхъ металлургическихъ печахъ съ очень высокой температурой. Авторъ помѣщалъ карборундовые кирпичи въ пламени основной и кислой мартеновскихъ печей, — въ томъ и другомъ случаѣ кирпичи въ теченіе 82 часовъ теряли около 1/4 своего объема; менѣе энергичное горѣніе карборундовыхъ кирпичей наблюдалось тогда, когда они были подвержены прямому дѣйствію пламени.

Огнеупорность карборунда проявляется въ полной мѣрѣ въ коксовыхъ и каменноугольныхъ топкахъ; въ этомъ случаѣ зола кокса или каменнаго угля осѣдаетъ на стѣнкахъ топки, плавится и покрываетъ, такимъ образомъ, карборундовые стѣнки тонкимъ слоемъ, защищающимъ ихъ отъ окисленія.



Такъ, коксовый горнъ, работавшій съ дутьемъ, при стѣнкахъ изъ огнеупорной глины сохранялъ первоначальное квадратное сѣченіе только въ теченіе 7—9 дней, причемъ температура горна не превышала  $1600^{\circ}$ — $1650^{\circ}$ ; послѣ 7—9 дней требовался ремонтъ стѣнокъ. Тотъ же горнъ съ карборундовыми стѣнками при такомъ же нагрѣваніи служилъ въ 13 разъ дольше, совершенно не измѣняя своего первоначальнаго сѣченія.

Авторъ произвелъ также испытаніе огнеупорности кирпичей, сдѣланныхъ изъ огнеупорной глины и покрытыхъ слоевъ карборунда; такіе кирпичи значительно дешевле карборундовыхъ. Но такъ какъ карборундъ обладаетъ большою теплопроводностью, то онъ не можетъ защищать находящагося подъ нимъ огнеупорнаго матеріала отъ оплавленія, поэтому покрытие изъ карборунда обыкновенно не держится при высокихъ температурахъ.

Карборундъ легко разлагается расплавленными чугуномъ и сталью, особенно, — когда онъ находится въ мелко-раздробленномъ состояніи, причемъ образующіеся Si и C переходятъ въ ванну. Такимъ образомъ, имъ можно пользоваться въ качествѣ раскислителя въ сталелитейномъ дѣлѣ на ряду съ ферросилиціемъ.

Съ окислами различныхъ металловъ карборундъ при высокихъ температурахъ вступаетъ въ реакцію, причемъ образуются соответствующіе кремнистые металлы:



По этой реакціи автору удалось получить слѣдующіе сплавы съ кремніемъ:

3,23% — 12,26% Si, 0,05% C и 96,72% — 87,69% Си (реакція начинается при  $800^{\circ}$ )

15,84% — 32% Si, 0,29% C и 83,87% — 67,71% Fe (при  $1350^{\circ}$ )

7,07% — 33,50% Si, 0,55% C и 92,43% — 65,95% Ni (при  $1350^{\circ}$ )

9,94% — 26,22% Si, 0,6% C и 89,46% — 73,18% Мп (при  $1360^{\circ}$ )

0,95% — 8,27% Si, 4,04% — 6,67% C, 44,40% — 45,90% Cr и 37,87% — 46,53% Fe (при  $1370^{\circ}$ ).

Основываясь на этой же реакціи, можно легко вводить въ сталь спеціальныя примѣсы, не пользуясь ферросплавами: вмѣсто нихъ можно вводить смѣсь соответствующаго окисла и карборунда. Такъ, для хромовой стали въ ванну нужно ввести смѣсь карборунда и хромистой руды.

Въ заключеніе авторъ высказываетъ надежду на возможность примѣненія карборунда въ металлургической практикѣ, — и какъ огнеупорнаго матеріала, и какъ богатаго кремніемъ соединенія.

М. О.

## Пирометрія. Топки, печи и аппараты.

### Пирометрія.

*А. Нимвицкій.* Способы и приборы для измѣренія температуръ при изготовленіи и обработкѣ чугуна, желѣза и стали. (Ур. Техн., 1909, №№ 6, 7 и 8).

Содержаніе этихъ статей вполне опредѣляется ихъ заглавіемъ и не можетъ быть кратко передано здѣсь; должно быть, однако, отмѣчено, что трудъ автора свидѣтельствуемъ о его близкомъ знакомствѣ съ практикой пирометріи; въ немъ приводятся также результаты измѣреній, относящихся къ разнымъ случаямъ заводской практики и произведенныхъ авторомъ лично. По этому его указанія и замѣчанія съ пользой будутъ прочтены неуспеившими еще себѣ навыка въ обращеніи съ приборами для измѣренія высокихъ температуръ <sup>1)</sup>.

*М. П.*

### Топки. Печи.

*Э. Гертумъ.* Положительное давленіе въ рабочемъ пространствѣ металлургическихъ печей. (Ур. Техн., 1909, № 10, 1).

Предметомъ настоящей статьи является доказательство вѣрности положеній, данныхъ референтомъ въ 1905 г. въ формѣ разсужденій въ „элементарной теоріи построения металлургическихъ печей“. Въ ней я не касался совсѣмъ вопроса происхожденія скоростей движенія, ограничившись только указаніемъ на реальное существованіе силъ, движущихъ газы. Э. А. Гертумъ дополняетъ въ этой части мою работу и дѣлаетъ ее болѣе удопонятною для лицъ, для которыхъ понятія „давленіе“, „напоръ“ и „скорость“ не связываются между собой, какъ причина и слѣдствіе.

Однако и эта работа не исчерпываетъ вопроса.

Вопросъ о законахъ движенія теплыхъ газовъ строго-научно поднять въ настоящее время СПб. Политехническимъ Институтомъ Императора Петра Великаго, причемъ теоретическую разработку этого вопроса взялъ на себя преподаватель гидравлики І. Г. Есьманъ; для экспериментальныхъ изслѣдованій устроена специальная печь и онѣ ведутся при участіи инж. мет. Б. В. Старка, что же касается приложенія теоріи движенія пламени къ цѣлямъ промышленности, то разработка этого вопроса ведется нижеподписавшимся.

<sup>1)</sup> Имѣются отдѣльные оттиски всей работы.

При такой обстановкѣ мы рассчитываемъ выяснитъ этотъ вопросъ выполнѣ и дать полную гидравлическую теорію законовъ движенія пламени.

Интересующимся можно пока указать, что опыты указываютъ намъ на полную возможность разсматривать пламя, какъ жидкость легче воздуха, но переменной плотности, чѣмъ она и отличается отъ воды.

Въ опытной печи мы устраиваемъ газосливы, какъ водосливы, опредѣляемъ коэффициенты расхода, скорости и т. п., точно имѣемъ дѣло не съ газами, а водой, но объ этомъ рѣчь впереди.

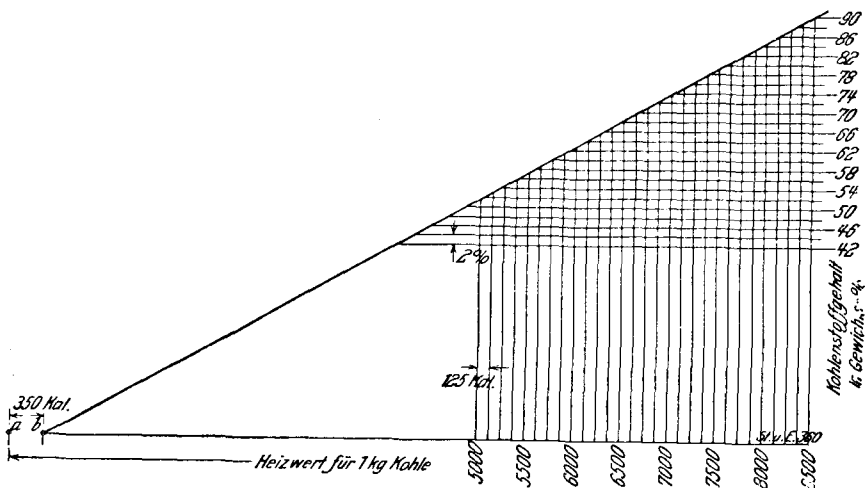
*В. Грумъ-Гржимайло.*

*М. Kaufhold.* Объ утилизаціи тепла продуктовъ горѣнія каменноугольныхъ топокъ. (Stahl und Eisen, 1909, 1346).

Использованіе теплоты продуктовъ горѣнія различныхъ каменноугольныхъ топокъ, можетъ доставитъ значительную экономію; поэтому, очень важно имѣть простой методъ опредѣленія того количества тепла, которое можно получить изъ отработанныхъ газовъ.

Это количество тепла зависитъ отъ температуры уходящихъ газовъ, отъ ихъ состава и отъ ихъ количества; оно можетъ быть выражено для 1 кг. угля слѣдующей формулой:  $WG = \left( 0,32 \cdot \frac{C}{0,536 K} + 0,48 \frac{9H + Aq}{100} \right) (T - t)$ .

Въ этой формулѣ 0,32 и 0,48 — теплоемкости продуктовъ горѣнія и водяного пара; C, H и Aq — % содержанія въ углѣ углерода, водорода и воды; K — содержаніе (въ об. %)  $CO_2$  въ продуктахъ горѣнія; T и t — тем. продуктовъ горѣнія до утилизаціи и послѣ утилизаціи ихъ тепла.



Фиг. 1.

Принимая  $T-t=1^\circ$ , авторъ рассчиталъ WG для различнаго % содержанія  $CO_2$  въ продуктахъ горѣнія (6% — 16%) и для пяти различныхъ углей, составъ которыхъ данъ въ таблицѣ 1. Полученные результаты расчета изображены авторомъ графически (фиг. 1). Если извѣстны: % содержаніе углерода въ углѣ и % содержаніе  $CO_2$  въ продуктахъ горѣнія, изъ графика (фиг. 1) легко получить количество тепла, находящееся въ продуктахъ горѣнія, на 1 кг. каменного угля и при  $T-t=1^\circ$ .

Такъ какъ для каменныхъ углей гораздо легче опредѣлить теплопроизводительную способность, чѣмъ  $\%$  содержаніе углерода, то является необходимымъ найти зависимость между теплопроизводительной способностью и  $\%$  содержаніемъ С.

Если положимъ, что

$$\frac{WE - 350}{C} = X,$$

гдѣ

$$WE = 81C + 290 \left( H - \frac{O}{8} \right) + 25S - 6Aq,$$

и подсчитаемъ X для пяти различныхъ углей, приведенныхъ въ табл. 1, то получимъ значенія для X почти постоянныя; поэтому:

$$\frac{WE - 350}{C} = 9060 = \text{konst.}$$

Т а б л и ц а 1.

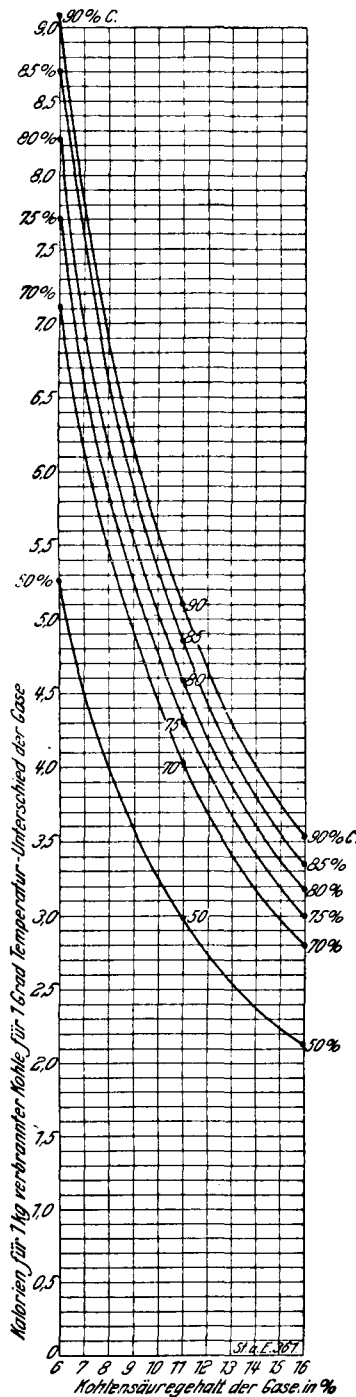
Сортъ угля.	C	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> +N <sub>2</sub>	S	Aq.	Зола.	WE	X
1	89,27	4,41	2,74	1,25	0,7	1,63	8438	9161
2	85,63	4,04	3,56	1,99	0,8	3,98	8024	8962
3	80,72	4,8	8,66	1,56	0,98	3,28	7650	9043
4	75,25	4,54	6,72	1,58	1,51	10,40	7199	9102
5	69,49	4,23	6,37	0,85	2,07	16,99	6633	9047
6	50,00	4,5	13,00	0,5	15,00	17,00	4806	8961

Такимъ образомъ, практически, теплопроизводительная способность каменныхъ углей прямо пропорціональна  $\%$  содержанію въ нихъ углерода.

Эту зависимость авторъ изображаетъ графически (фиг. 2); руководясь графикомъ, легко можно перейти отъ теплопроизводительной способности угля къ  $\%$  содержанію въ немъ углерода и обратно.

Авторъ на двухъ примѣрахъ, взятыхъ изъ литературы, показываетъ примѣнимость своего метода: получающіяся значенія для WG очень хорошо совпадаютъ съ полученными изъ опыта. Такъ, при прямомъ опредѣленіи количества утилизируемаго тепла было найдено  $WG = 969$  кал/кг., причемъ  $C = 83,9\%$ ,  $CO_2 = 6\%$ ,  $T = 288^\circ$  и  $t = 181^\circ$ . Пользуясь графикомъ фиг. 1, найдемъ  $WG = (288 - 181) 8,6 = 920$ ; разница между опытнымъ и теоретическимъ числами  $= 5\%$ .

Въ другомъ случаѣ опытомъ было найдено  $WG = 1090$  кал/кг., причемъ  $WE = 6500$ ,  $CO_2 = 9,3\%$ ,  $T = 273^\circ$  и  $t = 21^\circ$ . Пользуясь графикомъ, получимъ  $WG = (273 - 21) 4,45 = 1120$ ; разница между опытнымъ и теоретическимъ числами  $= 2,7\%$ .



Фиг. 2.

Пользуясь описаннымъ методомъ, авторъ дѣлаетъ нѣсколько примѣрныхъ расчетовъ количества утилизируемаго economiser'ами тепла и величину получающейся при этомъ экономіи. М. О.

*R. Catani.* Большія электрическія печи для производства чугуна, стали и желѣза. (Elch. & Met. Ind., 1909, 268—269).

Одна тонна полученнаго электротермическимъ процессомъ чугуна стоитъ столько же, что и одна тонна доменнаго чугуна, если

$$y = x \left( 0,115 + \frac{4}{n} \right),$$

гдѣ  $x$  стоимость 1 электр. HP — года (= 333 HP — сутокъ),

$y$  „ „ 1 t кокса,

$n$  количество кг чугуна въ сутки на 1 HP;

$n$  не менѣе 8 въ современныхъ хорошихъ печахъ. Формула выведена въ предположеніи, что газы печей рационально использованы. Если газы электрической печи пропадаютъ даромъ, то

$$y = x \left( 0,185 + \frac{4}{n} \right);$$

при  $n = 12$ ,  $x$ , приблизительно, равно  $2y$ , т. е., электротермическое возстановленіе рудъ дешевле доменной плавки, если 1 HP — годъ стоитъ менѣе 2 t кокса.

Авторъ указываетъ условія, при которыхъ въ электрическихъ печахъ можно получать болѣе дешевое желѣзо и сталь, чѣмъ въ обычныхъ металлургическихъ печахъ: печи должны быть значительно больше выстроенныхъ до сихъ поръ; неизбежныя въ большихъ печахъ потери отъ самоиндукціи необходимо сократить до минимума, избѣгая при постройкѣ печей и въ проводахъ матеріаловъ высокой проницаемости.

Авторъ считаетъ работу на трехфазномъ токѣ болѣе экономичной, чѣмъ работу на однофазномъ переменномъ токѣ. Ф. Д.

*C. Hering u I. Harden.* Выпячиваніе металла („pinch effect“) въ электрическихъ печахъ (Elch. & Met. Ind., 266—268; Elch. & Met. Ind., 478—480, 1909).

Если черезъ заключенный въ открытомъ каналѣ жидкій проводникъ проходитъ токъ большой силы, то внутри проводника устанавливается нѣкоторое центростремительное давленіе (вызванное электродинамическимъ притяженіемъ отдѣльныхъ линий тока), понижающее уровень жидкаго проводника въ средней части ванны,—образуется борозда, которая при достаточно мощномъ токѣ углубляется до дна ванны; тогда токъ прерывается, жидкій проводникъ либо застываетъ, либо стекаетъ со стѣнокъ внизъ, подымается опять и т. д., образуя въ данномъ мѣстѣ автоматическій прерыватель тока.

Это явленіе „выпячиванія“ жидкаго проводника, названное Hering'омъ „pinch effect“, наблюдалось во многихъ печахъ сопротивленія и въ индукционныхъ печахъ.

Hering вывелъ общую формулу, позволяющую для каждой печи вычислить „критическую“ силу тока, при которой уровень металла понижется до

дна ванны. Если  $G$  плотность жидкого металла и  $H$  нормальная глубина металла въ ваннѣ, то критическая сила тока на кв. см. поперечнаго разрѣза ванны равна

$$DC = 221 \sqrt{\frac{G}{H}} \text{ амперамъ.}$$

Если, напр., ртуть заполняетъ прямоугольнаго сѣченія ванну, шириной въ 5 см. и глубиной въ 10 см., то  $DC = 258$  амп. и предѣльная сила тока для данной ванны  $= 258 \times 10 \times 5 = 12900$  амп. Формула выведена въ предположеніи, что уровень металла понижается спокойно, безъ упомянутыхъ періодическихъ сильныхъ движеній. Въ случаѣ этихъ движеній, какъ показали поставленные Hering'омъ въ маломъ масштабѣ опыты со ртутью, формула сохраняетъ свою силу.

Если въ какомъ-нибудь мѣстѣ ванны глубина меньше средней, то въ этомъ мѣстѣ явленіе наступаетъ уже при меньшей силѣ тока, чѣмъ въ остальныхъ частяхъ ванны; поэтому авторъ рекомендуетъ дѣлать каналы электрическихъ печей возможно глубокими.

Harden наблюдалъ выпячиваніе металла въ малой индукціонной печи Kjellin емкостью ок.  $\frac{1}{7}$  t, ширина каналовъ 4,4 см., глубина 15 см.

Когда въ каналахъ находился слой желѣза въ 6,4 см. толщиной, то при плотности тока въ 160 амп. на кв. см. во всѣхъ плавкахъ въ одномъ и томъ же мѣстѣ канала наблюдалось углубленіе въ 1,6 см. По охлажденіи печи найденъ кусокъ шлага, нѣсколько уменьшавшій тамъ толщину слоя металла. Внимательнымъ прибавленіемъ шихты въ мѣста, гдѣ образовалось углубленіе, а также увеличеніемъ толщины слоя металла, можно было совершенно избѣгнуть послѣдствія выпячиванія: разбрызгиванія металла и прекращенія тока.

Въ большихъ печахъ разрывъ слоя не такъ опасенъ, такъ какъ сильно нагрѣтый металлъ въ нихъ не застываетъ столь легко, какъ въ малыхъ, легко охлаждающихся печахъ.

Въ печахъ системы Röchling—Rodenhauser описанныя явленія не наблюдаются. Авторъ объясняетъ это двумя обстоятельствами: 1) печь всегда заполнена до верху металломъ и, 2),—лишь  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  всей электрической энергіи проходитъ по слою металла, остальная часть передается по проводящей при высокой температурѣ набойкѣ печи, нагрѣвая какъ стѣнки каналовъ, такъ и расплавленный металлъ.

Ф. Д.

#### *E. Schmelz.* Первая электростальная печь системы Стассано въ Австріи.

(„Österr. ZS. f. Berg—u. Hüttenw. 57, 731—732, 1909).

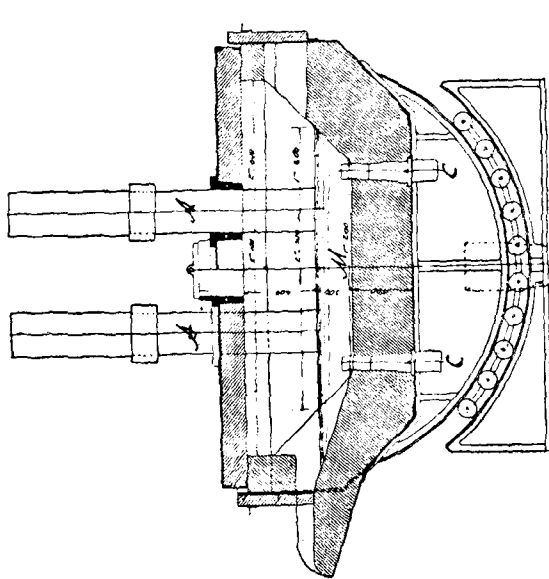
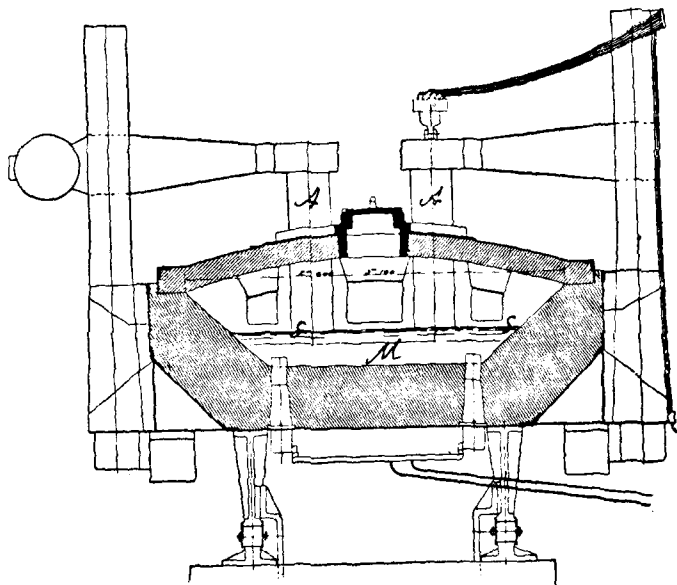
Въ С. Пэлтенѣ, на сталелитейномъ заводѣ Гассера, построена для фасонныхъ отливокъ вращающаяся печь *Стассано*, мощностью въ 250 НР., питаемая трехфазнымъ токомъ въ 25 періодовъ. При пробной плавкѣ печь работала вполнѣ удовлетворительно; полученная сталь, несмотря на малое (ок. 0,1%) содержаніе углерода, оказалась достаточно горячей для отливки мелкихъ и тонкихъ предметовъ. Расходъ тока около 1010 киловаттъ-час. на 1 t. стали.

Ф. Д.

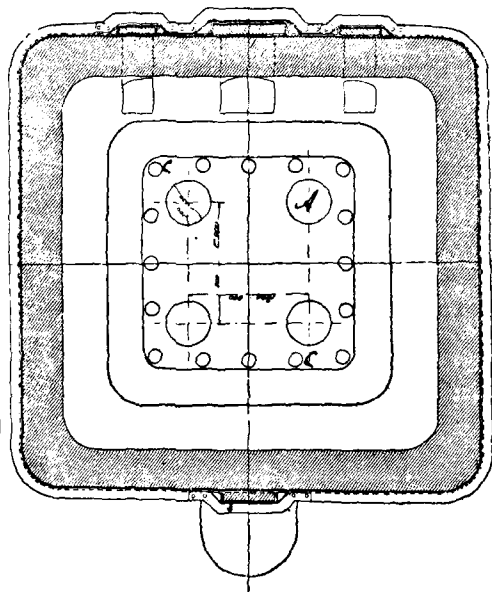
W. Borchers. Печь Girod. (Metallurgie, 1909, 673).

По мнѣнію автора, простота конструкціи является основнымъ достоинствомъ всякой электро-металлургической печи. Въ третьемъ изданіи (1903 г.) своей „Elektrometallurgie“ авторъ признавалъ наиболее простою по конструкціи и наиболее совершенною печь Heroult. Въ настоящее время авторъ считаетъ

Фиг. 3.



Фиг. 4.



Фиг. 5.

Печь Girod.

болѣе совершенною печь Girod, какъ по простотѣ конструкціи и обращенія съ нею, такъ и вслѣдствіе ея большей производительности.

Въ этой печи металлическая ванна представляетъ одинъ полюсъ, а одинъ или нѣсколько вертикальныхъ угольныхъ стержней — другой.

Хотя главнымъ источникомъ нагрѣванія является дуга, образующаяся между углемъ и ванной, однако нѣкоторое количество тепла возникаетъ, благодаря сопротивленію металлической ванны и покрывающаго ее шлака; такимъ образомъ, нагрѣваніе этой печи — комбинированное.

Оригинальной особенностью печи Girod является расположеніе низшихъ контактовъ, — они находятся на периферіи печи. Электрический токъ, проходя черезъ всѣ контакты, равномерно нагрѣваетъ всю ванну, а такое равномерное нагрѣваніе жидкой ванны способствуетъ болѣе полному перемѣшиванію, что въ процессѣ рафинированія стали имѣетъ существенное значеніе. На фигурахъ 3, 4 и 5 печь Girod на 10—12½ тоннъ представлена въ вертикальномъ и горизонтальномъ сѣченіяхъ. А,А—угольные электроды, S,S — шлакъ, М,М — жидкій металлъ, а С,С — нижніе желѣзные контакты, черезъ которые токъ вступаетъ въ ванну; они могутъ быть охлаждаемы водой.

Печь можетъ работать, какъ на жидкомъ металлѣ, такъ и на холодномъ желѣзномъ скрапѣ. При работѣ на желѣзномъ скрапѣ въ печь загружаютъ сразу большую часть шихты, состоящей изъ желѣзнаго скрапа, извести и руды. Затѣмъ, по мѣрѣ расплавленія металла и шлакованія примѣсей, прибавляютъ остальную часть шихты. Для болѣе полного удаленія изъ шихты сѣры и фосфора образующійся шлакъ два или три раза сливается, а на его мѣсто вводится въ печь известь и руда

Для раскисленія ванны примѣняютъ обычные раскислители: Fe—Mn—Si, Fe — Al — Si и AMS. Конечно, для приготовленія специальныхъ сортовъ стали употребляютъ присадки Ni, Cr, W и т. п. Максимальная продолжительность процесса отъ начала расплавленія металла до выливанія готовой стали не превышаетъ 8 часовъ; при сравнительно чистыхъ матеріалахъ процессъ длится около 6 часовъ.

На заводахъ P. Girod (Ugine, Савойя), осмотровыхъ авторомъ, имѣются печи двухъ размѣровъ на 2½ t. и 12½ t. Малыя печи работаютъ на переменномъ токѣ мощностью въ 300 киловаттъ (60—65 v); большія печи на токѣ въ 1.000 — 1.200 киловаттъ (70 — 75 v). Считая угаръ въ печахъ равнымъ 10—11%, не трудно найти, что на тонну получаемой стали въ малыхъ печахъ расходуется 900 — 1.000 киловаттъ-часовъ, въ большихъ печахъ — 800 — 900 киловаттъ-часовъ. Расходъ угольныхъ электродовъ колеблется отъ 12 до 15 клгр. на тонну готовой стали.

Доломитовая набойка печи выдерживаетъ большое число плавокъ: подъ — до 120 плавокъ, боковыя стѣнки — до 80 плавокъ. При работѣ на жидкомъ металлѣ печь выдерживаетъ до 200 плавокъ безъ капитальнаго ремонта. Только сводъ печи требуетъ болѣе частаго ремонта — черезъ 25—30 плавокъ.

На заводѣ въ Ugine въ электрическихъ печахъ перерабатывается почти исключительно желѣзный скрапъ, который загружается въ печь холоднымъ. Составъ перерабатываемаго скрапа колеблется въ слѣдующихъ предѣлахъ:

С — 0, 4% — 0, 5%  
Si — 0,15% — 0,25%



Мп — 0, 5% — 0, 7%  
S — 0,09% — 0, 6%  
P — 0,08% — 0, 1%

Получаются въ электрическихъ печахъ самыя разнообразныя сорта, какъ углеродистой, такъ и специальной стали. Содержание S въ различныхъ сортахъ стали колеблется отъ 0,008% до 0,017%; содержание P — отъ 0,005% до 0,016%.

Въ работѣ автора дано краткое описаніе завода въ Угӧне и планы фабрикъ <sup>1)</sup>. M. O.

---

<sup>1)</sup> Нами оно уже было дано на стр. 147. *Ред.*

## Металлургическіе процессы.

*М. Mayer и J. Henseling.* Образование метана. (Journ. f. Gasbeleucht. und Wasserversorg, 1909, LII, 194).

Реакція восстановления окиси углерода и углекислоты въ метанъ въ присутствіи катализаторовъ изучена впервые Sabatier и Senderens'омъ. Авторы занялись болѣе подробнымъ изученіемъ этой реакціи, а также и реакціи разложения окиси углерода, — пользуясь тѣмъ, что въ настоящее время имѣется возможность вести опыты при болѣе постоянныхъ температурахъ и точнѣе измѣрять ихъ.

Для полученія катализаторовъ—металлическихъ Ni и Co—авторы пропитывали мелніе глиняные черепки расплавленными  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  баq и  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  баq, прокачивали ихъ при  $400^\circ\text{--}600^\circ$ , затѣмъ полученные NiO и CoO восстанавливали водородомъ при  $350^\circ$ . Прокачиваніе и восстановление велось въ U-образныхъ трубкахъ, въ которыхъ затѣмъ и производились изучаемыя реакціи.

Самые опыты велись слѣдующимъ образомъ: изъ газометровъ съ исходными газами (CO, CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>) опредѣленная смѣсь ихъ пропускалась черезъ рядъ сушильныхъ трубокъ и поступала, затѣмъ, въ нагрѣтую до опредѣленной температуры U-образную трубку съ катализаторомъ; продукты реакціи собирались далѣе въ газометръ или въ бюреткѣ и подвергались анализу. Скорость прохожденія газа черезъ реакціонную трубку опредѣлялась по числу пузырьковъ газа въ промывныхъ сосудахъ и регулировалась кранами; нагрѣваніе реакціонной трубки производилось въ парафинѣ, въ смѣси ( $\text{NaNO}_3 + \text{KNO}_3$ ) или въ свинцѣ, — смотря по температурѣ опыта.

Прежде всего авторы поставили опыты съ разложениемъ CO въ присутствіи Ni (табл. 1) и въ присутствіи Co (табл. 2).

Въ опытахъ съ Co авторы только въ двухъ случаяхъ опредѣляли анализомъ содержаніе CO, въ остальныхъ — они высчитывали содержаніе CO по количеству CO<sub>2</sub>, принимая, что реакція идетъ по уравненію  $2\text{CO} \rightleftharpoons \text{C} + \text{CO}_2$ . При опытахъ съ Ni авторы замѣчали, что при температурѣ ниже  $180^\circ$  въ реакціонной трубкѣ образуется Ni(CO)<sub>4</sub>, который при повышеніи температуры разлагается съ образованіемъ никкелеваго зеркала.

Эту же реакцію авторы хотѣли произвести въ присутствіи другихъ катализаторовъ, — чистыхъ глиняныхъ черепковъ, черепковъ съ BaSO<sub>4</sub> и черепковъ съ электролитическимъ углемъ. Въ этихъ условіяхъ реакція идетъ едва замѣтно (табл. 3).

Т а б л и ц а 1.

(Ni).

№ опыта	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант. мин.	Конечный состав газа в %.			
			CO <sub>2</sub>	CO	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
1	189	5,1	1,58	94,78	3,64	—
2	215	5,0	2,69	—	—	—
3	250	4,9	13,33	81,73	4,94	—
4	295	4,9	86,61	2,60	10,57	0,22
5	358	5,6	89,00	2,10	8,65	0,25
Состав исходного газа . .			0,04	96,61	3,29	0,06

Т а б л и ц а 3.

№ опыта.	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант. мин.	CO <sub>2</sub> %.	Примѣчанія.
2	465	3,2	1,34	
3	370	3,2	0,77	Катализ.—глиняные черепки + BaSO <sub>4</sub> .
4	455	3,2	2,76	
5	380	3,2	1,52	Катализ.—глиняные черепки + уголь.
6	450	3,2	2,73	

Т а б л и ц а 2.

(Co).

№ опыта.	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант. мин.	Конечный состав газа в %.				
			CO <sub>2</sub>	CO найд.	CO вычисл.	N <sub>2</sub> найд.	N <sub>2</sub> вычисл.
1	235	9,4	2,56	95,06	95,21	2,38	2,23
2	283	9,4	12,47	—	85,09	—	2,44
3	314	9,4	61,97	—	34,51	—	3,52
4	335—344	9,4	78,36	18,36	17,77	3,30	3,87
5	371—399	9,4	89,71	—	6,17	—	4,12
6	416—423	9,4	93,09	—	2,72	—	4,19
Состав газа при полномъ разложеніи .			вычисл. 95,75	—	—	—	4,25
Состав исходн. газа.			—	97,83	—	2,17	—

Т а б л и ц а 4.

(Ni).

Температура °С.	Скорость газа в куб. сант. мин.	Конечный состав газа в %.			
		CH <sub>4</sub>	CO	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
195	30	10,6	16,8	68,1	4,5
195	60	3,0	21,1	69,7	6,2
Состав исходного газа . .		—	21,7	71,8	6,5

Переходя къ опытамъ восстановленія СО водородомъ, авторы убѣдились, что эта реакція не идетъ одна, а сопровождается побочными реакціями; такъ, на ряду съ основной реакціей —  $\text{CO} + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$  — идутъ побочныя —  $2\text{CO} \rightleftharpoons \text{C} + \text{CO}_2$  и  $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

Конечный составъ газа зависитъ отъ состава исходной смѣси, отъ скорости газа, отъ температуры и отъ свойства катализатора.

Табл. 4 показываетъ зависимость состава конечнаго продукта отъ скорости газа, табл. 5 — зависимость отъ скорости и отъ температуры; въ этихъ опытахъ катализаторомъ служилъ Ni, восстановленный при  $350^\circ$ ; въ слѣдующихъ же опытахъ (табл. 6) катализаторомъ служилъ Ni, восстановленный при болѣе высокой температурѣ, — изъ этихъ опытовъ ясно видна зависимость состава конечнаго продукта отъ свойствъ катализатора.

Изъ опытовъ восстановленія СО въ присутствіи Со (табл. 7) видно, что до температуры около  $350^\circ$  восстановленіе идетъ только по уравненію  $\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ , выше же этой температуры идутъ и побочныя реакціи.

Вліяніе температуры при опытахъ восстановленія  $\text{CO}_2$  водородомъ въ присутствіи Ni видно изъ таблицы 8; вліяніе же парціального давленія на конечный составъ газа видно изъ табл. 9. Еще яснѣе подмѣчается вліяніе температуры на конечный составъ газа изъ опытовъ въ присутствіи Со (табл. 10); максимумъ восстановленія углекислоты по реакціи  $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  наблюдается при  $408^\circ$ .

При опытахъ синтеза метана изъ элементовъ авторы пользовались тѣми же самыми трубками съ металлическими Ni и Со; черезъ трубку авторы пропускали СО при  $290^\circ$ — $350^\circ$ , при этомъ въ трубкѣ отлагалась сажа. Затѣмъ черезъ трубку, изъ которой азотомъ были удалены даже слѣды СО, пропускался водородъ, причемъ, при извѣстныхъ температурахъ, шла реакція —  $\text{C} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_4$ .

Опыты въ присутствіи Ni показываютъ, что образованіе метана идетъ уже при  $200^\circ$ ; при  $306^\circ$  большая часть отложившагося въ трубкѣ угля (0,1974 гр.) перешла въ метанъ, почему онъ образуется при этой температурѣ только въ незначительныхъ количествахъ. Такъ какъ сумма  $\text{CH}_4 + \text{H}_2$  въ опытахъ 1—3 (табл. 11) больше 100, то можно допустить, что вмѣстѣ съ  $\text{CH}_4$  образуются и его гомологи.

Когда отложившійся въ трубкѣ уголь находится въ избыткѣ, т. е. когда онъ вполне покрываетъ собой металлическій Ni, — образованіе  $\text{CH}_4$  идетъ совсѣмъ слабо. Для сравненія приведены данныя опытовъ табл. 12, когда въ трубкѣ отлагалось изъ СО — 1,630 гр. угля и опытовъ табл. 13, при которыхъ въ трубкѣ было только 0,2 гр. угля.

Чтобы доказать, что весь уголь, отложившійся изъ СО въ трубкѣ, можетъ перейти въ  $\text{CH}_4$ , авторы произвели количественное опредѣленіе всего С въ газахъ, выходящихъ изъ реакціонной трубки; количество углерода въ конечномъ газѣ вполне точно равняется количеству угля, отложившемуся въ трубкѣ, — весь уголь перешелъ въ  $\text{CH}_4$ .

Въ присутствіи Со синтезъ метана идетъ также очень легко (табл. 14).

Способность давать метанъ въ присутствіи водорода и катализатора свойственна всѣмъ видамъ угля, только у различныхъ видовъ угля скорость реакціи образованія  $\text{CH}_4$  различна. Въ табл. 15 даны результаты опы-

Т а б л и ц а 5.

(Ni).

№ опыта.	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант. мин.	Конечный состав газа в %.				
			CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
1	222	8,3	0,1	1,9	—	—	—
2	233	16,0	0,0	1,0	—	—	—
3	231	37,5	0,6	2,3	—	—	—
4	233	75,0	11,0	0,8	—	—	—
Состав исходного газа			22,3	—	71,9	5,6	0,2

Т а б л и ц а 6.

(Ni).

№ опыта.	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант. мин.	Конечный состав газа в %.				
			CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
1	236	6	43,4	3,7	2,4	43,8	6,7
2	235	67	8,4	18,0	0,7	69,9	3,0
3	235	105	—	20,0	0,6	—	—
Состав исходного газа			0,2 кисло- рода.	21,3	—	75,5	3,0

Т а б л и ц а 7.

(Co).

№ опыта.	Темпе- ратура °С.	Скоростьгаза в куб. сант. мин.	Конечный состав газа в %.			
			CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
1	275	10	49,39	45,48	—	5,13
2	336	10	50,08	44,69	—	5,23
3	375	10	49,08	44,27	0,51	6,14
4	461 — 472	10	46,93	40,76	5,78	8,53

Т а б л и ц а 8.

(Ni).

№ опыта.	Темпе- ратура °С.	Скоростьгаза в куб. сант. мин.	Конечный состав газа в %.			
			CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
1	223	10	29,86	47,19	18,55	4,40
2	273	10	60,50	19,61	13,13	6,76
3	324	10	63,34	15,76	15,04	5,86
Состав исходного газа. . .			—	77,05	21,60	1,35

Т а б л и ц а 9.

(Ni).

№ опыта.	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант. мин.	Конечный состав газа в %.			
			CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
1	223	8,2	2,38	14,58	5,14	77,90
2	273	8,0	11,77	10,05	3,50	74,68
3	326	8,1	13,28	7,96	4,45	74,36
Состав исходного газа . . .			—	40,32	12,05	47,63

Т а б л и ц а 10.

(Co).

№ опыта.	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант. мин.	Конечный состав газа в %.		
			CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
1	260 — 268	10	29,44	62,87	7,69
2	338	10	47,08	48,28	2,88
3	408	10	49,11	46,10	2,97
4	490 — 494	10	33,13	57,12	7,43
Состав исходного газа . . .			—	82,95	17,05

Т а б л и ц а 11.

(Ni).

№ опыта	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант. мин.	Конечный состав газа в %.		
			CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
1	200	10,0	41,3	61,5	—
2	252	8,2	51,2	50,0	—
3	306	7,8	5,5	96,4	—
4	356	10,0	3,1	93,4	3,5

Т а б л и ц а 12.

(Ni).

№ опыта.	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант. мин.	Конечный состав газа в %.		
			CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
1	260	8,8	1,2	96,3	2,5
2	315	5,6	1,6	95,0	3,4
3	360	4,9	8,6	87,1	4,3

Т а б л и ц а 13.

(Ni).

№ опыта.	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант. мин.	Конечный состав газа в %.		
			СН <sub>4</sub>	Н <sub>2</sub>	Н <sub>2</sub>
1	245	8,2	90,7	0,9	8,4
2	245	18,0	11,4	90,0	—
3	245	23,0	6,7	95,0	—
Средняя проба . . . . .			25,9	72,9	—

Т а б л и ц а 15.

(Ni).

№ опыта.	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант. мин.	Конечный состав газа в %.	
			СН <sub>4</sub>	Н <sub>2</sub>
1	200	8,5	4,2	94,9
2	225	8,5	4,8	94,6
3	246	8,2	5,0	94,4
4	286	8,8	5,9	94,4
5	325	8,5	6,8	91,2
6	355	8,5	7,7	91,4

Т а б л и ц а 14.

(Co)

№ опыта.	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант. мин.	Конечный состав газа в %.		
			СН <sub>4</sub>	Н <sub>2</sub>	Н <sub>2</sub>
1	236	9,8	0,56	98,63	0,81
2	290	9,8	1,18	97,25	1,57
3	330 — 338	9,8	2,24	95,98	1,78
4	383 — 392	9,8	10,38	89,03	—
5	424	9,8	36,15	61,24	2,61
6	473	9,8	59,68	37,14	3,18

Т а б л и ц а 16.

(Ni).

№ опыта.	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант. мин.	Конечный состав газа в %.		
			СН <sub>4</sub>	Н <sub>2</sub>	Н <sub>2</sub>
1	275	7,2	1,0	94,7	4,3
2	340	7,2	1,5	94,2	4,3
3	388	7,2	3,8	91,6	4,6

товъ съ сажей, въ табл. 16 — результаты опытовъ съ электролитическимъ углемъ и въ табл. 17—результаты опытовъ съ графитомъ. Во всѣхъ этихъ опытахъ катализаторомъ былъ Ni.

Въ присутствіи металлическаго желѣза каталитическія реакціи также идутъ, но разобраться въ нихъ труднѣй, такъ какъ само желѣзо легко окисляется на счетъ  $\text{CO}_2$ . При пропусканіи черезъ трубку съ желѣзомъ окиси углерода, происходитъ распаденіе ея на  $\text{C} + \text{CO}_2$ . Такъ, при  $475^\circ$  авторы получили въ конечномъ газѣ  $53\%$   $\text{CO}_2$ , при  $528\text{—}58\%$ ; эти цифры хороню совпадаютъ съ данными Ваиг'а и Glässner'a.

При пропусканіи черезъ трубку съ желѣзомъ и отложившимся на немъ углемъ водорода происходитъ также образованіе метана—сначала медленно, такъ какъ идетъ возстановленіе окисловъ желѣза (табл. 19) а затѣмъ, при повышеніи температуры и по возстановленіи окисловъ желѣза, — болѣе энергично (табл. 18).

Опыты 4 и 7 табл. 18 показываютъ, что свойства катализатора мѣняются во время самой реакціи, такъ какъ въ опытѣ 7 содержаніе  $\text{CH}_4$  равно только  $4,65\%$ , хотя условія тѣ-же, что въ опытѣ 4.

При пропусканіи надъ желѣзомъ смѣсей  $\text{CO} + 3\text{H}_2$  и  $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2$  въ конечномъ газѣ наблюдается  $\text{CH}_4$ , но образуется ли метанъ путемъ возстановленія  $\text{CO}$  или  $\text{CO}_2$ , или же путемъ синтеза изъ  $\text{C}$  и  $\text{H}_2$ , рѣшить не представляется возможнымъ.

Чтобы изучить реакціи:  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$  и  $\text{C} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2$  въ присутствіи Ni, авторы воспользовались тѣми же U-образными трубками съ Ni, какъ и въ предыдущихъ опытахъ; во время опытовъ въ трубку вводится водяной паръ, одинъ или въ смѣси съ  $\text{CO}$ . Таблица 20 даетъ результаты опытовъ.

Въ 1 опытѣ  $\text{CO}_2$  могла образоваться только по уравненію  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ , такъ какъ разложеніе  $\text{CO} = \text{C} + \text{CO}_2$  при  $230^\circ$  еще не идетъ; въ другихъ опытахъ  $\text{CO}_2$  могла образоваться и при непосредственномъ распаденіи  $\text{CO}$ . Метанъ могъ образоваться изъ  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  и  $\text{C}$ . Опыты въ присутствіи  $\text{Co}$  показываютъ, что  $\text{Co}$  является худшимъ катализаторомъ для реакціи  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ , чѣмъ Ni.

Въ табл. 21 приведены результаты опытовъ съ реакціей:  $\text{C} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2$ , причемъ уголь-сажа былъ выдѣленъ въ трубкѣ путемъ разложенія  $\text{CO}$ , катализаторомъ былъ Ni. Анализы конечныхъ газовъ дѣлаютъ вѣроятнымъ предположеніе, что реакція идетъ и по уравненію  $2\text{C} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{CH}_4$ .

Другіе виды угля, въ тѣхъ же самыхъ же условіяхъ, не показали даже и слѣдовъ реакціи съ водой.

Въ присутствіи  $\text{Co}$  уголь-сажа изъ  $\text{CO}$  вступаетъ въ реакцію съ водой въ замѣтныхъ количествахъ только при  $460^\circ$  (табл. 22).

Примѣненіе реакціи возстановленія  $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$  въ присутствіи катализаторовъ могло бы имѣть нѣкоторое значеніе въ газовомъ производствѣ, такъ какъ превращеніе  $\text{CO}$  въ  $\text{CH}_4$  дѣлало бы свѣтильный газъ недовитымъ и сообщало бы ему большую теплопроизводительную способность.

Опыты со свѣтильнымъ газомъ были произведены въ тѣхъ же условіяхъ, какъ и всѣ предыдущія каталитическія реакціи; катализаторомъ былъ



Т а б л и ц а 17.  
(Ni).

№ опыта.	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант./мин.	Конечный состав газа в %.	
			CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>
1	243	7,2	0,7	94,2
2	309	7,2	1,4	93,9
3	390	7,0	3,1	90,7
4	340	7,1	1,2	96,2
5	330	4,0	2,84	94,26
6	401	4,0	3,33	94,11
7	500	—	—	—

Т а б л и ц а 18.  
(Je).

№ опыта.	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант./мин.	Конечный состав газа в %.	
			CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>
1	510	3,7	3,31	91,96
2	561	2,5	4,09	90,29
3	610	4,0	8,21	85,55
4	500	4,6	6,21	86,92
5	500	9,5	5,84	89,91
6	500	16,8	4,84	91,19
7	500	4,8	4,65	92,80

Т а б л и ц а 19.  
(Je).

№ опыта.	Темпера- тура °С.	Скорость газа в куб. сант./мин.	Конечный состав газа в %.		
			CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
1	360	2,7	2,2	93,0	4,8
2	415	1,8	2,3	92,3	5,4
3	500	3,3	3,5	90,4	6,1

Т а б л и ц а 20.  
(Ni).

№ опыта.	Темпера- тура °С.	Скорость газа в кубическ. сант./мин.	Конечный состав газа в %.				
			CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO
1	230	1	6,6	7,0	25,1	5,5	55,8
2	300	2	18,8	4,7	66,2	10,3	—
3	305	3	14,3	9,4	72,9	3,4	—

Т а б л и ц а 21

(Ni).

№ опыта.	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант./мин.	Конечный состав газа в %.			
			CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
1	240	5,0	4,75	5,67	0,13	89,45
2	286	5,0	9,0	9,24	0,33	81,43
3	330	5,0	9,18	9,59	0,61	80,62

Т а б л и ц а 22.

(Co).

№ опыта.	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант./мин.	Конечный состав газа в %.		
			CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>
1	278	1,3	—	1,09	1,98
2	365	1,3	—	2,12	4,05
3	460	1,3	2,87	16,84	21,87

Т а б л и ц а 23.

(Ni).

Время в часах.	Количество газа в литрах.	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант./мин.	Конечный состав газа в %.			
				CO <sub>2</sub>	Сп Нм	CO	O <sub>2</sub>
6	14,4	230 — 40	40	2,3	0,6	0,5	0,3
10	14,2	235	24	2,0	0,6	0,5	0,4
6	10,8	235	30	2,7	0,4	2,0	0,5

Т а б л и ц а 24.

(Ni).

№ опыта.	Температура °С.	Скорость газа в куб. сант./мин.	Конечный состав газа в %.			
			CO <sub>2</sub>	Сп Нм	CO	O <sub>2</sub>
1	235	30	2,7	0,4	2,0	0,5
2	235	18	1,9	0,5	0,4	0,3
3	235	8	1,6	0,3	0,5	0,2

Т а б л и ц а 25.

(Ni).

	СВЕТЯЩИЙСЯ газ.	П р о д у к т ы р е а к ц и и.			Найденная теплопроизводительная способность.
		Анализ I.	Анализ II.	Среднее.	
CO <sub>2</sub>	2,2	1,9	1,7	1,8	в среднемъ 5507
Сп Нм	3,8	0,3	0,4	0,35	
O <sub>2</sub>	0,8	0,5	0,7	0,6	
CO	8,4	2,6	2,6	2,6	
H <sub>2</sub>	46,3	32,8	32,4	32,6	
CH <sub>4</sub>	34,1	58,7	59,6	59,15	
N <sub>2</sub>	4,4	3,2	2,6	2,9	

Ni. Изъ табл. 22 и 24 ясно видно, какъ измѣняется составъ газа въ зависимости отъ скорости его пропускаемаго черезъ U-образную реакционную трубку.

Въ табл. 25 приведенъ средній составъ газа, взятаго для опытовъ (80 литр.); весь газъ былъ съ различной скоростью пропущенъ надъ Ni; поэтому измѣнился средній составъ его.

Катализаторъ, вслѣдствіе выдѣленія на немъ смолообразныхъ продуктовъ, скоро дѣлается недействительнымъ и такъ какъ, вслѣдствіе осажденія на никкель смоль, выдѣляются изъ свѣтильнаго газа соединенія съ большою теплопроизводительной способностью, — удаленіе CO изъ свѣтильнаго газа является технически невыгоднымъ. M. O.

*M. Mayer* и *V. Altmayer*. О равновѣсіи  $C + 2H_2 \rightleftharpoons CH_4$ .

(Journ. f. Gasbeleucht. und Wasserversorgung, 1909, LII, 238).

Если при низкихъ температурахъ, въ присутствіи катализаторовъ, происходитъ образованіе метана изъ элементовъ, то въ присутствіи тѣхъ же катализаторовъ, только при болѣе высокихъ температурахъ, происходитъ и распаденіе метана на элементы.

Авторы изучили это равновѣсіе въ присутствіи Ni и Co, причемъ исходили, какъ изъ  $CH_4$ , такъ и изъ  $C + 2H_2$ .

Исходный газъ ( $CH_4$  или  $H_2$ ) изъ газометра пропускался черезъ очистительные сосуды и поступалъ въ U-образную реакционную трубку, наполненную глиняными черепками съ Ni или Co. (См. реф. ст. I. Mayer и Nepseling.—Образованіе метана). Въ этой трубкѣ устанавливалось равновѣсіе, отвѣчающее данной температурѣ. Продукты реакціи собирались въ газометръ или въ пипеткѣ и подвергались анализу. Нагрѣваніе реакціонной трубки, производилось въ свинцовой ваннѣ, равномерность нагрѣванія достигалась тщательнымъ перемѣшиваніемъ ванны; температура измѣрялась пирометромъ по компенсаціонному методу съ точностью до  $2^\circ - 3^\circ C$ .

При опытахъ съ распадениемъ метана черезъ реакционную трубку, нагрѣтую до определенной температуры, пропускается съ определенной скоростью метанъ; продукты реакціи подвергаются анализу, которымъ и убѣждаются, что при данной температурѣ наступило равновѣсіе. При опытахъ съ синтезомъ метана изъ элементовъ въ реакціонной трубкѣ разлагается при  $500^\circ$  нѣкоторое количество  $CH_4$ , такъ что въ трубкѣ остается на катализаторѣ слой угля. Черезъ такую трубку пропускается съ извѣстной скоростью водородъ, и продукты реакціи подвергаются анализу.

Для подсчета результатовъ анализа авторы пользуются формулой, которую они выводятъ изъ формулы van't Hoff'a для максимальной работы реакціи:  $A = RT \ln K_p - RT \sum v' \ln p'^1$ .

Въ окончательномъ видѣ расчетная формула такова:

$$\text{const } T = -Q_0 + \sigma' p T \ln T + \sigma'' T^2 + \frac{1}{2} \sigma''' T^3 + R \sum v' \ln p' (2).$$

Въ этой формулѣ: const — постоянная интегрированія (неопредѣлимая термодинамически);  $Q_0$  — теплота реакціи при  $0^\circ$  (абсол.), равная для изучаемаго равновѣсія  $\pm 18507$ ;

<sup>1)</sup> См. Haber. Thermodynamik technischer Gasreaktionen.

$\sigma'pT + \sigma''T^2 + \sigma'''T^3$  — разность теплоемкостей веществ, исчезающих и образующихся при реакции; въ данномъ случаѣ эта разность равна  $5,9934T \ln T + 0,002936 T^2$  (числомъ  $\sigma'''T^3$  можно пренебречь); выражение  $\sum s' \ln p'$  въ данномъ случаѣ равно  $\ln \frac{p_{CH_4}}{p_{H_2}^2}$  ( $p$ —парціальныя давления газовъ).

При вычисленіи теплоемкости угля авторы пользовались формулой Купз'а; теплоемкость  $H_2$  вычислена по Le-Chatelier, теплоемкость  $CH_4$  — по Wüllner'у <sup>1)</sup>.

Въ таблицахъ приведены результаты опытовъ и вычисленные по формуль (2) величины; табл. 26 даетъ результаты опытовъ съ распаденіемъ  $CH_4$ ; табл. 27 даетъ результаты опытовъ съ синтезомъ метана.

Т а б л и ц а 26.

Распаденіе  $CH_4$ . Средняя const. = 21,6. (Ni).

№ опыта.	Температура.		Парціальное давление.			$p = \frac{CH_4}{H_2^2}$	$\lg Kp = \lg \frac{CH_4}{H_2^2}$	RlnKp.	Const.
	°C.	Абс.	$CH_4$	$H_2$	$N_2$				
1	475	748	0,7108	0,2559	0,0333	0,7108	1,03561	4,7222	21,8
						$0,2559^2$			
2	475	748	0,7084	0,2469	0,0447	0,7084	1,06524	4,8572	21,9
						$0,2469^2$			
3	508	781	0,4914	0,4095	0,0991	0,4914	0,46694	2,1292	20,6
						$0,4095^2$			
4	508	781	0,5715	0,3561	0,0724	0,5715	0,65388	2,9816	21,5
						$0,3561^2$			
5	536	809	0,5254	0,4504	0,0242	0,5254	0,41329	1,8846	21,5
						$0,4504^2$			
6	536	809	0,5241	0,4143	0,0616	0,5241	0,48479	2,2106	21,8
						$0,4143^2$			
7	567	840	0,4396	0,4812	0,0792	0,4396	0,27840	1,2695	22,0
						$0,4812^2$			

Распаденіе  $CH_4$ . Средняя const. = 21,1. (Co).

1	475	748	0,6216	0,3109	0,0675	0,6216	0,80827	3,6856	20,8
						$0,3109^2$			
2	506	779	0,4540	0,3586	0,1874	0,4540	0,54784	2,4981	20,8
						$0,3586^2$			
3	536	809	0,4438	0,4013	0,1549	0,4438	0,44025	2,0075	21,8
						$0,4013^2$			

Въ табл. 28 приведены результаты опытовъ тоже съ распаденіемъ  $CH_4$ , но равновѣсіе въ этихъ опытахъ было достигнуто въ электрической

<sup>1)</sup> Средн. частичн. тепл. отъ  $0^\circ$  до  $208^\circ = 9,106$  для  $CH_4$ , или  $= 11,0 - \beta T$ , гдѣ  $\beta = 0,00253$  для  $573^\circ - 873^\circ$ .

Т а б л и ц а 27.

(N1).

Синтез  $\text{CH}_4$ . Const.=20,8 (средняя из цифр с \*).

№ опыта.	Температура.		Парциальное давление.			$p = \frac{\text{CH}_4}{\text{H}_2^2}$	$\lg K_p = \lg \frac{\text{CH}_4}{\text{H}_2^2}$	RlnKp.	Const.
	°C.	Абс.	$\text{CH}_4$	$\text{H}_2$	$\text{N}_2$				
1	475	748	0,5115	0,4717	0,0168	0,5115 0,4717 <sup>2</sup>	0,36151	+ 1,6485	18,8
2	475	748	0,5034	0,4804	0,0162	0,5034 0,4804 <sup>2</sup>	0,33871	+ 1,5440	18,6
3	506	779	0,4192	0,4356	0,1452	0,4192 0,4356 <sup>2</sup>	0,34424	+ 1,5697	20,0
4	506	779	0,4059	0,5690	0,0251	0,4059 0,5690 <sup>2</sup>	0,09820	+ 0,4478	18,8
5	506	779	0,4684	0,4764	0,0552	0,4684 0,4764 <sup>2</sup>	0,31468	+ 1,4350	19,8
6	506	779	0,3574	0,4833	0,1593	0,3574 0,4833 <sup>2</sup>	0,18471	+ 0,8423	19,2
7	506	779	0,4638	0,4961	0,0401	0,4638 0,4961 <sup>2</sup>	0,27519	+ 1,2548	19,6
8	536	809	0,4018	0,5777	0,0205	0,4018 0,5777 <sup>2</sup>	0,08061	+ 0,3676	20,0
9	536	809	0,4232	0,4865	0,0903	0,4232 0,4865 <sup>2</sup>	0,25239	+ 1,1509	20,7*
10	536	809	0,3753	0,4963	0,1284	0,3753 0,4963 <sup>2</sup>	0,18290	+ 0,8340	20,4*
11	536	809	0,4110	0,3810	0,2080	0,4110 0,3810 <sup>2</sup>	0,45200	+ 2,0611	21,6*
12	536	809	0,3713	0,4399	0,1888	0,3713 0,4399 <sup>2</sup>	0,28302	+ 1,2906	20,9*
13	536	809	0,4428	0,5425	0,0147	0,4428 0,5425 <sup>2</sup>	0,17747	+ 0,809	20,4*
14	536	809	0,4209	0,5529	0,263	0,4209 0,5529 <sup>2</sup>	0,13888	+ 0,6333	20,2*
15	567	840	0,3768	0,5145	0,1087	0,3768 0,5145 <sup>2</sup>	0,15333	+ 0,6996	21,4*
16	567	840	0,3791	0,5475	0,0734	0,3791 0,5475 <sup>2</sup>	0,10199	+ 0,4651	21,2*
17	607	880	0,2682	0,6802	0,0516	0,2682 0,6802 <sup>2</sup>	0,76318-1	- 1,0799	21,1*
18	607	880	0,2583	0,7011	0,0406	0,2583 0,7011 <sup>2</sup>	0,72056-1	- 1,2742	20,9*
19	625	898	0,2025	0,7708	0,0267	0,2025 0,7708 <sup>2</sup>	0,53255-1	- 2,1315	20,6*

Т а б л и ц а 28.

Синтез  $\text{CH}_4$ . Средняя const. = 20,8. (Co).

№ опыта.	Температура.		Парциальное давление.			$p = \frac{\text{CH}_4}{\text{H}_2^2}$	$\lg K_p = \lg \frac{\text{CH}_4}{\text{H}_2^2}$	RlnKp.	Const.
	°C	Абс.	$\text{CH}_4$ .	$\text{H}_2$	$\text{N}_2$				
1	577	850	0,3002	0,6585	0,0413	0,3002	0,84029 — 1	— 0,7282	20,4
						0,6585 <sup>2</sup>			
2	577	850	0,3255	0,6169	0,0576	0,3255	0,93213 — 1	— 0,3094	20,8
						0,6169 <sup>2</sup>			
3	607	880	0,2828	0,6680	0,0492	0,2828	0,80192 — 1	— 0,9032	21,2
						0,6680 <sup>2</sup>			
4	607	880	0,2672	0,7001	0,0327	0,2672	0,73652 — 1	— 1,2020	20,9
						0,7001 <sup>2</sup>			

Распадение  $\text{CH}_4$  (электр. печь). Сред. const. = 21,0. (Ni).

1	506	779	0,4239	0,3355	0,2406	0,4239	0,57588	2,626	21,0
						0,3355 <sup>2</sup>			
2	506	779	0,4035	0,3836	0,2129	0,4035	0,43808	1,9976	20,7
						0,3836 <sup>2</sup>			
3	506	779	0,5464	0,3541	0,0995	0,5464	0,63925	2,915	21,2
						0,3541 <sup>2</sup>			
4	506	779	0,5670	0,3698	0,0632	0,5670	0,61764	2,8164	21,2
						0,3698 <sup>2</sup>			

Т а б л и ц а 29.

 $\text{CH}_4 \rightleftharpoons \text{C} + \text{H}_2$ 

Температура.		Составъ вычисл. при const. = 21,1.		Температура.		Составъ вычисл. при const. = 21,1.	
°C.	Абсолют.	% $\text{CH}_4$	% $\text{H}_2$	°C.	Абсолют.	% $\text{CH}_4$	% $\text{H}_2$
250	523	98,79	1,21	600	873	31,68	68,32
300	573	96,90	3,10	607	880	29,40	70,60
350	623	93,12	6,88	625	898	24,75	75,25
400	673	86,16	13,84	650	923	19,03	80,97
450	723	76,80	23,20	700	973	11,07	88,93
475	748	69,86	30,14	750	1.023	6,08	93,92
500	773	62,53	37,47	800	1.073	4,41	95,59
506	779	60,71	39,29	850	1.123	1,59	98,41
536	809	51,16	48,84	1.000	1.273	0,5	99,5
550	823	46,69	53,31	1.100	1.373	0,2	99,8
567	840	41,26	58,74	1.150	1.424	0,1	99,9
577	850	38,22	61,78				

печи,—въ приборѣ, который былъ употребленъ для изученія равновѣсія  $2CO \rightleftharpoons C + CO_2$  (См. реф. ст. Mayer и Jacoby. О равновѣсїи  $2CO \rightleftharpoons C + CO_2$ ).

Чтобы имѣть нѣкоторую увѣренность, что принятыя теплоемкости правильны, авторы сравнивали теплоты реакцій, вычисленные по формулѣ Kirchhoff'a, съ теплотами реакцій, вычисленными по формулѣ van't Hoff'a  $R \ln \frac{K_c(T'')}{K_c(T')} = Q_m \left( \frac{1}{T'} - \frac{1}{T''} \right)$ . Совпаденіе получалось вполнѣ удовлетворительное.

Если, принимая среднюю величину  $const = 21,1$ , вычислить по формулѣ (2) составъ при температурахъ  $250^\circ - 1150^\circ$ , то получимъ таблицу 29, вполнѣ характеризующую равновѣсіе  $CH_4 \rightleftharpoons C + H_2$ .

Авторы сдѣлали расчетъ состава, отвѣчающаго равновѣсію также по формулѣ Нернста

$$\log k = - \frac{Q_0}{4,571T} + \Sigma \nu 1,75 \log T + \frac{\Sigma 4\beta T}{4,571} + \Sigma \nu C.$$

Получились настолько значительныя несогласія данныхъ табл. 29 съ данными, полученными при расчетѣ по формулѣ Нернста, что объяснить это расхожденіе побочными реакціями и образовашемъ гомологовъ метана авторы считаютъ совершенно невозможнымъ. Такъ на примѣръ,—температурѣ  $523^\circ$  (абсол.) по даннымъ авторовъ отвѣчаетъ составъ 98, 79%  $CH_4$  и 1,21%  $H_2$ , по формулѣ же Нернста — 78,34%  $CH_4$  и 21,66%  $H_2$ ; температурѣ  $809^\circ$  по даннымъ авторовъ отвѣчаетъ составъ 51,16%  $CH_4$  и 48,84  $H_2$ , по формулѣ же Нернста—0,6%  $CH_4$  и 99,4%  $H_2$ .

На основаніи своихъ опытовъ авторы полагаютъ, что полученіе Boudouard'омъ, Pring и Hutton'омъ при  $1200^\circ$  метана изъ угля и водорода можно объяснить только присутствіемъ значительнаго количества примѣсей въ углѣ, употребленномъ указанными авторами для опытовъ. М. О.

*М. Mayer и J. Jacoby.* О равновѣсїи  $2CO \rightleftharpoons C + CO_2$ .

(Journ. f. Gasbeleucht. und Wasserversorgung, 1909, LII, 282).

Boudouard,—первый, хорошо изучившій равновѣсіе углекислоты и окиси углерода въ присутствїи угля,—не имѣлъ возможности избѣгать при своихъ опытахъ значительныхъ колебаній температуры; кромѣ того, онъ не принималъ въ расчетъ, что теплота реакціи является функцией температуры. Авторы изучили это равновѣсіе при вполнѣ постоянныхъ температурахъ; а при расчетѣ результатовъ опыта приняли теплоту реакціи съ поправкой на теплоемкость участвующихъ въ реакціи веществъ. Какъ извѣстно, Boudouard для расчета результатовъ опыта пользовался формулой Le-Chatelier —

$$const \ T = 500 \int \frac{Q_p}{T^2} dT + \ln P + \ln \frac{\bar{C}_p^{n_C} \cdot n'}{C_1^{n_1} C_2^{n_2}};$$

авторы придали этой формулѣ болѣе простой видъ —

$$const \ T = T \int \frac{Q_p(T)}{T^2} dT + RT \Sigma \nu \ln p' \quad . \quad . \quad . \quad (1).$$

Такъ какъ по Kirchhoff'у теплота реакціи  $Q_p(T) = Q_0 + \sigma'pT + \sigma''T^2 + \sigma'''T^3$ , причѣмъ:  $\sigma'pT + \sigma''T^2 + \sigma'''T^3$  <sup>1)</sup> означаетъ разность теплоемкостей

<sup>1)</sup> См. Haber. Thermodynamik technischer Gasreaktionen.

веществъ, исчезающихъ и образующихся при реакціи, то, вставляя это значеніе для  $Q_p(T)$  въ уравненіе (1) и интегрируя его, получимъ окончательную формулу для расчета —

$$\text{const } T = -Q_0 + \sigma'pT + \sigma''T^2 + \frac{1}{2}\sigma'''T^3 + RT\Sigma v' \ln p' \quad (2).$$

Примѣняя эту общую формулу къ равновѣсію  $CO \rightleftharpoons \frac{C}{2} + \frac{CO_2}{2}$ , замѣтимъ, что  $Q_0 = -18968$ ,  $\sigma'p = -1,7703$ ,  $\sigma'' = 0,001568$ ,  $\Sigma v' \ln p' = \ln p \frac{CO}{\sqrt{pCO_2}}$  гдѣ  $p$ -парціальныя упругости газовъ; выраженіемъ  $\frac{1}{2}\sigma'''T^3$  можно пренебречь, такъ какъ ошибка отъ этого значительно меньше ошибки опыта <sup>1)</sup>.

Для изученія равновѣсія окиси углерода и углекислоты въ присутствіи угля, при температурахъ  $770^\circ$ — $870^\circ$ , авторы поставили опыты слѣдующимъ образомъ.

Двѣ узнія и длинныя (13 мм.  $\times$  80 см.) трубки изъ глазурованного фарфора, въ средней части наполненныя углемъ, были вставлены въ печь Heгаeus'a; съ одной стороны выходяще изъ печи концы трубокъ соединены между собой U-образной капиллярной трубкой; съ другой стороны печи одна трубка соединена съ газометромъ для исходнаго газа, другая трубка соединена съ газометромъ для прореагировавшихъ газовъ.

Исходный газъ ( $CO$ ,  $CO_2$  или смѣсь ихъ) изъ газометра медленно проходитъ послѣдовательно черезъ обѣ трубки, нагрѣтыя до определенной температуры; при прохожденіи газа надъ нагрѣтымъ углемъ устанавливается равновѣсіе  $2CO \rightleftharpoons C + CO_2$ , вполне определенное для каждой температуры.

Газовая смѣсь, отвѣчающая равновѣсію, собирается въ газометръ и подвергается анализу. Для каждой температуры авторы достигали равновѣсія, исходя, какъ изъ  $CO_2$ , такъ и изъ  $CO$ . Температура печи измѣрялась пирометромъ по компенсаціонному методу; колебанія ея во время опытовъ равнялись  $1^\circ$ — $2^\circ$  С. Въ таблицахъ 30 и 31 даны результаты опытовъ и значенія для const. формулы (2).

Изъ этихъ таблицъ также видно, что равновѣсіе не измѣняется, если для опыта брать вмѣсто угля изъ сахара — графитъ. При температурахъ  $520^\circ$ — $620^\circ$  равновѣсіе устанавливается настолько медленно, что авторы принуждены были видоизмѣнить постановку опытовъ. Въ качествѣ реакціонной трубки была взята стеклянная U-образная трубка, наполненная углемъ, къ которому былъ примѣнянъ платинированный асбестъ. Трубка соединена съ двумя ртутными газометрами. Когда трубка нагрѣта въ свинцовой ваннѣ до определенной температуры, исходный газъ ( $CO$ ,  $CO_2$  или смѣсь ихъ) медленно пропускается черезъ нее и собирается въ другомъ ртутномъ газометрѣ. Затѣмъ, изъ этого газометра газъ пропускается обратно черезъ трубку въ первый газометръ; черезъ 12—30 часовъ такого непрерывнаго пропуска газъ черезъ трубку съ углемъ устанавливается равновѣсіе, отвѣчающее данной температурѣ. Въ таблицѣ 32 даны результаты этихъ опытовъ.

<sup>1)</sup> Теплоемкость углерода была рассчитана по L. Kunz:

$$C_p^t = 0,2143 + 0,1436 \frac{1}{10^3} t - 0,1975 \frac{1}{10^8} t^2,$$

а частичная теплоемкость  $CO_2$  по Langen'y:  $7,26 + 0,0026 T$ .



Т а б л и ц а 30.  
ОПЫТЫ СЪ УГЛЕКИСЛОТОЙ.

Средн. const. = 8,8.

№ опыта.	1		2			3	4	5	6	ПРИМЪЧАНІЕ
	Температура.		Парціальное давленіе.			$p = \frac{CO}{\sqrt{CO_2}}$	$\lg p = \lg \frac{CO}{\sqrt{CO_2}}$	RTlnp	Const.	
	°С.	Абсолют.	CO <sub>2</sub>	CO	N <sub>2</sub>					
1	771	1.044	0,1766	0,7977	0,0257	$\frac{0,7977}{\sqrt{0,1766}}$	0,27855	1.325	8,78	Въ 11-мъ опытѣ углеродъ-графитъ, а въ 10 остальныхъ — уголь изъ сахара.
2	776	1,049	0,1597	0,8146	0,0257	$\frac{0,8146}{\sqrt{0,1597}}$	0,30929	1.479	8,83	
3	816	1.089	0,0964	0,9036	—	$\frac{0,9036}{\sqrt{0,0964}}$	0,46394	2.304	8,87	
4	819	1.092	0,0963	0,9037	—	$\frac{0,9037}{\sqrt{0,0963}}$	0,46420	2.311	8,83	
5	819	1.092	0,0917	0,8950	0,0133	$\frac{0,8950}{\sqrt{0,0917}}$	0,47064	2.344	8,86	
6	820	1.093	0,0918	0,9061	0,0021	$\frac{0,9061}{\sqrt{0,0918}}$	0,47576	2.371	8,86	
7	861	1.134	0,0485	0,8582	0,0933	$\frac{0,8582}{\sqrt{0,0485}}$	0,59072	3.055	8,76	
8	861	1.134	0,0545	0,9392	0,0063	$\frac{0,9392}{\sqrt{0,0545}}$	0,60456	3.126	8,82	
9	864	1.137	0,0605	0,9336	0,0059	$\frac{0,9336}{\sqrt{0,0605}}$	0,57928	3.003	8,66	
10	866	1.139	0,0381	0,8139	0,1485	$\frac{0,8134}{\sqrt{0,0381}}$	0,61948	3.217	8,82	
11	867	1.140	0,0495	0,8889	0,0616	$\frac{0,8889}{\sqrt{0,0495}}$	0,60155	3.128	8,72	

Т а б л и ц а 31.  
ОПЫТЫ СЪ УГЛЕКИСЛЫМЪ ГАЗОМЪ.  
Средн. const. = 8,7.

№ опыта.	1		2			3	4	5	6	ПРИМЪЧАНІЕ.
	Температура.		Парціальное давленіе.			$P = \frac{CO}{\sqrt{CO_2}}$	$\lg p = \lg \frac{CO}{\sqrt{CO_2}}$	RTlnp	Const.	
	°С.	Абсолют.	CO <sub>2</sub>	CO	N <sub>2</sub>					
12	766	1.039	0,1893	0,7890	0,0217	$\frac{0,7890}{\sqrt{0,1893}}$	0,25850	1.225	8,78	Въ 22-мъ опытѣ углеродъ-графитъ, а въ 12 — 21 — уголь изъ сахара.
13	766	1.039	0,1817	0,8131	0,0052	$\frac{0,8131}{\sqrt{0,1817}}$	0,28046	1.329	8,88	
14	812	1.085	0,0949	0,7955	0,1096	$\frac{0,7955}{\sqrt{0,0949}}$	0,41201	2.039	8,70	
15	818	1.091	0,0937	0,8563	0,0500	$\frac{0,8563}{\sqrt{0,0937}}$	0,44676	2.223	8,76	
16	820	1.093	0,0902	0,8505	0,0593	$\frac{0,8505}{\sqrt{0,0902}}$	0,45207	2.253	8,76	
17	820	1.093	0,0945	0,8564	0,0491	$\frac{0,8564}{\sqrt{0,0945}}$	0,44497	2.218	8,72	
18	859	1.132	0,0482	0,7868	0,1650	$\frac{0,7868}{\sqrt{0,0482}}$	0,55431	2.862	8,62	
19	865	1.138	0,0504	0,8528	0,0968	$\frac{0,8528}{\sqrt{0,0504}}$	0,57963	3.008	8,65	
20	865	1.138	0,0452	0,8318	0,1230	$\frac{0,8318}{\sqrt{0,0452}}$	0,59245	3.074	8,71	
21	865	1.138	0,0537	0,8591	0,0872	$\frac{0,8591}{\sqrt{0,0537}}$	0,56905	2.953	8,59	
22	866	1.139	0,0591	0,9007	0,0402	$\frac{0,9007}{\sqrt{0,0591}}$	0,56879	3.954	8,59	

Т а б л и ц а 32.  
ОПЫТЫ СЪ УГЛЕКИСЛОТОЙ.

1		2			3	4	5	6
Температуры.		Парціальное давленіе.			$p = \frac{CO}{\sqrt{CO_2}}$	$lgp = lg \frac{CO}{\sqrt{CO_2}}$	RTlnp	Const.
°C	Абсолютн.	CO <sub>2</sub>	CO	N <sub>2</sub>				
588	861	0,8079	0,1663	0,0258	$\frac{0,1663}{\sqrt{0,8079}}$	1,26721	-2877	8,09
588	861	0,8091	0,1679	0,0230	$\frac{0,1679}{\sqrt{0,8091}}$	1,27105	-2862	8,11
623	896	0,7076	0,2132	0,0792	$\frac{0,2132}{\sqrt{0,7076}}$	1,40390	-2436	7,83
623	896	0,6741	0,2059	0,1200	$\frac{0,2059}{\sqrt{0,6741}}$	1,39930	-2459	7,81

ОПЫТЫ СЪ ОКИСЬЮ УГЛЕРОДА.

523	796	0,9268	0,0582	0,0150	$\frac{0,0582}{\sqrt{0,9268}}$	2,78143	-4423	7,71
588	861	0,8262	0,1708	0,0030	$\frac{0,1708}{\sqrt{0,8262}}$	1,27395	-2851	8,12
623	896	0,7640	0,2360	—	$\frac{0,2360}{\sqrt{0,7640}}$	1,43136	-2323	7,96

Авторы поставили еще нѣсколько опытовъ для изученія равновѣсія при температурахъ 660°—670°. Они воспользовались тѣмъ приборомъ, который служилъ при температурахъ 770°—870°, только нѣсколько измѣнили постановку опыта. Когда трубки были нагрѣты до определенной температуры, авторы промывали ихъ исходнымъ газомъ и затѣмъ закрывали ихъ. Заключение въ трубкахъ исходный газъ (CO, CO<sub>2</sub> или смѣсь ихъ), подвергаемый продолжительному нагрѣванію, реагировалъ по уравненію  $2CO \rightleftharpoons C + CO_2$ , и, такимъ образомъ, устанавливалось равновѣсіе.

Чтобы увидѣть, какъ платинированный асбестъ измѣняетъ условія равновѣсія, авторы достигли равновѣсія при температурахъ 660°—672° въ присутствіи только одного угля, причемъ оказалось, что платинированный асбестъ не измѣняетъ условій равновѣсія. Результаты опытовъ при температурахъ 666°—670°, приведены въ табл. 33.

Такимъ образомъ, для реакціи  $2CO \rightleftharpoons C + CO_2$  авторы получили два различныя значенія const.: при температурахъ 770°—870° const = 8,75, при температурахъ 520—620° = 7,92.

## Т а б л и ц а 33.

Опыты съ CO<sub>2</sub>.

№ опыта.	Температура.		Парціальное давленіе.			$p = \frac{CO}{\sqrt{CO_2}}$	$\lg p = \lg \frac{CO}{\sqrt{CO_2}}$	RTlnp	Const.	ПРИМЪЧАНІЯ.
	°С.	Абсолют.	CO <sub>2</sub>	CO	N <sub>2</sub>					
4	623	896	0,6741	0,2059	0,1200	$\frac{0,2059}{\sqrt{0,6741}}$	1,39930	- 2.454	7,81	Уголь + платинированный асбест.
5	666	939	0,6156	0,3480	0,0364	$\frac{0,3480}{\sqrt{0,6156}}$	1,64693	- 1.512	7,96	
6	666	939	0,6142	0,3495	0,0363	$\frac{0,3495}{\sqrt{0,6142}}$	1,64930	- 1.502	7,97	
7	666	939	0,6185	0,3449	0,0366	$\frac{0,3449}{\sqrt{0,6185}}$	1,64202	- 1.533	7,94	
8	666	939	0,5945	0,3237	0,818	$\frac{0,3237}{\sqrt{0,5945}}$	1,62306	- 1.614	7,85	
9	668	941	0,5867	0,3569	0,564	$\frac{0,3569}{\sqrt{0,5867}}$	1,66834	- 1.423	8,01	Уголь изъ сахара.
10	672	945	0,5859	0,3670	0,0471	$\frac{0,3670}{\sqrt{0,5859}}$	1,68076	- 1.376	7,98	

Опыты съ CO.

11	523	796	0,9268	0,0582	0,0150	$\frac{0,0582}{\sqrt{0,9268}}$	2,78143	- 4.423	7,71	Уголь + платинированный асбестъ.
12	588	861	0,8262	0,1708	0,0030	$\frac{0,1708}{\sqrt{0,8262}}$	1,27395	- 2.851	8,12	
13	623	896	0,7640	0,2360	—	$\frac{0,2360}{\sqrt{0,7640}}$	1,43136	- 2.323	7,96	
14	666	939	0,5510	0,3124	0,1296	$\frac{0,3124}{\sqrt{0,5580}}$	1,62139	- 1.621	7,85	
15	666	939	0,5800	0,3159	0,1041	$\frac{0,3159}{\sqrt{0,5800}}$	1,61784	- 1.634	7,83	

Вычисляя на основаніи этихъ двухъ константъ по формулѣ (2) составъ газа, отвѣчающаго равновѣсію при температурахъ  $400^{\circ}$ — $1000^{\circ}$ , получимъ табл. 34.

Различную величину константы при низкихъ и при высокихъ температурахъ можно было бы объяснить, во-первыхъ, измѣненіемъ упругости пара углерода при высокихъ температурахъ; но такъ какъ, по дополнительнымъ опытамъ авторовъ, это измѣненіе происходитъ изотермически, то пришлось бы допустить, что стабильная форма углерода изотермически переходитъ въ лабильную, что противорѣчитъ второму началу термодинамики.

Во-вторыхъ, можно было бы допустить, что теплоемкость углерода мѣняется съ температурой нѣсколько иначе, чѣмъ по формулѣ Kunz'a; но если вычислить теплоту реакціи по формулѣ Kirchhoff'a съ одной стороны по теплоемкостямъ углерода по Kunz'у, съ другой—по эмпирическимъ теплоемкостямъ Weber'a для графита, получимъ числа вполнѣ совпадающія. Очевидно, и это предположеніе трудно допустить.

Остается предположить, что при высокихъ температурахъ реакція идетъ не по одному только уравненію  $2CO \rightleftharpoons C + CO_2$ , но одновременно имѣютъ мѣсто и другія побочныя реакціи.

Авторы резюмируютъ свою работу въ слѣдующихъ положеніяхъ:

1) Изслѣдованное Boudouard'омъ равновѣсіе  $2CO \rightleftharpoons C + CO_2$  подвергнуто провѣркѣ, причемъ получены результаты, близкіе къ результатамъ Boudouard'a.

2) При низкихъ и при высокихъ температурахъ получены неодинаковыя значенія для const.

3) На основаніи теоретическихъ соображеній необходимо допустить, что при высокихъ температурахъ равновѣсіе соотвѣтствуетъ не одному только уравненію  $2CO \rightleftharpoons C + CO_2$ .

4) Различныя модификаціи углерода измѣняютъ только скорость реакціи, но не измѣняютъ самаго равновѣсія.

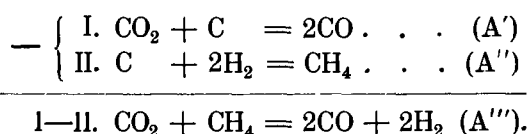
5) Основанное Haber'омъ на опытахъ Boudouard'a доказательство первичнаго образованія углекислоты при горѣніи угля находить новое подтвержденіе въ опытахъ авторовъ.

*М. О.*

*М. Mayer и V. Altmayer.* Вычисленіе равновѣсій:  $CO + 3H_2 \rightleftharpoons CH_4 + H_2O$ ,  
 $CO_2 + 4H_2 \rightleftharpoons CH_4 + 2H_2O$ .

(Journ. f. Gasbeleucht. und Wasserversorgung, 1909, LII, 326).

Комбинируя изученныя уже равновѣсія между окисью углерода и углекислотой, между метаномъ и водородомъ, получимъ равновѣсіе системы:  $CO_2 + CH_4 \rightleftharpoons 2CO + 2H_2$ .



Вычитая максимальную работу реакціи II изъ максимальной работы реакціи I, получимъ максимальную работу реакціи I—II.

Т а б л и ц а 34.

Температура °С.	Вычисленные при const. = 7,92.		Вычисленные при const. = 8,75.		Данные Boudouard'a.	
	% CO <sub>2</sub>	% CO	% CO <sub>2</sub>	% CO	% CO <sub>2</sub>	% CO
400	99,78	0,22	—	—	—	—
450	98,07	1,93	97,08	2,92	97,8	2,2
500	95,44	4,56	—	—	94,6	5,4
550	90,41	9,59	85,77	14,23	88,0	12,0
600	81,98	18,02	—	—	76,8	23,2
650	69,63	30,37	—	—	60,2	39,8
700	54,44	45,56	39,89	60,11	41,3	58,7
750	—	—	24,06	75,94	24,1	75,9
800	—	—	13,10	86,90	12,4	87,6
850	13,55	86,45	6,79	93,21	5,9	94,1
900	—	—	3,60	96,40	2,9	97,1
950	4,15	95,85	1,88	98,12	1,4	98,6
1.000	—	—	1,03	98,97	0,9	99,1

Т а б л и ц а 35.

Абсол. температура.	К вычисленная.	Составъ, отвѣчающій равновѣсію.				
		CO	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	
700	0,000006389	3,44	3,44	46,56	46,56	CO <sub>2</sub> + CH <sub>4</sub> ≥ 2CO + 2H <sub>2</sub>
800	0,001959	12,83	12,83	37,17	37,17	
900	0,1778	29,44	29,44	20,56	20,56	
1.000	7,117	43,06	43,06	6,94	6,94	
1.100	147,6	48,10	48,10	1,90	1,90	

Т а б л и ц а 36.

Абсол. температура.	К вычисленная.	Составъ, отвѣчающій равновѣсію.				
		CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O	
700	0,000082	2,79	8,37	44,43	44,43	CH <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> O ≥ CO + 3H <sub>2</sub>
800	0,0104	8,13	24,39	33,73	33,73	
900	0,4845	15,74	47,22	18,51	18,51	
1.000	11,14	21,42	64,26	7,17	7,17	
1.100	153,8	23,81	71,43	2,38	2,38	

Т а б л и ц а 37.

Абсол. температура.	К вычисленная.	Составъ, отвѣчающій равновѣсію.				
		CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O	
600	0,000005915	1,9	7,6	30,16	60,32	CH <sub>4</sub> + 2H <sub>2</sub> O ≥ CO <sub>2</sub> + 4H <sub>2</sub>
700	0,001023	4,89	19,56	25,19	50,38	
800	0,0539	8,84	35,36	18,60	37,20	
900	1,287	12,84	51,36	11,92	23,84	
1.000	17,66	15,75	63,00	7,08	14,16	
1.100	159,2	17,55	70,20	4,08	8,16	

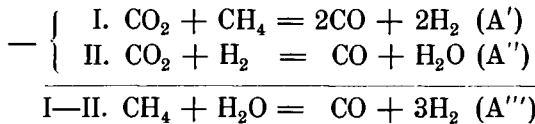
$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{aligned} A' &= -37936 + 3,5406T \ln T - 0,003136T^2 - RT \ln \frac{p_{\text{CO}_2}}{p_{\text{CO}_2}} + 15,84T \\ A'' &= -18507 - 5,9934T \ln T - 0,002936T^2 - RT \ln \frac{p_{\text{CH}_4}}{p_{\text{H}_2^2}} + 21,1T \end{aligned} \right. \\
 & \hline
 A''' = -56443 + 9,534T \ln T - 0,0002T^2 - RT \ln \frac{p_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{H}_2^2}}{p_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{CH}_4}} - 5,26T.
 \end{aligned}$$

Такъ какъ для равновѣсія ( $\text{CO}_2 + \text{CH}_4 \rightleftharpoons 2\text{CO} + 2\text{H}_2$ )  $A''' = 0$ , то формула выразится такимъ образомъ:

$$R \ln K = -\frac{56443}{T} + 9,534 \ln T - 0,0002T - 5,26 \dots (1).$$

Такъ какъ  $K = \frac{p_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{H}_2^2}}{p_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{CH}_4}}$ , то не трудно по формулѣ (1) высчитать составъ газа, отвѣчающій равновѣсію при различныхъ температурахъ. Въ табл. 35 данъ вычисленный такимъ образомъ составъ газа для температуръ  $700^\circ - 1100^\circ$ .

Подобнымъ же образомъ авторы получаютъ формулу равновѣсія системы:  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO} + 3\text{H}_2$ .

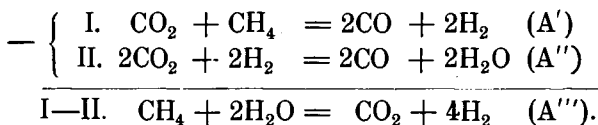


$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{aligned} A' &= -56443 + 9,534T \ln T - 0,0002T^2 - RT \ln \frac{p_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{H}_2^2}}{p_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{CH}_4}} - 5,26T \\ A'' &= -9650 + 1,55T \ln T - 0,00195T^2 - RT \ln \frac{p_{\text{CO}} \cdot p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{H}_2}} \end{aligned} \right. \\
 & \hline
 A''' = -46793 + 7,984T + 0,00175T^2 - RT \ln \frac{p_{\text{CO}} \cdot p_{\text{H}_2^3}}{p_{\text{CH}_4} \cdot p_{\text{H}_2\text{O}}} - 5,26T
 \end{aligned}$$

$$\text{или } R \ln K = -\frac{46793}{T} + 7,984 \ln T + 0,00175T - 5,26 \dots (2).$$

Въ табл. 36 приведенъ вычисленный по формулѣ (2) составъ газовъ отвѣчающихъ равновѣсію при температурахъ  $700^\circ - 1100^\circ$ .

Наконецъ, такимъ же образомъ авторы вычисляютъ равновѣсіе системы:  $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 4\text{H}_2$ .



$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{aligned} A' &= -56443 + 9,534T \ln T - 0,0002T^2 - RT \ln \frac{p_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{H}_2^2}}{p_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{CH}_4}} - 5,26T \\ A'' &= -19300 + 3,1T \ln T - 0,0039T^2 - 2RT \ln \frac{p_{\text{CO}} \cdot p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{H}_2}} \end{aligned} \right. \\
 & \hline
 A''' = -37143 + 6,434T \ln T + 0,0037T^2 - RT \ln \frac{p_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{H}_2^4}}{p_{\text{H}_2\text{C}_4} \cdot p_{\text{H}_2\text{O}^2}} - 5,26T
 \end{aligned}$$

$$\text{или } R \ln K = -\frac{37143}{T} + 6,434 \ln T + 0,0037T - 5,26 \dots (3).$$

Въ табл. 37 приведенъ вычисленный по формулѣ (3) составъ газовъ, отвѣчающихъ равновѣсію при температурахъ  $600^\circ - 1100^\circ$ .

Чтобы провѣрить, насколько теоретическій расчетъ равновѣсій совпадаетъ съ данными опыта, авторы воспользовались опытными данными для

изученной реакціи:  $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ . (См. реф. ст. Mayer и Henseling. Образование метана. Табл. 10, опыты 3 и 4). Если данные опыта  $\left(\ln \frac{p_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{H}_2^4}}{p_{\text{CH}_4} \cdot p_{\text{H}_2\text{O}^2}}\right)$  подставить въ формулу (3) и опредѣлить по формулѣ температуру, отвѣчающую данному составу, то получимъ температуры очень близкія къ опытнымъ; такъ, въ опытѣ 3, температура (абсол.) —  $681^\circ$ , а вычислено  $692^\circ$ ; въ опытѣ 4, температура  $765^\circ$ , а вычислено  $773^\circ$ . M. O.

*Wl. Mostowitsch.* Дѣйствіе кремнезема, окиси желѣза, углерода и окиси углерода на сѣрнобаріевую соль при высокихъ температурахъ. (Metallurgie, 1909, VI, 450).

Въ качествѣ прибора для изслѣдованія примѣнялась кварцевая трубка въ 16 мм. діаметромъ со стѣнками въ 1,5 мм. толщиной. Трубка эта помещалась въ электрической печи Heraeus'a, позволявшей получать температуру свыше  $1500^\circ$ . Температура измѣрялась термометромъ Ле-Шателье. Нагрѣваніе сѣрнобаріевой соли,—чистой или въ смѣси съ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  или  $\text{SiO}_2$ ,—производилось въ струѣ воздуха; смѣсь  $\text{BaSO}_4$  съ углемъ нагрѣвалась въ струѣ азота. Результаты своего изслѣдованія авторъ формулируетъ слѣдующимъ образомъ:

1) При нагрѣваніи въ теченіе 15—30 минутъ въ струѣ чистаго сухого воздуха до  $1400^\circ$  сѣрнобаріевая соль остается безъ измѣненія. Лишь около  $1500^\circ$  наблюдаются первые признаки диссоціаціи  $\text{BaSO}_4$  на  $\text{BaO}$  и  $\text{SO}_3$  или на:  $\text{BaO}$ ,  $\text{SO}_2$  и  $\text{O}$ . При быстромъ нагрѣваніи  $\text{BaSO}_4$  плавится съ разложешемъ при  $1580^\circ$ . Расплавившаяся масса состоитъ изъ  $\text{BaO}$  и  $\text{BaSO}_4$ . Повидимому, составъ сплавленной массы зависитъ отъ продолжительности нагрѣва ея и отъ температуры, подобно тому, какъ это наблюдается при плавленіи  $\text{CaSO}_4$ . Представляетъ ли расплавленная масса химическое соединеніе или растворъ  $\text{BaO}$  въ  $\text{BaSO}_4$ ,—остается невыясненнымъ.

2) Какъ  $\text{SiO}_2$ , такъ и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , разлагаютъ  $\text{BaSO}_4$  при высокихъ температурахъ. Разложеніе  $\text{BaSO}_4$  подъ влияніемъ  $\text{SiO}_2$  начинается при  $1000^\circ$ . Силикаты, имѣющіе составъ, выражаемый общей формулой  $n \text{BaO} \cdot m \text{SiO}_2$ , образуются непосредственно въ твердомъ состояніи. Полутора, дву и три кремнеземники спекаются при  $1350^\circ$  и плавятся при  $1400^\circ$ . Сплавленные силикаты представляютъ изъ себя стекловатая массы, содержанія въ растворѣ  $\text{BaO}$  и неразложившія еще  $\text{BaSO}_4$ . При прочихъ равныхъ условіяхъ, разлагается тѣмъ больше  $\text{BaSO}_4$ , чѣмъ выше температура и чѣмъ больше  $\text{SiO}_2$  содержится въ смѣси.

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  начинаетъ разлагать  $\text{BaSO}_4$  при  $1000^\circ$ . Разложеніе идетъ такимъ же образомъ, какъ и въ присутствіи  $\text{SiO}_2$ ; при этомъ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  дѣйствуетъ всетаки слабѣе на  $\text{BaSO}_4$ , чѣмъ  $\text{SiO}_2$ . Чтобы добиться одинаковаго эффекта,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  приходится брать въ три или четыре раза больше, чѣмъ  $\text{SiO}_2$ . Разложеніе  $\text{BaSO}_4$  при помощи  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  идетъ съ образованіемъ ферритовъ барія по ур-ю:



При этомъ изъ  $\text{BaO}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  образуется такой ферритъ, который легче всего плавится при данной температурѣ и данномъ соотношеніи составныхъ частей.

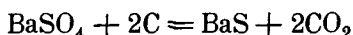
Этотъ ферритъ расплавляетъ въ себѣ избыточные количества  $\text{BaO}$  и



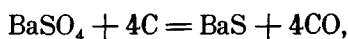
продолжающаго разлагаться  $BaSO_4$ . Смѣси  $BaSO_4$  и  $Fe_2O_3$  въ отношеніи 1 : 1 : 2 и 1 : 3 плавятся въ совершенно жидкую массу при  $1350^\circ$  —  $1400^\circ$  и, при охлажденіи, представляютъ изъ себя кристаллическія тѣла.

3)  $BaSO_4$  легко восстанавливается углемъ и окисью углерода въ  $BaS$ .

Восстановленіе углемъ начинается при  $600^\circ$ , а при  $800^\circ$  восстановленіе практически, полно. Эта реакція при низкихъ температурахъ идетъ по ур-ю



при высокихъ же температурахъ къ ней присоединяется



какъ это указываетъ составъ газовъ, получающихся при восстановленіи.

Восстановленіе при помощи  $CO$  начинается при  $650^\circ$  а при  $800^\circ$ , практически, совершенно заканчивается. Конечнымъ продуктомъ восстановленія является  $BaS$ .  $BaS$  остается безъ измѣненій до  $1000^\circ$  и лишь при  $1200^\circ$  теряетъ нѣкоторое количество  $S$ , не спекаясь и совершенно не измѣняясь по внѣшнему виду.

B. C.

*Victor Lepiarczyk*. Химическая сторона процессовъ обжига и восстановления сѣрнистыхъ рудъ цинка. (Metallurgie, 1909, VI, 409).

Для выясненія процессовъ обжига авторъ примѣнилъ чистый сѣрнистый цинкъ въ смѣси съ соединеніями, часто встрѣчающимися совмѣстно съ цинкомъ въ цинковой обманкѣ. Обжигъ производился въ фарфоровомъ тиглѣ вмѣстимостью 10 см.<sup>3</sup>, подогреваемомъ горѣлкой. Температура обжига колебалась между  $850^\circ$  —  $950^\circ$ ; при обжиганіи матеріалы перемѣшивались платиновымъ шпателемъ. Результаты этого ряда опытовъ сведены въ таблицѣ 38.

Т а б л и ц а 38.

№№ опредѣленій	а—до		б—послѣ		обжигъ		°/о $ZnS$ .	°/о S связанной съ Zn.	°/о $Fe_2O_3$ .	°/о FeS.	°/о S связанной съ Fe.	°/о $CaCO_3$ .	°/о $CaSO_4$ .	°/о $SO_2$ связанной съ CaO.	°/о общее содержание S.	°/о удаленной обжигомъ S.	Тоже, въ отношеніи къ 100°/о S.	°/о потеря при прокаливаніи.
	а	б	а	б														
1 — а	100,0	32,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32,95	—	—	—
1 — б	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0	32,95	100	16,48
2 — а	54,82	18,08	45,18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18,08	—	—	—
2 — б	0,73	0,24	не опр.	2,23	0,81	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,05	17,03	94,14	8,72
3 — а	85,24	28,29	—	—	—	14,17	—	—	—	—	—	—	—	—	28,29	—	—	—
3 — б	0,0	0,0	—	—	—	не опр.	14,32	8,43	3,37	24,92	88,09	11,80	—	—	—	—	—	—
4 — а	72,26	24,14	—	14,65	5,33	12,09	—	—	29,47	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4 — б	0,46	0,15	—	0,0	0,0	не опр.	11,31	6,65	2,81	26,66	90,50	10,16	—	—	—	—	—	—

Вторая серія опытовъ была посвящена изученію условій восстановленія и возгонки. Изслѣдуемое вещество помѣщалось въ графитовый тигель и засыпалось угольнымъ порошкомъ. Тигель помѣщался въ муфельную печь и

все свободное пространство муффеля заполнялось кусочками кокса. Щель между муффелемъ и крышкой его тщательно замазывалась глиной. Печь нагрѣвалась до  $1,300^{\circ}$ — $1,300^{\circ}$  и держалась при этой температурѣ 14 часовъ. Послѣ окончательнаго охлажденія печи тигелекъ вынимался и содержимое его тщательно анализировалось; передъ анализомъ опредѣлялась взвѣшивашемъ потеря при прокаливаніи и, такимъ образомъ, получалась возможность отнести данныя анализа къ первоначальному вѣсу изслѣдуемой смѣси. Эти данныя сгруппированы въ слѣдующей таблицѣ (таблица 39).

На основаніи вышеприведенныхъ данныхъ авторъ дѣлаетъ слѣдующія заключенія по поводу химической стороны обжига сѣрнистаго цинка:

1) Въ небольшихъ количествахъ ZnS можетъ быть нацѣло обожженъ въ ZnO; главнымъ условіемъ удачнаго обжига является разложеніе образующагося ZnSO<sub>4</sub> и удаленіе SO<sub>2</sub>, получающагося при разложеніи ZnSO<sub>4</sub>.

2) Удаленію S, помимо неполнаго разложенія ZnSO<sub>4</sub>, препятствуютъ:

а) въ небольшой степени Fe, присутствующее или

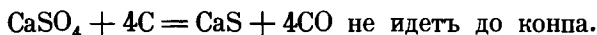
α) въ видѣ окиси, вступающей въ обмѣнное разложеніе съ ZnS, при чемъ часть ZnS остается совсѣмъ не разложеннымъ;

β) или въ видѣ сѣрнистаго желѣза, которое, разлагаясь нацѣло въ присутствіи избытка CaCO<sub>3</sub>, тѣмъ не менѣе препятствуетъ полному обжигу ZnS;

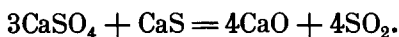
в) въ большей степени — присутствіе CaCO<sub>3</sub>, который собственно не препятствуетъ превращенію ZnS въ ZnO, но почти полностью переходитъ въ CaSO<sub>4</sub>.

По отношенію къ возстановленію и возгонкѣ цинка на основаніи второго ряда опытовъ авторъ дѣлаетъ слѣдующія заключенія:

1) При вышеозначенныхъ условіяхъ реакція:



2) Образующійся CaS, повидимому, отчасти реагируетъ съ остающимся еще CaSO<sub>4</sub> по ур-ію:



3) Дѣйствія C на сульфиды сводится къ слѣдующему:

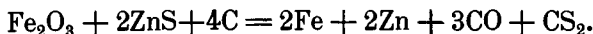
а) ZnS въ присутствіи C улетучивается отчасти, при чемъ количества улетучившихся S и Zn находятся въ томъ же отношеніи, какъ въ Zn и S.

в) Въ количественномъ отношеніи дѣйствіе C на FeS сильнѣе, чѣмъ на ZnS.

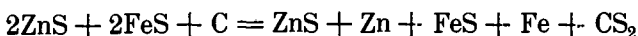
4) Взаимодѣйствіе между Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и ZnS имѣетъ мѣсто, какъ и при обжигѣ, но безъ доступа воздуха оно протекаетъ количественно по ур-ію:



5) Въ присутствіи углерода Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и ZnS реагируютъ по уравненію:



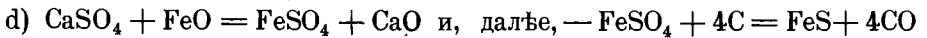
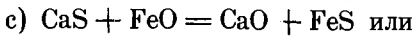
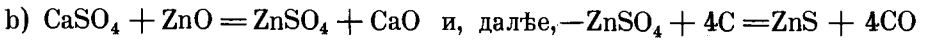
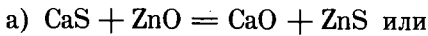
6) Реакція между C, ZnS и FeS протекаетъ, повидимому, по ур-ію:



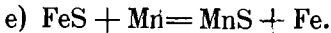
7) Въ присутствіи ZnO, FeO и MnO наравнѣ съ неразложившимися CaSO<sub>4</sub> можно было обнаружить только CaO, а не смѣсь CaO съ CaS. Объясняется это тѣмъ, что въ этомъ случаѣ имѣютъ мѣсто реакціи:

Т а б л и ц а 39.

№№ определений:		% C	% ZnO.	% ZnS.	% общее содержание Zn.	% испаривш. Zn.	Тоже на 100% Zn.	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	% FeS.	% общее содержание Fe.	% CaSO <sub>4</sub> .	% CaS.	% Mn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> .	% сульфидной S, связанной съ Zn.	% сульфидной S, связанной съ Fe.	% сульфидной S, связанной съ Ca.	% общее содержание сульфидной S.	% SO <sub>2</sub> .	% общее содержан. S.	% улетуч. S.	Тоже на 100% S.	% потеря при прокаливании.	Реакция съ свѣрной печенью.
a—сост. до опыта.	b—составъ послѣ опыты.																						
1	a	80,0	—	—	—	—	—	—	—	—	20,0	—	—	—	—	—	—	11,76	4,70	—	—	—	—
	b	неопред.	—	—	—	—	—	—	—	—	2,19	5,94	—	—	—	2,64	2,64	1,29	3,16	1,54	32,86	52,80	сильн.
2	a	80,0	—	20,0	13,41	—	—	—	—	—	—	—	6,59	—	—	—	6,59	—	6,59	—	—	—	—
	b	неопред.	—	12,27	8,22	5,19	38,70	—	—	—	—	—	—	4,05	—	—	4,05	—	4,05	2,54	38,54	34,90	—
3	a	80,0	—	—	—	—	—	—	20,0	12,73	—	—	—	7,27	—	—	7,27	—	7,27	—	—	—	—
	b	неопред.	—	—	—	—	—	—	5,12	неопред.	—	—	—	1,86	—	—	1,86	—	1,86	5,41	74,42	30,40	—
4	a	—	—	54,83	36,74	—	—	45,17	—	31,62	—	—	—	—	—	—	18,09	—	18,09	—	—	—	—
	b	—	—	0,0	0,0	36,74	100	неопред.	35,59	неопред.	—	—	—	0,0	12,94	—	12,94	—	12,94	5,15	28,47	57,70	—
5	a	72,0	—	16,0	10,73	—	—	12,0	—	8,20	—	—	—	5,27	—	—	5,27	—	5,27	—	—	—	—
	b	неопред.	—	0,0	0,0	10,73	100	неопред.	8,63	неопред.	—	—	—	0,0	3,14	—	3,14	—	3,14	2,13	40,42	41,12	—
6	a	71,43	—	14,28	9,57	—	—	—	14,28	9,09	—	—	—	4,71	5,19	—	9,91	—	9,91	—	—	—	—
	b	неопред.	—	6,92	4,64	4,93	51,51	—	6,13	неопред.	—	—	—	2,28	2,23	—	4,51	—	4,51	5,40	54,49	48,43	—
7	a	73,40	9,93	—	7,97	—	—	—	—	—	16,66	—	—	—	—	—	—	9,80	3,92	—	—	—	—
	b	неопред.	0,0	0,39	0,26	7,71	96,74	—	—	—	2,36	6,26	—	—	—	—	—	1,39	3,46	0,46	11,60	62,66	сильн.
8	a	74,29	8,57	8,57	12,63	—	—	—	8,57	5,45	—	—	—	2,83	3,11	—	5,94	—	5,94	—	—	—	—
	b	неопред.	0,0	3,73	2,50	10,13	80,21	—	2,95	неопред.	—	—	—	1,23	1,07	—	2,30	—	2,30	3,64	61,28	60,43	—
9	a	57,09	24,48	2,14	21,09	—	—	9,86	2,15	8,26	4,28	—	—	0,71	0,78	—	1,49	2,52	2,49	—	—	—	—
	b	неопред.	0,0	0,0	0,0	21,09	100	неопред.	2,25	неопред.	1,06	0,0	—	0,0	0,82	0,0	0,82	0,62	1,07	1,42	57,00	71,85	вѣтъ.
10	a	57,09	24,48	2,14	21,09	—	—	3,91	2,15	2,63	4,28	—	5,95	0,71	0,78	—	1,49	2,52	2,49	—	—	—	—
	b	неопред.	0,0	0,25	0,17	20,82	98,72	неопред.	1,73	неопред.	2,05	0,0	неопред.	0,08	0,63	0,0	0,71	1,23	1,20	1,29	51,80	84,75	вѣтъ.

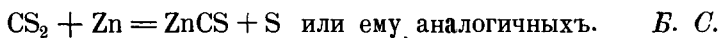


наконецъ.



Слѣдовательно, съ практической точки зрѣнія, присутствіе Fe въ цинковой обманкѣ желательно, такъ какъ въ послѣдующихъ операціяхъ послѣ обжига оно способствуетъ разрушенію не обожженного ZnS и, такимъ образомъ, облегчаетъ возстановленіе Zn и его возгонку. Съ другой стороны, сульфидная сѣра, получающаяся при возстановленіи  $\text{CaSO}_4$ , въ присутствіи желѣза стремится образовать съ послѣднимъ FeS и такимъ образомъ ZnO остается безъ измѣненія. Поэтому авторъ считаетъ цѣлесообразнымъ прибавлять къ обожженнымъ цинковымъ обманкамъ, содержащимъ известь (а слѣдовательно, — послѣ обжига  $\text{CaSO}_4$ ), передъ загрузкой ихъ въ муфельныя печи, окись желѣза.

Въ добавленіи къ своей работѣ авторъ высказывается, на основаніи нѣкоторыхъ данныхъ, за существованіе соединеній построенныхъ по типу ме-малл-карбонилонъ, но въ которыхъ кислородъ замѣщенъ S и, въ частности, за существованіе ZnCS, образующагося по ур-ю:



*S. Hilpert.* Возстановленіе окиси желѣза водородомъ и окисью углерода.

(Berl. Ber. 42, 1909, 4575—4581).

Имѣющіяся въ литературѣ указанія о томъ, что окись желѣза при возстановленіи H или CO нацѣло переходитъ при опредѣленной температурѣ въ закись-окись, при болѣе высокой температурѣ въ закись и наконецъ, — въ металлическое желѣзо, оказались не совсѣмъ правильными: реферируемое изслѣдованіе автора показываетъ, что какъ температура начала возстановленія, такъ и составъ получающагося продукта были иные, чѣмъ ранніе указывалось.

Изслѣдуемое вещество помѣщалось въ фарфоровую лодочку и въ нагрѣваемой электрическимъ токомъ трубкѣ подвергалось дѣйствію возстановляющаго газа.

Каждый разъ брались навѣски въ 0,2 гр.; за „температуру возстановленія“ считали температуру, при которой окись желѣза теряла въ 20 минутъ 0,002 гр. въ вѣсъ.

При дѣйствіи водорода на приготовленную различными способами окись желѣза получены слѣдующія температуры начала возстановленія:

280°—290°	для окиси желѣза изъ щавелевокисл. желѣза, нагрѣтой до	800°
290°	” ” ” ” ” ” ”	1,000°
330°—350°	” ” ” ” ” ” ”	1,200°
280°	для окиси желѣза изъ гидрата окиси, нагрѣтой до	400°
280°—290°	” ” ” ” ” ” ”	850°
330°	” ” ” ” ” ” ”	950°
330°—350°	” ” ” ” ” ” ”	1,200°
280°	для магнитной окиси желѣза изъ осажденнаго гидрата закиси, нагрѣтой до . . . . .	400°
330°—350°	для гематита (естествен. окиси желѣза).	

Температура, при которой начинается восстановление окиси желѣза водородомъ, зависитъ, такимъ образомъ, отъ температуры предварительнаго нагрѣва. Температура восстановления окиси, приготовленной изъ гидрата окиси желѣза, значительно возрастаетъ отъ нагрѣванія до  $900^{\circ}$ ; быть можетъ, здѣсь имѣетъ мѣсто полиморфное превращеніе, которое по *Ле-Шателье* наступаетъ при  $800^{\circ}$ — $900^{\circ}$ . Въ окиси, приготовленной изъ щавелевой соли, это превращеніе, повидимому, происходитъ при болѣе высокой температурѣ, около  $1,000^{\circ}$ .

Анализъ получающихся продуктовъ показалъ, что восстановленіемъ водородомъ при опредѣленной температурѣ не получались въ чистомъ видѣ закись-окись или закись; въ разныхъ частяхъ обрабатываемой массы реакція идетъ неравномѣрно.

СО дѣйствуетъ уже при  $240^{\circ}$ , но получающійся какъ при этой, такъ и при болѣе высокой температурѣ, продуктъ восстановления нечистъ и содержитъ уголь; при обливаніи кислотами изъ него выдѣляются углеводороды.

Ф. Д.

# Производство чугуна.

## Доменный процессъ.

*М. Павловъ. Интенсивность горѣнія въ горну доменныхъ печей.*

(Iron Age, 1909, Aug. 26, 618 — 619).

Въ настоящее время считается аксіомой доменной практики, что количество дутья, полученное горномъ доменной печи, должно быть пропорціонально сѣченію горна на горизонтѣ фурмъ, или, что діаметръ горна долженъ опредѣляться, соображаясь съ интенсивностью горѣнія. Между тѣмъ, — не говоря о курсахъ металлургіи, — даже въ журнальныхъ статьяхъ послѣдняго времени, специально трактующихъ объ опредѣленіи размѣровъ доменныхъ печей <sup>1)</sup>, не сообщается никакихъ численныхъ данныхъ по этому вопросу.

Неизвѣстный авторъ статьи, помѣщенной въ Iron Trade Review (7 Jan., 1909 г.) и посвященной описанію доменныхъ печей Gary, опредѣляетъ ихъ суточную производительность, по сѣченію горна, въ 530 тоннъ, т. к., по его мнѣнію, на кв. футъ сѣченія на горизонтѣ фурмъ должно сожигаться 6.000 англ. фунт. кокса въ сутки (29,3 t/qm).

Къ этой же цифрѣ приводитъ и указаніе R. Forsythe, — автора сочиненія: „The Blast—Furnace and the Manufacture of Pig. Iron“, — полагающаго, что коксовые печи расходуютъ въ сутки отъ 5.000 до 7.000 фунт. на кв. футъ сѣченія горна (т. е., — отъ 24,4 до 34,2 t/qm. соотвѣтственно). Это положеніе, основанное, очевидно, только на результатахъ американской практики, справедливо лишь по отношенію къ печамъ наибольшей производительности.

Принимая во вниманіе работу лучшихъ европейскихъ печей и многихъ американскихъ, авторъ реферируемой замѣтки приходитъ къ выводу, что, сожигая 7.000 фунт. на кв. ф. или 34,2 t/qm кокса, достигаютъ такой интенсивности горѣнія, какая не должна быть допускаема ни для какихъ печей и условій работы; другими словами, — горнъ, рассчитанный на такую интенсивность, будетъ слишкомъ узокъ, каковы бы ни были его абсолютные размѣры. Что касается печей Gary, то, опредѣляя ихъ производительность по совокупности всѣхъ размѣровъ и производительности другихъ печей, рабо-

<sup>1)</sup> В. Osann. St. & E. 1906, I, 441.

Н. М. Howe, Eng. & Min. Journ., 1908, Т. 86, р. 507.

Ж. Ehrenwerth, Oester. Zschr. Berg u. Hüttenwes., 1908. Т. 56, р. 229 и 301.

тающихъ въ аналогичныхъ условіяхъ, авторъ получаетъ 475 тоннъ въ сутки; а въ такомъ случаѣ, при расходѣ кокса 2.000 ф. на англ. тонну чугуна, достигаемая интенсивность горѣнія не превосходитъ 5.370 фунт. на кв. ф. или 26,2 t/qm.

По отношенію къ древесноугольнымъ печамъ R. Forsythe дѣлаетъ болѣе грубую ошибку, предполагая, что древесный уголь, въ виду своей пористости, обнаруживаетъ въ горну доменной печи *большую*, чѣмъ коксъ, интенсивность горѣнія. Въ дѣйствительности же послѣдняя значительно *меньше* и, до какой степени она можетъ быть понижена въ нѣкоторыхъ случаяхъ, —показываетъ примѣръ шведскихъ печей небольшой производительности, выплавляющихъ чугунъ для передѣла въ кричныхъ горнахъ, — интенсивность горѣнія въ нихъ выражается цифрой 1.500 фунт. или 7,32 t/qm! Въ русскихъ древесноугольныхъ печахъ, она гораздо выше и измѣняется въ предѣлахъ: 2.600 ф. (12,7 t/qm.)—3.000 ф. (14,6 t/qm.), а въ американскихъ, — съ наиболѣе быстрымъ сходомъ колошъ и, относительно, узкимъ горномъ,—доходитъ до 5.230 фунт. (25,5 t/qm.).

Для коксовыхъ печей эта величина обыкновенно колеблется въ предѣлахъ, 6000—4000 фунт. на кв. ф., т. е.,—29,3 до 19,5 t/qm., какъ видно изъ таблицы, сопровождающей замѣтку автора и содержащей въ себѣ данныя о ходѣ 40 современныхъ доменныхъ печей, работающих въ различныхъ металлургическихъ районахъ на древесномъ углѣ (12) и коксѣ (28).

Крайнія числа этой таблицы 6.550 (32 t/qm.) и 3.420 (16,7 t/qm.); первое относится къ 500 тон. американской печи зав. Edgar Thomson, проплавающей руды Верхняго озера на бессемеровской чугунъ; второе—выведено изъ условій работы печей Rombacherhütte, выплавляющихъ томасовскій чугунъ изъ смѣси различныхъ сортовъ „minette“.

Въ виду колебанія этихъ цифръ въ широкихъ предѣлахъ, вниманіе проектирующаго печь или опредѣляющаго количество горючаго, которое для достиженія наилучшихъ условій работы нужно сжечь въ горну данныхъ размѣровъ, должно быть обращено на установленіе степени интенсивности горѣнія, соотвѣтствующей размѣрамъ печи, качеству сырыхъ матеріаловъ и продуктовъ производства.

Если  $d$ —диаметръ горна, а  $C$ —количество горючаго, загружаемое въ сутки въ печь, то интенсивность горѣнія опредѣляется коэффициентомъ  $k$  въ выраженіи —

$$d = k\sqrt{C}$$

Для выбора численнаго значенія  $k$  авторъ даетъ нижеслѣдующую таблицку, предполагающую что  $d$  выражено въ метрахъ, а съ  $C$  въ метр. тоннахъ.

Интенсивность горѣнія и соотвѣтствующая ей величина коэффициента  $k$ .

Условія работы:	Величина $k$ .	Интенсивность горѣнія
Малыя древесноугольныя печи, менѣе 25 t производительности . . . . .	0,32—0,30	12,4—14,1
Обыкновенныя древесноугольныя печи отъ 25 до 70 t производительности . . . . .	0,30—0,28	14,1—16,2

Древесноугольн. печи > 70 t производит. . . . .	}	0,28—0,26	16,2—18,8
Малыя коксовыя печи < 150 t „ . . . . .			
Обыкновенныя коксовыя печи производит. отъ 150 до 250 t . . . . .		0,26—0,24	18,8—22,1
Большія коксовыя печи, производит. отъ 250 до 450 t. . . . .		0,24—0,22	22,1—26,3
Печи наибольшей производит. > 450 t . . . . .		0,22—0,20	26,3—31,8

Такъ какъ горячіе чугуны и постоянная работа на трудноплавкихъ шлакахъ требуютъ большей интенсивности горѣнія, то при выборѣ значенія  $k$  нужно пользоваться меньшими величинами каждой строки въ случаѣ работы печи при такихъ условіяхъ и обратно. Если же малокремнистый чугунъ, напр., томасовскій, исключительно долженъ выплавляться проектируемой печью, то значеніе  $k$  должно быть увеличиваемо на 0,01 — 0,02 противъ величинъ, данныхъ въ таблицѣ; то же нужно дѣлать въ случаѣ обработки бѣдныхъ глинистыхъ рудъ, съ большой легкостью дающихъ кремнистый чугунъ (классическій примѣръ, — выплавка чугуна въ Кливлендѣ и Шотландіи изъ мѣстныхъ глинистыхъ и углистыхъ желѣзняковъ). Обратно, — уменьшеніе коэффиціента на 0,01 — 0,02 необходимо въ томъ исключительномъ случаѣ, когда, какъ на югѣ Россіи, приходится работать съ сильно сѣрнистымъ коксомъ, содержащимъ часто болѣе 1,5% S и принуждающимъ держать трудноплавкіе известковые шлаки, даже при ходѣ на предѣльный чугунъ.

*М. П.*

*N. Langdon.* Предѣлъ экономіи горючаго въ доменныхъ печахъ.

(*Ir. Trade Rev.*, 1909, Nov. 18 и 25).

Въ виду результатовъ примѣненія осушеннаго дутья и сокращенія этимъ расхода горючаго на 20% невольно, говоритъ авторъ, является вопросъ: возможно ли дальнѣйшее пониженіе расхода топлива и какъ далеко оно можетъ идти?

Чтобы отвѣтить на такъ поставленный вопросъ, авторъ составилъ тепловые балансы доменныхъ печей, условія работы которыхъ точно извѣстны ему по литературнымъ источникамъ или личнымъ наблюденіямъ, а также, — воображаемыхъ печей, поставленныхъ авторомъ въ такія условія работы, которыя представляютъ интересъ съ теоретической точки зрѣнія.

Авторъ, какъ видно изъ только что сказаннаго, принадлежитъ къ тѣмъ, которые считаютъ возможнымъ находить тепловые балансы несуществующихъ („воображаемыхъ“ или „теоретическихъ“, какъ говорится въ статьѣ) доменныхъ печей и, даже, дѣлать практическіе выводы изъ такихъ балансовъ, не смущаясь тѣмъ, что практика указываетъ на недопустимость тѣхъ предположеній, которыя служатъ основаніемъ для расчета, а теорія учитъ, что всякое перераспределеніе тепла вызываетъ иное распределеніе температуръ и измѣненіе въ ходѣ восстановительнаго процесса, результатовъ котораго теоретически и напередъ учесть нельзя. Поэтому, несмотря на большой трудъ, затраченный авторомъ на составленіе матеріальнаго и теплового баланса для 25 различныхъ условій хода доменныхъ печей, никакихъ цѣнныхъ



выводовъ онъ не даетъ. Въ поясненіе этого заключенія достаточно будетъ сказать нѣсколько словъ.

Авторъ расчетомъ выясняетъ значеніе исключенія азота изъ дутья, — мѣры, кореннымъ образомъ измѣняющей условія хода доменнаго процесса и всѣ послѣдствія которой трудно даже обнять воображеніемъ, а не то, что точно учесть и которая, однако, по расчету автора, не обѣщаетъ ничего особеннаго и даже менѣе выгодна, чѣмъ суненіе руды и обжигъ известняка: колошниковые газы унесутъ безъ азота только на 62 кал. меньше (на 1 клгр. чугуна), чѣмъ съ нимъ и въ случаѣ работы на жженой извести и сухой рудѣ, такъ какъ для возмѣщенія тепла, вносимагося азотомъ, нужно будетъ увеличить количество сжигаемаго у фурмъ углерода, а условія работы печи останутся, по предположенію, прежними, даже... температура колошниковыхъ газовъ!

М П.

*J. Ehrenwerth.* Тепловое полезное дѣйствіе горючихъ матеріаловъ въ шахтныхъ печахъ вообще и доменныхъ въ особенности. (Oester. Z. f. Berg.—u. Hüttenwes., 1909, 18 Sept., 25 Sept., Rev. de Métal., 1909, № 8 и № 11).

Работа не окончена; напечатанныя двѣ первыя части ея заключаютъ въ себѣ выводъ формулъ для учета прихода тепла, развиваемаго горѣніемъ углерода и опредѣленія полезнаго его дѣйствія въ шахтной печи въ самомъ общемъ случаѣ и, въ частности, — въ доменной печи (разобраны случаи горѣнія древеснаго угля и кокса съ различнымъ содержаніемъ золы).

Тема для соображеній, развиваемыхъ авторомъ въ напечатанной части статьи, очень проста, — горѣніе углерода въ сухомъ воздухѣ и влажномъ, опредѣленіе количества образующихся продуктовъ, количества выдѣляемаго тепла; опредѣленіе количества тепла, вносимаго воздухомъ, нагрѣтымъ до разныхъ температуръ, и уносимаго продуктами горѣнія при разныхъ температурахъ колошниковыхъ газовъ; наконецъ, — примѣненіе полученныхъ выводовъ къ горючимъ матеріаламъ: древесному углю и коксу. Но, желая обобщить вопросъ, авторъ усложняетъ изложеніе, прибѣгая къ выводу многихъ формулъ съ большимъ количествомъ условныхъ обозначеній, запомнить которыя трудно. Окончательные выводы сопровождаются таблицами, которыя даютъ численныя значенія величинъ, входящихъ въ составъ формулъ и сообщаютъ всей статьѣ видъ справочной книги. Авторъ полагаетъ, что эти таблицы чрезвычайно облегчаютъ рѣшеніе вопросовъ въ различныхъ частныхъ случаяхъ и онъ не скупится на увеличеніе рубрикъ въ каждой изъ нихъ. Но разнообразіе естественныхъ условій таково, что значительно уменьшаетъ число случаевъ, въ которыхъ можно было бы прибѣгать къ такимъ таблицамъ. Напр., J. Ehrenwerth принимаетъ въ расчетъ коксъ съ различнымъ содержаніемъ золы (10;15,20% по отношенію къ 100 С.), но ограничивается нормальнымъ содержаніемъ влаги въ 5% и 3% летучихъ веществъ (газовъ), — тоже по отношенію къ 100 углерода; для древеснаго угля онъ принимаетъ слишкомъ высокое содержаніе углерода и низкое — летучихъ веществъ.

Все же, и такія таблицы могли бы быть полезны, если бы авторъ при составленіи ихъ исходилъ изъ правильныхъ данныхъ; этого, однако, сказать

нельзя,—по отношенію къ даннымъ о теплоемкостяхъ и способу пользованія ими авторъ обнаружилъ такую малоосвѣдомленность, какую трудно было ожидать отъ него.

Въ самомъ дѣлѣ, таблица теплоемкостей для высокихъ температуръ взята имъ изъ руководства Beckert'a (Leitfaden zur Eisenhüttenkunde, I) со ссылкой на Stimpfl, который обработалъ данныя изслѣдованія Le Chatelier, но такъ, что результаты обработки не сходятся ни съ результатами, даваемыми самимъ Le Chatelier, ни съ данными другихъ авторовъ, пользовавшихся тѣмъ же исходнымъ матеріаломъ (Н. Курнаковъ—Г. Ж. 1892, IV—304, Хвольсонъ, Физ., III, 188, 192; Damour. Chauffage industriel, Ричардсъ — Металлургическіе расчеты, ч. I, Haber — Thermodynamik technischer Gasreactionen, гл. 6 <sup>1)</sup>). До какой степени велика разница,—видно изъ нижеприводимой таблички, содержащей во второй строкѣ числа Le Chatelier (по обработкѣ Н. Курнакова) для теплоемкостей *при* 1000°, съ которыми и должны быть сравниваемы числа, принятые Ehrenwerth'омъ.

	Stimpfl— Beckert. При 1000°.	Le Chatelier— Н. Курнаковъ. При 1000°.	Отъ 0° до 1000°.	Holborn Henning. Отъ 0° до 1000°.	М. Pier. Отъ 0° до 1000°.
N <sub>2</sub> . .	0,2743	0,283	0,264	0,254	0,262
CO <sub>2</sub> . .	0,3221	0,369	0,295	0,257	—
H <sub>2</sub> . .	3,8351	4,000	3,700	—	3,568
H <sub>2</sub> O . .	0,7285	0,748	0,605	0,494 <sup>2)</sup>	0,490 <sup>3)</sup>

Но послѣдній выводитъ приходъ тепла, приносимаго дутьемъ, нагреваемымъ отъ 0° до t° и уносимаго колонниковыми газами, имѣющими температуру t, а, въ такомъ случаѣ, нужно примѣнять значенія для *среднихъ* теплоемкостей отъ 0° до t° или отъ t° до 0°, т. е.,—*гораздо меньшія*. Референтъ сравнилъ данныя нѣсколькихъ таблицъ Ehr. и убѣдился, что, дѣйствительно, вездѣ авторомъ взяты теплоемкости *при* t., т. е., что всѣ таблицы не вѣрны въ отношеніи прихода и расхода тепла.

(Данныя въ послѣднихъ колонкахъ вышеприведенной таблички значенія для среднихъ теплоемкостей по новѣйшимъ изслѣдованіямъ указываютъ, что вычисленныя по даннымъ Le Chatelier значенія ихъ слишкомъ высоки).

М. П.

**М. Павловъ. Опредѣленіе размѣровъ доменныхъ печей.**

(Iron & Coal Tr. Rev., 1909, July 9, 41).

Статья дѣлится на двѣ части; въ первой изъ нихъ авторъ сообщаетъ числовыя данныя для опредѣленія размѣровъ доменныхъ печей (эти данныя

<sup>1)</sup> Сочиненіе это имѣется и въ англійскомъ, и во французскомъ переводахъ; тѣмъ удивительнѣе, что подлинникъ остается неизвѣстнымъ нѣмецкимъ металлургамъ, какъ можно заключить не только по расчетамъ Ehrenwerth'a и Osann'a, но и другихъ авторовъ, статьи которыхъ печатаются въ нѣмецкихъ журналахъ. Haber даетъ сводку всего, что было сдѣлано для опредѣленія теплоемкостей газовъ по 1906 г. включительно. Послѣ выхода его сочиненія существенное измѣненіе и дополненіе данныхъ о теплоемкости газовъ внесено изслѣдованіемъ Holborn'a и Henning'a (Annal. d. Physik, 23 (1907), 809), опредѣлившихъ теплоемкости N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O до 1400° *прямымъ путемъ* и М. Pier (Ж. Р. М. О., 2, стр. 2), работавшаго методомъ взрыва.

<sup>2)</sup> Отъ 100° до 1000°.

<sup>3)</sup> Отъ 110° до 1000°.

составляют приложение къ описанію „Перваго дополненія къ атласу доменныхъ печей“), а во второй — даетъ примѣры пользованія этими данными, опредѣляя размѣры 11 доменныхъ печей, работающихъ при разнообразныхъ естественныхъ условіяхъ, выплавляя различные чугуны; профили этихъ печей даны на табл. 1 указаннаго „Дополненія“.

*М. П.*

*F. Firmstone.* Развитие размѣровъ и профилей доменныхъ печей въ долигѣ Лигай. (Ir. Tr. Rev., 1909, Oct. 28, 745).

Развитіе размѣровъ и профилей доменныхъ печей авторъ прослѣдилъ по фамильнымъ документамъ, касающимся печей завода Glendon, работавшимъ съ 1844 г. на антрацитѣ, — сначала подъ управленіемъ отца автора, а затѣмъ и его самого. Статья не лишена историческаго интереса, но послѣднія данныя, въ ней проводимыя, относятся къ 1882 году, такъ что она не содержитъ въ себѣ никакихъ свѣдѣній о послѣднемъ періодѣ работы антрацитовыхъ печей долины Лигай (Lehigh, въ восточн. Пенсильв.).

*М. П.*

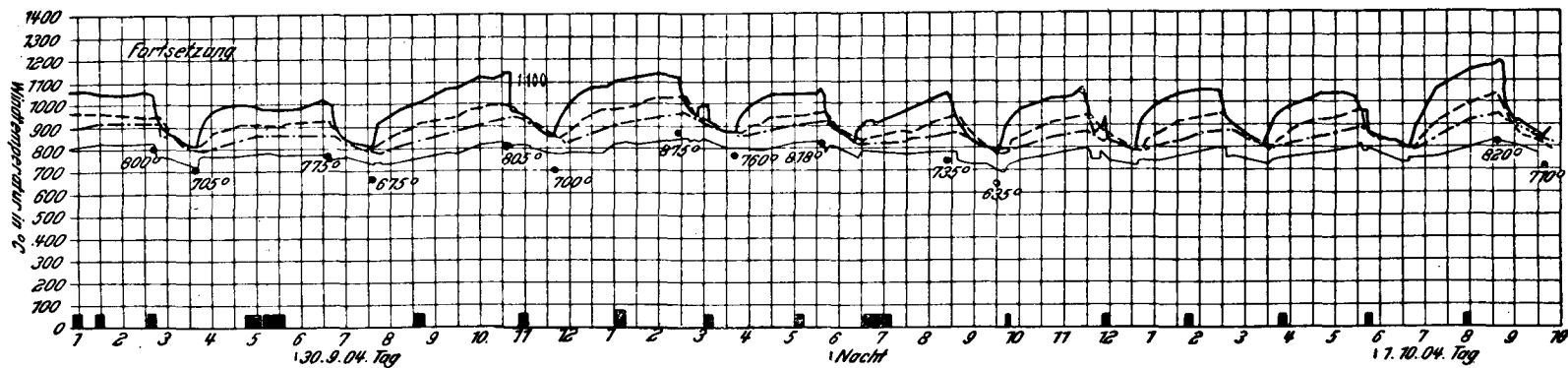
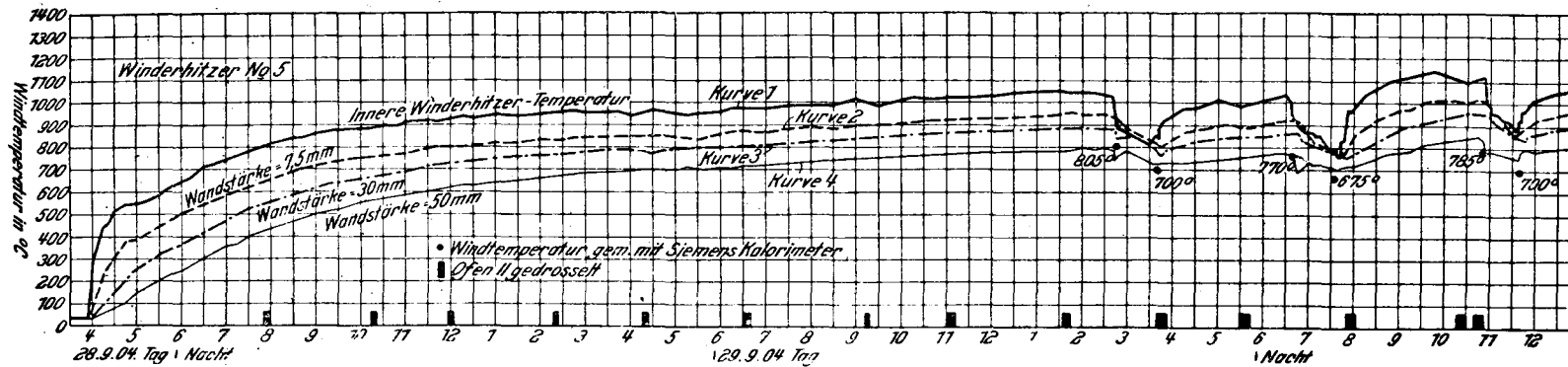
*B. Osann.* Расчетъ регенеративныхъ воздухонагрѣвателей, основанный на теплопроводности огнеупорнаго кирпича (St. & E., 1909, 1060, 1107, 1147 и переводъ въ Rev. de Métallurgie, 1910, Fevr. 98—116).

Статья В. Osann'а даетъ діаграмму записей пирометровъ, термпары которыхъ были поставлены подъ куполомъ воздухонагрѣвателя № 5 завода Burbach и въ кирпичахъ насадки на глубинѣ 7 $\frac{1}{2}$ , 30 и 50 мм.; размѣры и конструкцію самаго воздухонагрѣвателя; нѣкоторыя данныя объ условіяхъ его работы и, наконецъ, — результаты опредѣленій теплоемкостей огнеупорнаго кирпича при разныхъ температурахъ. Діаграммы и изображеніе воздухонагрѣвателя здѣсь воспроизводятся, но, чтобы они могли пригодиться читателю, нужно добавить, что ячейки насадки (изъ кирпичей въ 75 мм. толщины) имѣютъ размѣры 130 × 130 мм., что вѣсъ ея 390 тоннъ (14 тоннъ — вѣсъ кирпича для 215 кв. м. поверхности нагрѣва подъ куполомъ въ сожигат. камерѣ и подъ насадкой на глубину 37 мм.), а поверхность нагрѣва аппарата 5100 кв. метр. Что касается теплоемкостей (среднихъ отъ 0° до указанныхъ температуръ), то онѣ приводятся ниже:

200°	400°	600°	900°	1200°
0,211	0,234	0,250	0,260	0,263.

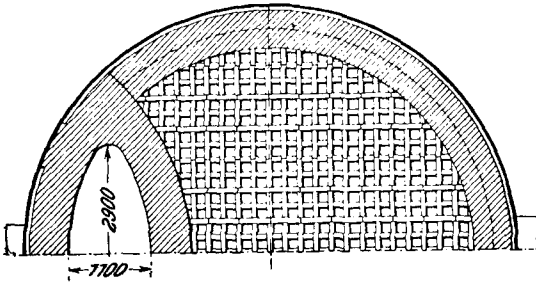
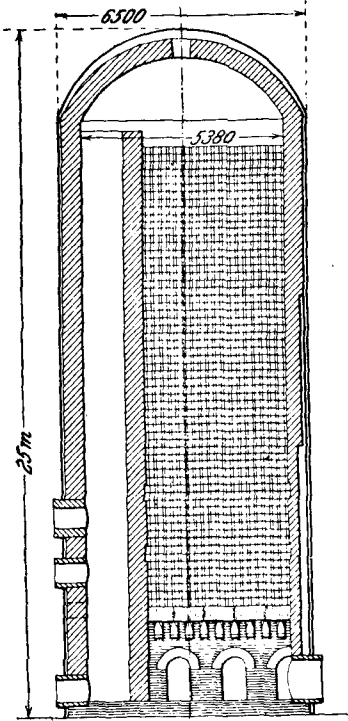
Что значенія теплоемкостей именно *среднія*, — это ясно слѣдуетъ изъ способа ихъ отысканія по опытнымъ даннымъ автора (дѣленіе числа калорій, переданнаго при охлажденіи до об. темп. водѣ калориметра, на наибольшее значеніе температуры нагрѣва), но самъ изслѣдователь полагаетъ, что онъ опредѣлилъ теплоемкость при вышеуказанныхъ температурахъ и пользуется ими, какъ таковыми, т. е., — неправильно. Указанная ошибка далеко не единственная, допущенная авторомъ, — всѣ расчеты реферлируемой статьи представляютъ нагроможденіе однѣхъ ошибокъ на другія, совершенно линиющее возможности сдѣлать изъ нея какой-нибудь правильный выводъ <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Послѣ сказаннаго дальнѣйшее реферированіе статьи было бы излишне, но, въ виду того значенія, какое придается въ технической литературѣ работамъ проф. Osann'а, полезно перейти отъ реферирования къ разбору его способа расчета воздухонагрѣвателей. Ред.



Фиг. 1.

Чтобы опредѣлить количество тепла, выдѣленное горѣниемъ газа въ аппаратѣ, до сихъ поръ считалось необходимымъ знать температуру, составъ и количество — газа, сгорѣвшаго въ аппаратѣ и — продуктовъ горѣнія, ушедшихъ въ трубу; авторъ полагаетъ, что, не зная этого, можно опредѣлять простымъ расчетомъ потерю тепла въ аппаратѣ по разности между теоретической температурой горѣнія газа и дѣйствительной температурой въ пространствѣ подъ куполомъ. Пер-



Фиг. 2.

вая, по вычисленію автора— $1247^{\circ}$ , а вторая, по приведеннымъ выше диаграммамъ,— $1065^{\circ}$ , т. е. на  $15\%$  меньше, откуда авторъ заключаетъ, что потеря тепла во всемъ аппаратѣ, составляетъ  $15\%$  всего прихода, упуская изъ виду, что стѣны купола нагрѣты до высшей температуры, а стѣны шахты гораздо холоднѣе и что средняя отдача тепла 1 кв. метр. стѣнъ не можетъ быть равна наибольшей подъ куполомъ.

Изъ этого, однако, не слѣдуетъ, что дѣйствительная потеря тепла непременно меньше  $15\%$ , а температура горѣнія газа не болѣе  $1247^{\circ}$ , — по расчету автора этихъ строкъ послѣдняя гораздо выше, чѣмъ опредѣляетъ Osann, именно:  $1335^{\circ}$  <sup>1)</sup>.

Узнавъ потерю тепла въ аппаратѣ, авторъ опредѣляетъ, что для возмѣщенія ея и для нагрѣва воздуха требуется  $54\%$  (!) всего количества газа, даваемого доменной печью, а, послѣ исправленія ошибки отъ принятія  $\text{CO}$  за  $\text{CO}^2$ ), — онъ мѣняетъ эту цифру на  $31\%$ , отчего мѣняются результаты всѣхъ подсчетовъ, сдѣ-

ланныхъ въ статьѣ, но расчетъ, все-таки, не дѣлается безупречнымъ. Дѣло въ томъ, что исходныя данныя, — количество дутья и газовъ, — не установлены авторомъ точно.

<sup>1)</sup> Въ приходѣ тепла на 798 кал. болѣе отъ горѣнія  $\text{CO}$  (2436 кал. на 1 kg.); среднія теплоемкости продуктовъ горѣнія ниже принятыхъ Осанномъ:

$$\begin{array}{cccc} \text{CO}_2 & \text{N}_2 & \text{H}_2\text{O} & \text{O}_2 \\ 53,4 \times 0,268 + 117,3 \times 0,26 + 10,2 \times 0,51 + 3,9 \times 0,228 + 0,22 \times 0,22 = 50,95 \\ (67238 + 798): 50,95 = 1335. \end{array}$$

<sup>2)</sup> Указано было Chr. Aldendorff въ № 43 St & E., 1690.

Количество дутья онъ опредѣляетъ такъ:  $4679 \times 4,2 = 19651,8$  куб. м. или 25359 kg. въ 1 часъ, что даетъ  $327\frac{1}{2}$  куб. м. въ 1 мин., если 4679 kg.—колич. углерода, сжигаемое въ печи въ часъ. Но, допуская это, авторъ позабылъ, что колич. дутья, проходящее чрезъ аппаратъ, гораздо больше того, какое требуется для сжиганія С въ СО; каково оно въ данномъ случаѣ,—опредѣлить точно нельзя, за недостаткомъ сообщаемыхъ авторомъ данныхъ; можно лишь сказать, что, судя по колич. чугуна, оно не меньше  $400^3$  м. и, вѣроятно, не больше  $425^3$  м., т. е. на  $30\%$  болѣе того, что принимаетъ авторъ.

Количество колошниковыхъ газовъ авторъ опредѣляетъ такъ:  $4679 \times 4,2 \times 1,4 = 27512$  куб. м., т. е.,—исходя изъ предположенія, что изъ 1 куб. метра дутья получается 1,4 куб. м. газовъ и не считаясь съ составомъ газовъ и количествомъ СО<sub>2</sub> изъ флюса. Между тѣмъ, газы содержатъ въ себѣ  $10,9\%$  СО<sub>2</sub> и  $27,3\%$  СО; въ 1 куб. метрѣ ихъ содержится, значить,—

$$0,538 (0,109 + 0,273) = 0,2055 \text{ kg. C,}$$

и, сжигая 4679 kg. С у фурмъ, мы получимъ *не меньше*

$$4679 : 0,2055 = 22770^3 \text{ м.} = 29600 \text{ kg. газовъ,}$$

т. к., кромѣ углерода кокса, въ печь поступаетъ углеродъ флюса или пустой породы руды (сколько его, — авторъ не сообщаетъ, чѣмъ и дѣлаетъ точный учетъ невозможнымъ).

Нужно отмѣтить, что явное преуменьшеніе количества дутья и газовъ, допущенное авторомъ, отражается на его расчетахъ самымъ существеннымъ образомъ: работа насадки оказывается *гораздо интенсивнѣе*, чѣмъ считаетъ авторъ и истинныя значенія коэффициентовъ отдачи тепла должны значительно отличаться отъ опредѣленныхъ имъ.

Наконецъ, и учетъ количества тепла, скопленнаго въ насадкѣ, средняя температура которой, по діаграммѣ, =  $655^\circ$ , дѣлается авторомъ невѣрно. На основаніи его опредѣленій теплоемкости кирпича насадокъ, можно составить такую формулу для опредѣленія *средней* теплоемкости:

$$C_0^t = 0,2 + 0,00008 t;$$

она даетъ для обыкновенной температуры 0,2; отъ  $0^\circ$  до  $400^\circ$ —0,232 и отъ  $0^\circ$  до  $600^\circ$ —0,248, что и было найдено въ дѣйствительности (для очень высокихъ температуръ формула невѣрна). Но для теплоемкости *при  $655^\circ$*  она дастъ:

$$C_{655} = 0,2 + 2 \times 0,00008 \cdot 655 = 0,305,$$

между тѣмъ, авторъ беретъ 0,252, т. е. величину меньшую, на  $17\%$ .

Неудивительно, что окончательный итогъ провѣрки аппарата завода *Virbach* даетъ результатъ, несогласный съ дѣйствительностью: для нагрѣва  $327\frac{1}{2}$  куб. м. дутья до  $780^\circ$  по *Osann*'у требуется 6042 кв. м. пов. нагрѣва (!), въ дѣйствительности, было въ работѣ 5100 кв. м., а дутья нагрѣвалось на  $30\%$  (вѣроятно) болѣе.

*М. П.*

**Воздухонагрѣватель А. С. Nelson.** (Гр. Tr. Rev., 1909, July 15, 130).

Замѣтка даетъ хоропній чертежъ аппарата съ центральной сжигательной камерой, отличающагося отъ другихъ, раньше построенныхъ приборовъ

того же типа, огнеупорной кладкой насадки и огнеупорныхъ стѣнъ, — онѣ выложены изъ кирпича нормальныхъ размѣровъ и обыкновенной формы (Аппаратъ представленъ на табл. 44 „Перваго дополненія къ альбому черт. по дом. производству“).

М. П.

#### Усовершенствованный воздухонагрѣватель Amsler'a.

(Gr. Tr. Rev., 1909, Nov. 18, 887).

Воздухонагрѣватель Amsler'a принадлежитъ къ типу аппаратовъ Mas-sicks-Crook'a; усовершенствованіе, о которомъ говорится въ замѣткѣ (хорошо иллюстрированной) и которое относится къ деталямъ расположенія свода, не можетъ устранить коренного недостатка аппарата, — значительно меньшей нагрѣвательной поверхности при данномъ вѣсѣ насадки, чѣмъ въ аппаратахъ типа Cowper'a.

М. П.

#### F. Daubiné и E. Roy. Объ осушеніи дутья для доменныхъ печей и рациональ- номъ способѣ употребленія хлористаго кальція для этой цѣли.

(Bul. Soc. Miner., 1909, nov. 397—452, dec. 477—542).

Обширная работа авторовъ дѣлится на 2 части. Въ первой изъ нихъ резюмируется все то, что было высказано о сбереженіи горючаго осушеніемъ дутья (причемъ отъ себя авторы не вносятъ ничего для уясненія темнаго вопроса о причинахъ значительнаго сокращенія расхода горючаго); приводятся всѣ, опубликованные до сихъ поръ, результаты, достигнутые примѣненіемъ осушеннаго дутья; дѣлается расчетъ стоимости устройства и содержанія оборудованія для осушенія дутья въ условіяхъ работы печи на рудѣ „minette“ (при 150 t. суточной производительности) и томъ способѣ осушенія, какой принять былъ Gayley (т. е. охлажденіе дутья циркулирующимъ въ трубкахъ растворомъ). Расчетъ этотъ даетъ весьма незначительную вѣроятную экономію отъ примѣненія осушеннаго дутья. — около 2,6 fr. на 1 тонну суточной производительности. Это побудило авторовъ заняться изысканіемъ болѣе дешеваго, — какъ по расходамъ на установку, такъ и по содержанію, — способа осушенія дутья и онъ найденъ, по ихъ мнѣнію, въ поглощеніи влаги дутья хлористымъ кальціемъ при условіи деневай „регенераци“ послѣдняго (т. е., превращенія въ безводное состояніе) отходящими отъ воздухонагрѣвателей продуктами горѣнія, имѣющими всегда достаточную для этого температуру.

Такой способъ осушенія дастъ дальнѣйшее удешевленіе (противъ охлажденія) въ 1,15 fr. на тонну чугуна, позволяя удешевить 1 тонну послѣдняго на 4 fr. работой осушеннымъ дутьемъ. Вся вторая часть работы авторовъ (декабрьская книга вышеназв. журнала) и занята выясненіемъ особенностей способа осушенія хлористымъ кальціемъ, его преимуществъ (въ связи со способомъ регенераци гидрата  $\text{CaCl}_2$ ) и опредѣленіемъ вѣроятной стоимости. Здѣсь же дано изображеніе предлагаемыхъ авторами устройствъ, — понятно, лишь въ схематическомъ видѣ.

М. П.

*H. Naville. Турбо-воздуховки (Stahl und Eisen, 1909, 493).*

Двадцать лѣтъ тому назадъ существовалъ взглядъ, что воздуховки съ круговращательнымъ движеніемъ поршня и вентиляторы пригодны для производства дутья только низкаго напряженія, до 0,5 м. водяного столба. *Парсонсъ* и *Рато* были первыми, построившими вращающуюся воздуховку, дѣйствующую отъ паровой турбины. Въ то время какъ *Парсонсъ* приближался къ цѣли чисто эмпирическимъ путемъ, *Рато*, на основаніи изслѣдованій, произведенныхъ имъ надъ рудничными вентиляторами, представилъ теорію расчета плавно вращающихся воздуховокъ. При своихъ опытахъ надъ вентиляторомъ въ одно колесо, діаметромъ въ 250 м.м., приготовленномъ изъ лучшей стали, соединеннымъ съ паровой турбиной, съ числомъ оборотовъ отъ 8000—20200 въ минуту, слѣдовательно, —при окружной скорости вентилятора до 265 м. въ секунду, онъ достигалъ давленіе воздуха до 5,8 м. водяного столба, т. е. до  $\frac{1}{2}$  килогр. на кв. сант. при чемъ подача была отъ 11 до 40 куб. метр. въ минуту, а полный коэффициентъ полезнаго дѣйствія турбины и вентилятора, при адиабатическомъ расширеніи пара и адиабатическомъ сжатіи воздуха, при наивышемъ числѣ оборотовъ, былъ около 30%. Такъ какъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія турбины былъ около 50%, то коэффициентъ полезнаго дѣйствія вентиляторъ нужно считать около 60%, при чемъ наибольшая мощность установки опредѣлилась въ 80 НР. Изъ этихъ опытовъ сдѣлано было два вывода, а именно: 1) при одинаковомъ выходномъ сѣченіи, количество всасываемаго воздуха или подача его прямо пропорціональна окружной скорости и, 2), —напряженіе дутья растетъ пропорціонально квадрату скорости.

Такъ какъ при вышеуказанной значительной скорости, больше 200 м., давленіе дутья достигало только  $\frac{1}{3}$  атмосферы, то для полученія большихъ сгущеній явилась мысль строить вентиляторы изъ нѣсколькихъ вращающихся колесъ и теперь уже построено много такихъ вентиляторовъ, или компрессоровъ, для воздуха и углекислоты, работающих при давленіи до 6 атм. при подачѣ 50—68 м<sup>3</sup> и числѣ оборотовъ: 4200 — 4500 въ минуту; расходъ пара для всего агрегата опредѣлился въ 0,64 клг. на 1 м.<sup>3</sup> всосаннаго и сжатаго до 4,8 атм. воздуха, при вакуумѣ въ паровой турбинѣ 87%. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія этихъ воздуховокъ (компрессоровъ) измѣнялся, однако, только отъ 55% до 60%. Благодаря, далѣе, усовершенствованію въ конструкціи вентиляторныхъ колесъ, коэффициентъ полезнаго дѣйствія въ послѣднихъ воздуховкахъ *Рато* возросъ до 70 и 75%, при подачѣ отъ 400 до 500 м.<sup>3</sup> воздуха въ минуту и при сгущеніи дутья въ 30 с. м. ртути.

Теперь, чтобы сравнить дѣйствіе двухъ основныхъ системъ воздуховныхъ машинъ—поршневой и турбо,—нужно опредѣлить количество пара, или электрической энергіи, на производство работы, нужной для всасыванія при атмосферномъ давленіи и температурѣ опредѣленнаго количества воздуха и для сжатія его до одинаковаго давленія. Всѣ измѣренія и опредѣленія можно произвести одинаково въ обоихъ случаяхъ, кромѣ измѣренія количества всасываемаго воздуха. При поршневой воздуховкѣ описываемое поршнемъ пространство, опредѣленное по индикаторной діаграммѣ, нужно помножить на объемный коэффициентъ полезнаго дѣйствія, — полученная



величина и представить количество всасываемого воздуха. При вращающихся воздуходувках количество всасываемого воздуха определяется или измерением скорости воздуха во всасывающем канале и трубах, или, лучше, измерением насадок, так как последнее проще и дает более верные результаты.

При компрессорах высокого давления, но с небольшой подачей, предполагается всегда резервуар для сжатого воздуха, который снабжается правильно закругленными коническими насадками, и в резервуаре определяется происходящий перепад давления над атмосферным. При воздуходувках для большой подачи, но работающих с незначительным давлением, упругость воздуха измеряется при выходе из воздуходувки, для чего на воздухопровод делается дроссельный клапан, с трубой достаточной длины, чтобы привести через клапан происходящие колебания к покою; на конце трубы помещается опять коническая насадка известного поперечного сечения и, при помощи трубки *Пито*, определяется давление, а термометром — температура.

Сечение насадки выбирается так, чтобы превышение давления  $p$ , которое необходимо, чтобы измеренное количество воздуха прогнать через насадку в атмосферу, достигало только 0,5 — 1,0 м. водяного столба. Тогда количество выходящего воздуха определяется по формуле

$$Q = F \varphi 0,24 \sqrt{T}$$

где  $T$  абсолютная температура внутри воздухопровода, по переводу которой к температуре  $T_0$ , получим количество действительно всосанного воздуха. Коэффициент  $\varphi$  изменяется в пределах: 0,98 и 1,00.

Термический коэффициент полезного действия воздуходувки, работающей без охлаждения, определяется очень легко после измерения температуры вытекающего воздуха. Потеря от трения в воздуходувке идет тоже на нагрев воздуха, и истекающий воздух нагревается больше, чем при чистом адиабатическом сжатии. Вычисляя соответствующее повышение температуры при адиабатическом сжатии и измеряя действительное повышение температуры, из отношения этих двух чисел получают термический коэффициент полезного действия турбины. Полученный таким образом коэффициент только на 2 — 3% больше, чем полный коэффициент полезного действия воздуходувки, в которой учитывается потеря через лучеиспускание в стенках воздуходувки и трение в подшипниках.

Из диаграмм испытаний над турбовоздуховками для доменных печей и вагранок получены следующие данные.

Минутный объем доставляем. воздуха.	Давление дутья.	Число оборот.	Система воздухопод.	Коэффициент полезн. действия.	N
140 м. <sup>3</sup> (домен.)	0,275 ат.	2900	Brown-Boveri-Bateau	73	140
700 (домен.)	0,700	2900		70	1400
600 (вагран.)	0,300	2900	„	85	650 (850 kw)

Вращающаяся воздуходувка, при определенной окружной скорости, должна давать определенное давление, которое изменяется очень мало в зависимости от требуемого количества дутья, так как оно зависит только от величины сечения выдающих отверстий и от известного сопротивления. Итак, количество дутья, требуемое напряжение и число оборотов воздуходувки зависят от высоты печи и сечения сопель. Уменьшая сопротивление в печи, при остающемся постоянным числе оборотов воздуходувки и при том же сечении насадок, вдувается больше воздуха; увеличивая первое, уменьшают количество вдуваемого воздуха. Таким образом, число оборотов находится всегда в прямой зависимости от сопротивления и когда регулятор числа оборотов двигающей турбины, или реостат, регулирующий сопротивление мотора, будут находиться в соединении с каким-нибудь воздушным поршнем, всегда будет достигаться требуемое число оборотов. Таким образом, чтобы регулировать постоянное давление воздуха необходимо цилиндр этого поршня, нагруженного пружинами и противовѣсами, соединить с воздухопроводами. Напротив, когда, при изменяющемся сопротивлении в печи, требуемое количество воздуха должно оставаться постоянным, в воздухопровод вводится особый аппарат, изменяющий давление, получающаяся разность давлений пропорциональна квадрату скорости вытекания воздуха и, вмѣстѣ, количеству дутья.

Что касается стоимости энергии, то для доменных печей нужно сравнивать поршневую газовую воздуходувку с турбовоздуходувкой, работающей от котлов. Но здѣсь турбовоздуходувка имѣет многія преимущества: незначительная стоимость оборудования, небольшое пространство, занимаемое всѣмъ устройствомъ, незначительныя издержки на ремонтъ, спокойный ходъ печи и удобный способъ регулированія. Турбовоздуходувки приводятся въ дѣйствіе регулируемыми электромоторами, даже трехфазнаго тока, и это привело теперь къ возможности постройки турбовоздухоекъ и для сталелитейныхъ, гдѣ большіе газомоторы совершенно не примѣнимы, напр.: для конвертеровъ, въ которыхъ давление дутья изменяется от 0,5 до 2,5 ат.

Изъ сравненія расхода пара въ лучшихъ паровыхъ поршневыхъ воздуходувкахъ и турбовоздуходувкахъ выходитъ, что послѣднія расходуютъ пара больше только при малой нагрузкѣ; при большихъ нагрузкахъ результаты получаются болѣе благоприятными въ пользу турбовоздухоекъ, стоимость же эксплуатаціи турбовоздухоекъ на 20% ниже поршневой паровой воздуходувки.

*Н. В.*

***В. Scherbius.* Регулированіе числа оборотовъ турбовоздухоекъ, приводимыхъ въ дѣйствіе электромоторами. (Stahl und Eisen, 1909, 544).**

Въ настоящее время турбовоздуходувки съ электрической передачей примѣняются уже, какъ конверторныя воздуходувки, или, говоря короче, какъ воздуходувки съ переменной подачей дутья. Сначала турбовоздуходувки приводились въ дѣйствіе электромоторами только постояннаго тока, допускающими изменение числа оборотовъ. Въ случаѣ мотора трехфазнаго, при обыкновенной установкѣ и передачѣ къ турбовоздухоекъ, встрѣчается то неудобство, что при данномъ числѣ періодовъ мотора, напр. 50, онъ

можетъ имѣть только два числа оборотовъ, напр. 3000 и 1500. При соединеніи съ турбовоздуходувками ограниченіе въ числѣ оборотовъ мотора приводитъ къ необходимости увеличенія вѣса, цѣны, измѣненія коэффиціента полезнаго дѣйствія и т. д.

Фирма A. G. Brown, Boveri & C<sup>o</sup> въ Баденѣ снабжаетъ, поэтому, свою систему особымъ нормальнымъ индукціоннымъ моторомъ, который непосредственно включается въ сѣть высокаго напряженія. До сихъ поръ регулированіе такого рода моторовъ-агрегатовъ производилось введеніемъ сопротивленія. Для сопротявленія въ указанной системѣ и вводится коллекторный индукціонный моторъ, который не поглощаетъ отданную энергію по причинѣ регулированія контактныхъ колесъ мотора, но превращаетъ ее въ механическую работу и тѣмъ большую часть ее дѣлаетъ полезной. Примѣненіе коллекторнаго мотора въ соединеніи съ индукціоннымъ моторомъ даетъ, кромѣ того, значительное обезпеченіе, такъ какъ коэффиціентъ мощности пускового или главнаго мотора улучшается, и число оборотовъ регулируется въ желаемыхъ предѣлахъ. Такая возможность достигается вслѣдствіе того, что коллекторный моторъ при всякомъ числѣ періодовъ превращаетъ электрическую энергію въ механическую. Отсюда очень важное заключеніе для турбо воздуходувкъ, — что съ помощью коллекторнаго мотора возможно достигнуть синхроннаго движенія съ индукціоннымъ моторомъ, при нормальномъ числѣ оборотовъ около 3000 въ 1 м. Это преимущество особенно важно для конвертерныхъ воздуходувкъ.

Что касается коэффиціентовъ полезнаго дѣйствія такой установки, то они, въ зависимости отъ особенностей включеній и величины установки, измѣняются въ широкихъ границахъ, а именно: отъ 78 до 88<sup>o</sup>/<sub>o</sub> при полной нагрузкѣ и регулировкѣ въ 30<sup>o</sup>/<sub>o</sub>.

Относительно выравниванія нагрузки при передачѣ отъ электромотора является то преимущество, что коэффиціентъ полезнаго дѣйствія такой установки колеблется только незначительно, такъ какъ достаточно незначительнаго измѣненія числа оборотовъ мотора, чтобы достигъ уже большихъ измѣненій въ турбовоздуходувкѣ.

При электрической передачѣ газомоторъ на центральной станціи будетъ меньше, а турбовоздуходувки значительно легче, дешевле и будутъ занимать значительно меньше мѣста, чѣмъ газовыя воздуходувки.

Если центральная станція не велика, то нагрузки можно выравнивать слѣдующимъ образомъ. Нормальный асинхронный моторъ соединяется съ быстровращающимъ стальнымъ маховымъ колесомъ. Асинхронный моторъ регулируетъ включенную коллекторную машину при посредствѣ ея контактныхъ колець, такъ что изъ сѣти берется только столько энергіи, сколько отдается. Преимущество этого устройства противъ извѣстной системы *Ильмера* состоитъ въ томъ, что не вся энергія должна преобразовываться, и генераторъ беретъ только ту энергію, которая необходима, чтобы зарядить маховое колесо.

Въ этомъ случаѣ электрическое напряженіе машинъ въ неблагоприятномъ случаѣ составляетъ только четверть того, которое необходимо въ умформерѣ *Ильмера*; масса маховика также меньше, чѣмъ въ умформерѣ *Ильмера*, такъ какъ число оборотовъ не ограничено. Система *Ильмера* рабо-

таеть съ измѣненіемъ числа оборотовъ около 13,5%. Маховикъ буферной машины описанной системы можетъ работать при измѣненіи числа оборотовъ даже въ 50%. Въ первомъ случаѣ используется до 25%, во второмъ до 75% энергии маховика; слѣдовательно, — во второмъ случаѣ, при одинаковой силѣ, вѣсъ маховика можетъ быть уменьшенъ до  $\frac{1}{3}$  вѣса маховика при системѣ *Ильнера*.

При установкѣ такой буферной машины можетъ быть два случая: или турбокомпрессоръ находится въ большомъ разстояніи отъ центральной станціи, — тогда буферная машина становится вблизи компрессора, а трансформаторъ на среднее напряженіе, или, когда турбокомпрессоръ находится вблизи центральной станціи, — тогда буферная машина ставится также на центральной станціи.

*Н. В.*

### С. Кошкинъ. Замѣтки по доменному дѣлу въ Америкѣ.

(Технич. Вѣстн., 1909, июль, августъ, сент. и окт.).

Авторъ, пробывъ годъ съ небольшимъ въ Питсбургскомъ районѣ, успѣлъ близко ознакомиться съ работой тамошнихъ доменныхъ печей и въ 4-хъ №№ Техн. Вѣстника дѣлится съ читателемъ свѣдѣніями, добытыми на мѣстѣ имъ лично. Въ началѣ своей статьи онъ, однако, даетъ статистическія свѣдѣнія о современномъ развитіи производства чугуна въ Соед. Шт. С. А., сообщаетъ составъ сырыхъ матеріаловъ по металлургіи чугуна R. Foythe, приводитъ способъ упрощеннаго расчета шихты и составъ шлаковъ по тому же источнику, давая въ августовской книжкѣ, въ видѣ примѣра, 2 шихты, на бессемеровскій (д. п. въ Мак-Киспортѣ) и мартеновскій чугуны (д. п. Дюкенъ № 4). Послѣднюю, рассчитанную авторомъ и болѣе подробно сообщенную, мы и заимствуемъ.

1) Составъ колошъ и суточный расходъ матеріаловъ доменной печи № 4 завода Дюкенъ.

Руда Mesaba № 3 . . . . .	} Всего 3 бадьи по 10000 ф.	16500 фн.	} Въ сутки: На 1 t. чугуна: 1071 тон. 1,902 t.
„ „ № 2 . . . . .		5000 „	
„ Bernhart . . . . .		6000 „	
Мартеновскій шлакъ . . . . .		1500 „	
Бессемеровскіе выбросы . . . . .	1000 „		
Коксъ . . . . .	4 $\frac{1}{2}$ бадьи	15000 „	554 „ 0,983 „
Известнякъ . . . . .	1 „	7616 „	171 „ 0,483 „

2) Химическій составъ сырыхъ матеріаловъ въ ‰.

Матеріалы:	SiO <sub>2</sub> .	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	CaO.	MgO.	Fe.	Mn.	P.	S.	H <sub>2</sub> O.
Mesaba № 3 . . . . .	5,0	2,5	0,5	—	50,0	—	0,09	} Въ } средн. } 16,0	}
„ № 2 . . . . .	3,5	1,5	0,5	—	55,0	—	0,05		
Bernhart . . . . .	11,0	2,5	1,5	—	52,0	—	0,06		
Мартен. шлакъ. . . . .	19,0	3,0	36,0	11,0	14,0	7,0	1,50		
Бессемер. выбросы. . . . .	18,0	—	—	—	52,0	—	0,05	0,10	
Коксъ . . . . .	5,5	3,5	(C=84,5)	0,5	—	—	0,01	1,0	5,0
Известнякъ . . . . .	4,0	1,0	53,0	—	—	—	0,006	—	—

## 3) Балансъ сырыхъ матеріаловъ и продуктовъ плавки.

## 1) Руда и шлаки.

		Чугунъ.	Шлакъ.	Газы.
SiO <sub>2</sub> .	2125,0;	Si = 157,0;	SiO <sub>2</sub> = 1789,1;	O <sub>2</sub> = 178,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	682,5;	—	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 682,5;	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	21220,0	Fe = 14850,0;	—	O <sub>2</sub> = 6370,0
CaO .	737,5	—	CaO = 737,5	—
MgO .	165,0	—	MgO = 165,0	—
MnO .	135,4	Mn = 52,5	MnO = 67,7	O <sub>2</sub> = 15,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .	100,6	P = 44,1;	—	O <sub>2</sub> = 56,5
S ..	30,0	—	S = 30,0	—
H <sub>2</sub> O .	4804,0	—	—	H <sub>2</sub> O = 4804,0
Всего .	30000,0	15103,6	+ 3471,8	+ 11424,6 = 30000,0

## 2) Коксъ.

C . .	13094,0;	C = 589,0	—	C = 12505
Fe . .	77,5;	Fe 77,5	—	—
SiO <sub>2</sub> .	852,5	—	SiO <sub>2</sub> = 852,5	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	542,5	—	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 542,5	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .	3,5	P = 1,5	—	O = 2,0
S . .	155,0	—	S = 155,0	—
H <sub>2</sub> O .	775	—	—	H <sub>2</sub> O = 775,0
Всего .	15500,0	668,0	+ 1550,0	+ 13282 = 15500,0

## 3) Известнякъ.

SiO <sub>2</sub> .	304,6	—	SiO <sub>2</sub> = 304,6	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	76,2	—	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 76,2	—
CaO .	4036,5	—	{ CaO = 3712,8	O <sub>2</sub> = 92,5
			{ Ca = 231,2	
CO <sub>2</sub> .	3172,0	—	—	CO <sub>2</sub> = 3172,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .	1,0	P = 0,40	—	O <sub>2</sub> = 0,6
H <sub>2</sub> O .	25,7	—	—	H <sub>2</sub> O = 25,7
Всего .	7616,0	0,40	+ 4324,8	+ 3290,8 = 7616,0

## 4) Дутье.

O <sub>2</sub> . .	14192,0	—	—	O <sub>2</sub> = 14192,0
N <sub>2</sub> . .	47253,4	—	—	N <sub>2</sub> = 47253,4
	61445,4	—	—	H <sub>2</sub> = 69,3
Влаги .	623,7	—	—	O <sub>2</sub> = 554,4
Всего .	62069,1	—	—	62069,1 = 62069,1
Итого .	115185,1	15772,0	+ 9346,6 + 90066,5	= 115185,1

Чугунъ.		Шлакъ.		Газы.	
Fe =	14927,5 или 94,65%;	SiO <sub>2</sub> =	2946,2 или 31,52%;	CO <sub>2</sub> =	16341,2 или 13,1 %
Si	157,0 " 1,00 "	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1301,2 " 13,92 "	CO	= 20797,9 " 23,1 "
Mn	52,5 " 0,33 "	CaO	4450,3 " 47,62 "	N <sub>2</sub>	= 47253,4 " 57,5 "
P	46,0 " 0,29 "	MgO	165,0 " 1,77 "	H <sub>2</sub>	= 69,3 " 0,08 "
C	589,0 " 3,73 "	MnO	67,7 " 0,72 "	H <sub>2</sub> O	= 5604,7 " 6,22 "
—	—	CaS	416,2 " 4,45 "	—	—
15772	100,0	9346,6	100,0	90066,5	100,0

Объемный состав сухого газа:  $\text{CO}_2$ —13,1%,  $\text{CO}$ —26,2%,  $\text{N}$ —59,5% и  $\text{H}_2$ —1,2%; авторъ задавался при расчетѣ отношеніемъ  $\text{CO}:\text{CO}_2 = 2$ , не указывая дѣйствительнаго состава газа. Содержаніе  $\text{Mn}$  въ рудѣ (около 0,50%) не было принято во вниманіе, отчего содержаніе этого элемента въ чугунѣ вышло по расчету ниже дѣйствительнаго.

Результаты подсчета даютъ возможность установить нижеслѣдующія соотношенія, характерныя для мѣстныхъ условий работы.

На 1 вѣс. часть	Руды.	Известняку.	Кокса.	Дутья.	Газовъ.	Шлаку.	Чугуна.
Руды . . . . .	1,000	0,254	0,517	2,069	3,002	0,312	0,526
Кокса . . . . .	1,935	0,491	1,000	4,004	5,811	0,603	1,018
Чугуна . . . . .	1,902	0,488	0,983	3,935	5,711	0,593	1,000

Для сужденія о томъ, насколько теоретическій расчетъ затраты сырыхъ матеріаловъ на 1 выплавленнаго чугуна и количества продуктовъ плавки сходится съ дѣйствительностью, приводятся нижеслѣдующія данныя интереснаго опыта надъ дѣйствіемъ той же печи въ теченіе 60 дней работы.

	Матеріаловъ, Желѣза,		Въ сутки,		На 100 чугуна (жидк. и скрап.).
	тоннъ.	%	тоннъ.	тоннъ.	
Руды . . . . .	68200	49	33418	1137	209,2
Чугуна въ ковнѣ (жидкаго) . . . . .	31183	94	29312	519,7	} 100,0
Чугуна скрапа (тверд.) . . . . .	1425	94	1139	23,8	
Пыли . . . . .	4630	42	1944	77	14,2
Шлаку . . . . .	17500	0,5	87	292	53,7
Потери, опредѣленной по недостатку			736	12,3Fe	2,3Fe

Въ слѣдующей книгѣ Т. В. авторъ сообщаетъ размѣры доменной печи и детали ея конструкціи, представленныя эскизами. Относительно первыхъ нужно сказать, что они были уже даны въ первой книгѣ Ж. Р. М. О. (стр. 86), а относительно вторыхъ,—что онѣ исполнены очень грубо и портятъ впечатлѣніе, производимое описаніемъ. Кстати, нужно отмѣтить ошибку автора въ расчетѣ вмѣстимости печи: объемъ горна ниже фурмъ имъ указывается въ 6432 куб. фут., т. е.,—на 69% больше вмѣстимости заплечиковъ (3801 куб. фут.)! Въ дѣйствительности онъ около 1620 куб. ф., а полный объемъ (авторъ считаетъ здѣсь не только объемъ мертваго пространства между горизонтомъ засыпи у колонника и кромкой поднятаго конуса, но и вмѣстимость самой воронки) не 32354<sup>3</sup> ф., а около 27500<sup>3</sup> ф. (779 куб. м.). Исключая отсюда объемъ мертваго пространства и воронки (около—2100<sup>3</sup> ф.), получимъ 25400<sup>3</sup> ф. или 719 куб. м., заполненныхъ плавильными матеріалами и продуктами плавки.

Имѣя на 6 куб. метр. меньшую вмѣстимость, печь эта дала за первую кампанію, 5 лѣтъ 4 мѣс. или 1946 дней, 987.157 тоннъ чугуна, т. е., 507,27 т. въ сутки въ среднемъ, при относительномъ расходѣ кокса 0,915.

Въ послѣдней части своей работы авторъ сообщаетъ подробности относительно приѣмовъ выдувки и задувки печей завода Дюкенъ. Нижеслѣдующее извлеченіе, полагаемъ, представитъ интересъ для читателей Ж. Р. М. О.

## Загрузка печи Дюкенъ № 4 (31 дек. 1902 г.).

Число колошъ.	С о с т а в ъ к о л о ш ъ :			
	тоннъ кокса.	тоннъ извести.	тоннъ шлака домен.	тоннъ руды.
6	1,63 × 4 = 6,52	—	—	—
8	" = 6,52	+ 1,36	+ 2,26	—
8	" = 6,52	+ 2,9	+ 3,18	+ 1,81
8	" = 6,52	+ 2,26	+ 1,36	+ 2 × 2,72 = 5,44
8	" = 6,52	+ 2,54	+ 0,9	+ 2 × 3,4 = 6,80
6	" = 6,52	+ 3,04	+ 0,45	+ 2 × 3,85 = 7,7
5	" = 6,52	+ 2,95	—	+ 2 × 4,53 = 9,06
5	" = 6,52	+ 3,04	—	+ 3 × 3,4 = 10,20
10	" = 6,52	+ 3,22	—	+ 3 × 3,85 = 11,55

Домна загружена была 34 колошами; дальнѣйшее измѣненіе сыпи производилось сообразно ходу печи.

Послѣдовательное увеличеніе количества дутья, его давленія и температуры происходило такъ:

Январь	Время	Оборотовъ въ мин.	Объемъ опис. поршнями.	Давленіе см.	Темпер. С°.
	2—10 ч. 30 м. у.	20	344 куб. м.	10,4	316
	2—9 " 30 " в.	22	378,4 " "	16,8	316
	3—7 " — " у.	24	412,8 " "	28,2	427
	3—9 " 30 " у.	26	447,2 " "	33,6	427
	3—6 " — " в.	28	481,6 " "	31,0	427
	4—1 " — " н.	30	516 " "	36,2	483
	4—7 " — " у.	32	550,4 " "	31,0	538
	4—6 " 30 " в.	34	584,8 " "	46,5	594
	5—7 " " " у.	36	619,2 " "	49,1	594
	5—12 " — " д.	38	653,6 " "	51,7	594
	5—6 " — " м. в.	40	688,0 " "	56,9	594

Первый шлакъ былъ выпущенъ 3 янв., въ 4 ч. дня; онъ содержалъ: 32,75% SiO<sub>2</sub>; 16,47% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и 50,78% (RO + CaS). Первый выпускъ чугуна (40 тоннъ) сдѣланъ 4 янв., въ 1 ч. ночи; содержаіе Si въ чугунѣ 1,95%.

Нормальное количество дутья (100 оборотовъ = 1720 куб. м. объема, описываемаго поршнями) домна стала получать черезъ 4 сутокъ работы.

Продолжительность ремонта и подготовки печи къ задувкѣ:

2	сутокъ установка одежды горна.
10	" кладка горна.
13	" " заплечиковъ.
14	" " шахты до газоотводовъ.
7	" " колошниковой части шахты и стѣнъ газоотводныхъ каналовъ.
13	" сушка печи естественнымъ газомъ и установка газоулавливающихъ и засыпныхъ устройствъ.
7	" остываніе печи и подготовка для загрузки.

**В. Osann.** Изъ вопросу объ осушеніи дутья по способу Gayley.

(Stahl und Eisen, 1909, 1781).

По мнѣнію автора реферируемой статьи осушеніе дутья можетъ имѣть значеніе при исправленіи разстроеннаго хода доменной печи; напр., въ случаѣ „ложнаго“ сырого хода доменной печи, когда разогрѣвается колошникъ (верхній огонь), когда расходъ кокса чрезмѣрно повышается, примѣненіе осушеннаго дутья можетъ оказаться очень полезнымъ. Примѣняя въ данномъ случаѣ сухое дутье, мы концентрируемъ жаръ въ горну печи и устраняемъ верхній огонь. Смотри на осушенное дутье, какъ на вспомогательное средство для исправленія хода печи, авторъ считаетъ наиболѣе цѣлесообразнымъ ставить одну осушительную установку для нѣсколькихъ доменныхъ печей и направлять осушенное дутье въ ту или другую изъ нихъ, смотря по надобности. Авторъ считаетъ также вспомогательнымъ средствомъ для исправленія хода печи и введеніе пара въ дутье, поэтому соотвѣтствующія устройства для подведенія пара въ воздухопроводъ онъ считаетъ желательными.

*М. О.*

**Ch. Bueck.** Клавка титанистыхъ рудъ на заводѣ Bethlehem.

(Ir. Age, 1909, Oct. 21, 1223).

По поводу замѣтки о мѣсторожденіяхъ титанистыхъ рудъ въ горахъ Adirondack (реферирована выше на стр. 206) *Ch. Bueck* прислалъ въ *Iron Age* письмо, въ которомъ кратко излагаетъ результаты пробной плавки 600 тоннъ титанистыхъ рудъ изъ горъ Adirondack въ доменной печи завода Bethlehem въ маѣ и іюнѣ 1907 года высоты, 21,34 м.

Руда содержала 51,26% Fe и 11,82% Ti и, въ первый разъ, была введена въ рудную сыпь въ количествѣ  $\frac{1}{12}$  ( $\frac{10}{12}$  было руды остр. Кубы и  $\frac{1}{12}$  — марганцевистой), а затѣмъ, — въ количествѣ  $\frac{2}{12}$ , замѣнивъ собою равную по вѣсу часть кубинской руды; горючимъ служила смѣсь  $\frac{3}{4}$  кокса и  $\frac{1}{4}$  антрацита; количество флюса было оставлено прежнимъ. Анализъ показалъ отсутствіе („слѣды“) титана въ чугуна, въ шлакѣ же содержаніе  $TiO_2$  было сначала 1,76%, а потомъ стало 2,01%; шлакъ былъ болѣе жидокъ, чѣмъ въ предшествовавпій опыту недѣли работы печи и ничѣмъ не обнаруживалъ своей трудноплавкости (полнаго его анализа замѣтка не даетъ). Выводъ автора замѣтки тотъ, что работа съ примѣсью руды Adirondack никакихъ затрудненій не представляетъ.

*М. П.*

**С. Жендзянъ.** Окупается ли производство чугуна въ Царствѣ Польскомъ? (Prze-glad Techniczny, 10 и 17 іюня, 1909).

Авторъ основываетъ свои расчеты и выводы на нижеслѣдующихъ данныхъ.

1) *Цѣны матеріаловъ* въ Ц. П. Для расчетовъ служили нижеуказанныя предвзятыя (бухгалтерскія) цѣны одного изъ заводовъ Ц. П.; онѣ нѣсколько ниже дѣйствительныхъ.

Руда обожженная съ собственныхъ рудниковъ . . .	11	коп. пудъ.
„ сырая „ „ „ . . .	7	„ „
„ южно-русская (изъ Кривого Рога) . . .	19	„ „



Руда марганцовая (южно-русская) . . . . .	29—34	коп.	пудъ
Шлакъ сварочный (своего завода) . . . . .	11,5—12,5	„	„
„ пудлинговый (мѣстный) . . . . .	16	„	„
„ мартеновскій (своего завода) . . . . .	1,75	„	„
Колчеданные сгарки . . . . .	10	„	„
Окалина покупная . . . . .	16,5	„	„
„ собственная . . . . .	12	„	„
Известнякъ мѣстный . . . . .	1,25	„	„
Коксъ остравскій (Моравія) . . . . .	20	„	„
„ силезскій . . . . .	16	„	„

2) Единицей сравненія для *производительности доменной печи* взята выплавка *мартеновскаго чугуна*, по отношенію къ которой производительность литейнаго и „гематита“ съ 2% Si составляетъ 0,9; литейнаго съ 3,5% Si—0,75; зеркальнаго съ 20% Mn—0,65; ферромангана съ 80% Mn и ферросилиція съ 10—12% Si—отъ 0,25 до 0,30.

3) *Потери* матеріаловъ въ видѣ уносимой колошниковыми газами пыли приняты равными количеству примѣсей желѣза въ чугунонѣ, т. е.,—выходъ послѣдняго считается равнымъ содержанію желѣза въ рудахъ.

4) *Коэффициентъ усвоенія марганца* принять въ 75% (зерж. 70%).

5) *Въ шлакъ переходитъ*, въ среднемъ, 70% S (остатокъ теряется въ газахъ и, частью, переходитъ въ чугунонѣ).

6) Въ шлакахъ *теряется* 0,5% Fe.

А. Шихта на *мартеновскій чугунонѣ*, содержащей около 1% Si и около 2% Mn. Производительность печи предполагается около 225 тоннъ въ сутки при вмѣстимости ея въ 425 mt<sup>3</sup>.

Плавильные матеріалы.	Пуды.	Стоимость 1 пуда коп.	Всѣ составныхъ частей сыпи въ пудахъ.							Общая стоимость. Рубли.
			SiO <sub>2</sub>	Fe	Mn	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	S	
Руда мѣстная обожженная	100	11	15,00	40,00	0,60	11,00	5,00	—	—	11,00
» криворожская . .	320	19	16,00	198,40	—	3,84	—	—	—	60,80
» мѣстная сырая . .	30	7	6,00	7,50	—	2,40	1,20	—	—	2,10
» марганцовая II . .	15	34	1,50	1,50	6,00	—	—	—	—	5,10
Колчеданные сгарки . .	55	10	2,20	33,00	—	—	—	—	4,65	5,50
Известнякъ . . . . .	140	1,2	7,00	1,40	—	1,40	70,00	1,40	—	1,6
Коксъ остравскій . . .	305	20	17,40	4,60	0,20	6,00	3,50	3,10	3,05	61,00
	965	—	65,10	286,40	6,80	24,64	79,70	4,50	4,70	147,18
Въ чугунонѣ восстанавливается	—	—	— 6,13	—	5,10	—	—	—	1,20	—
Въ шлакъ переходитъ .	—	—	58,97	—	1,70	24,64	79,70	4,50	3,50	—

Чугуна изъ одной колоши выходитъ 292 пуда; относительный расходъ кокса  $305 : 292 = 1,01$ ; количество шлака составляетъ  $173,67 : 292 = 0,6$  вѣса чугуна; содержашіе въ немъ составныхъ частей слѣдующее:

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	S	Всего.
58,97	24,64	1,90	2,21	79,70	4,5	1,75	17367 пуд.
33,9	14,1	1,1	1,3	46,0	2,6	1,0 $\left(\frac{S}{2}\right)$	100%:

Стоимость плавильныхъ матеріаловъ:

$$14718 : 292 = 50,4 \text{ коп. на 1 пудъ чугуна.}$$

Издержки производства принимаются авторомъ въ 4,5 — 5 коп. на пудъ мартеновскаго чугуна; но, кажется, что эта цифра, какъ средняя для условий Ц. П., является слишкомъ низкой.

В. *Гематитъ* съ 2% Si и 2% Мп.

Плавил. матер. Наименованіе.	Вѣсъ п.	Вѣсъ составныхъ частей.							Цѣна 1 пуда въ коп.	Сумма. Руб.
		SiO <sub>2</sub>	Fe	Мп	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	S		
Руда Кривор. . .	250	12,50	155,00	0,60	3,00	—	—	—	19	47,50
„ марганц. . .	15	1,50	0,15	6,00	0,15	0,18	—	—	34	5,10
Шлакъ сварочный.	100	30,00	50,00	—	—	—	—	—	12,5	12,50
Колч. сгарки. . .	80	3,20	44,00	—	—	—	—	2,40	10,0	8,00
Известнякъ. . . .	180	9,00	1,50	—	1,80	90,00	1,80	—	1,2	2,16
Коксъ остравск. .	305	17,40	4,50	0,20	6,00	3,50	3,10	3,05	20,0	61,00
	930	73,60	255,15	6,80	10,95	93,68	4,90	5,45	—	136,26
Возстановляется или переход. въ чугуно		11,00	—	5,10	—	—	—	1,35		
Въ шлакъ переход.		62,60	—	1,70	10,95	93,68	4,90	4,10		

Въ чугуно 2% Si и  $100 \times 5,10 : 260 = 2\%$  Мп.

Чугуна изъ колоши выходитъ 260 пудовъ; такимъ образомъ расходъ горючаго будетъ 1,173, а относительное количество шлака—0,683.

Въ шлакъ составными частями будутъ:

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	S	Всего
62,60	10,95	1,70	2,21	93,68	4,50	2,05	177,69 пуд.
35,0	6,2	0,9	1,2	52,8	2,8	1,1 $\left(\frac{S}{2}\right)$	100%

Стоимость 1 пуда чугуна плавильными матеріалами =  $13626 : 260 = 52,4$  к. Эквивалентъ выплавки (0,9) даетъ накладныхъ расходовъ на пудъ  $5 : 0,9 = 5,6$  к. и цѣна гематита выходитъ въ 60 коп. (въ дѣйствительности, по автору, она бывала и ниже).

С. *Литейный* съ 3,5% Si.

Матеріалы.	Пуды.	SiO <sub>2</sub>	Fe.	Мп.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO.	S.	Цѣна.	Сумма.
Руды обож. мѣст. . .	200	30,0	80,0	1,2	22,0	10,0	0,8	—	11	22,00
„ криворожской . .	200	10,0	128,0	0,5	2,4	—	—	—	19	38,00
Колчедан. сгарковъ .	60	2,4	33,0	—	—	—	—	1,8	10	6,00
Известняку . . . .	120	6,0	1,2	—	1,2	60,0	1,20	—	1,2	1,44
Кокса остравск. . .	305	17,4	4,5	0,2	6,0	3,5	3,1	3,05	20	61,00
	885	65,8	246,7	1,9	31,6	73,5	5,1	4,85		128,44
Въ чугуно возстанов. .		— 18,0	—	0,5				— 1,20		
Въ шлакъ переходить .		47,8	—	1,4	31,6	73,5	5,1	3,65		

Чугуна изъ колоши 248 пуд.; относит. расхода кокса 1,23; колич. шлака 0,655. Составныя части шлака:

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	S	Всего
47,8	31,6	1,61	0,65	73,5	5,1	1,82	162,08
29,6	19,5	1,0	0,40	45,3	3,1	1,1 $\left(\frac{S}{2}\right)$	100 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Стоимость матеріаловъ 51,8 на пудъ чугуна; стоимость съ накладн. расходами  $51,8 + 5 : 0,75 = 58,5$  коп.

D. Зеркальный чугунъ съ 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Мп.

Материалы.	Пуды.	SiO <sub>2</sub>	Fe	Mn	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	S	Цѣна въ коп.	Сумма въ рубли.
Руда Криворож.	180	9,00	111,60	0,45	2,16	—	—	—	19	34,20
„ марганц.	200	20,00	4,00	80,00	2,00	2,40	—	—	34	68,00
Окалина.	20	0,80	13,00	—	—	—	—	—	16,5	3,30
Колч. сгарки.	80	3,20	48,00	—	—	—	—	2,40	10	8,00
Известнякъ.	160	8,00	1,60	—	1,60	80,00	1,60	—	1,2	1,92
Коксъ острав.	305	17,40	4,50	0,20	6,00	3,50	3,10	3,05	20	61,00
	945	58,40	182,70	80,65	11,76	85,90	4,70	5,45	—	176,42

Марганца переходитъ въ чугунъ . . . . 70<sup>0</sup>/<sub>0</sub> или 56,45 пуда

„ „ „ шлакъ . . . . 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> „ 16,13 „

„ „ „ газы . . . . 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> „ 8,07 „

Чугуна въ колопгѣ  $182,70 + 56,45 = 239$  пудовъ; относительный расходъ горючаго 1,28; относительное количество шлака 0,775; его составъ:

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	S	Всего
58,4	11,76	1,5	20,96	85,9	4,7	2,0	185,22
31,5	6,4	0,8	11,3	46,4	2,5	1,1 $\left(\frac{S}{2}\right)$	100 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Стоимость матеріаловъ на 1 пудъ чугуна 73,9 коп. Стоимость, принимая во вниманіе накладные расходы:

$$73,9 + (5 : 0,65) = 81,6 \text{ коп.}$$

E. Ферро-силицій съ 10 — 12<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Si.

Материалы.	Пуды.	SiO <sub>2</sub>	Fe	Mn	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	S	Цѣна въ коп.	Сумма въ руб.
Руда обожжен.	125	18,75	50,00	0,75	13,75	6,25	—	—	11	13,75
Шлакъ свароч.	100	30,00	50,00	—	—	—	—	—	12,5	12,50
Известнякъ.	50	2,50	0,50	—	0,50	25,00	0,50	—	1,2	0,60
Коксъ остравск.	305	17,40	4,50	0,25	6,00	3,50	3,10	3,05	20	61,00
		68,65	105,00	1,00	20,25	34,75	3,60	3,05	—	87,85

Улетучивается 25<sup>0</sup>/<sub>0</sub> SiO<sub>2</sub> +

+ 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. . . . 17,16 — — 2,03 — — 0,75

Въ чугунъ 12<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Si . . . 26,46 — — — — — —

Въ шлакъ переходитъ . . 25,03 — — 18,22 34,75 3,60 2,30

Количество чугуна 113 пудовъ; относительный расходъ горючаго 2,7; относит. количество шлага 0,74; составъ послѣдняго:

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	S	Всего
25,03	18,12	1,10		34,75	3,65	1,15	83,70
30,0	21,6	1,2		41,4	4,4	1,4 ( $\frac{S}{2}$ )	100%

Цѣна ферро-силиція матеріалами и накладными расходами:

$$87,85 : 113 + (5 : 0,25) = 77,7 + 20 = 97,7 \text{ коп.}$$

Въ заключеніе своей статьи авторъ сопоставляетъ цѣны чугуна, выплаваемого въ Ц. П., со стоимостью южно-русскаго чугуна въ Варшавѣ въ слѣдующей табличкѣ:

Теоретическая стоимость польскаго чугуна (максимальная).	Теоретическая стоимость южно-русскаго чугуна.		Дѣйствительная стоимость южно- русскаго чугуна въ Варшавѣ.
	На югѣ Россіи.	Въ Варшавѣ.	
Мартеновскаго . . . . . 55,4	38,3	54,8	58,22
Литейнаго № 3 . . . . . —	38,9	55,4	—
» № 2 . . . . . 55,9	40,9	57,4	—
» № 1 . . . . . —	41,2	57,7	61,22
» № 0 . . . . . 58,5	45,4	61,9	—

и приходитъ къ тому заключенію, что мѣстное производство имѣетъ всѣ права на существованіе, такъ какъ выдерживаетъ конкуренцію въ цѣнѣ съ южно-русскими продуктами.

*В. К.*

## Производство ковкого желѣза.

### Бессемеровскій процессъ.

Тридцатилѣтіе томасовскаго процесса въ Германіи (Stahl und Eisen, 1909, 1465).

Въ помѣщенныхъ подь этимъ заглавіемъ воспоминаніяхъ Massenez, Hilgenstock и Spannagel'я излагается исторія распространенія томасовскаго процесса въ Германіи и исторія его развитія, какъ въ техническомъ, такъ и въ хозяйственномъ отношеніяхъ.

Въ воспоминаніяхъ Massenez'a, кромѣ того, приведены нѣкоторыя данныя для характеристики современнаго состоянія томасированія. Такъ, сообщаются результаты операций (1908 г.) завода, работающаго на томасовскомъ чугуна изъ минеттъ. Изъ цѣлаго ряда операций этого завода видно, что въ послѣдней стадіи передувки въ то время, какъ содержаніе P падаетъ отъ 0,145% до 0,053%, содержаніе Fe въ нлакѣ увеличивается только отъ 5,14% до 7,89%. Прибавленіе холоднаго скрапа передъ передувкой, уменьшая продолжительность ея, еще болѣе уменьшаетъ переходъ желѣза въ нлакъ; такъ, въ процессѣ безъ скрапа содержаніе P упало отъ 0,168% до 0,049%, количество желѣза въ нлакѣ возрасло отъ 3,75% до 8,20%; въ процессѣ же, въ которомъ передъ началомъ передувки былъ прибавленъ скрапъ, содержаніе P падало отъ 0,226% до 0,060%, содержаніе же желѣза въ нлакѣ возрастало только отъ 5,0% до 5,75%.

Въ 1908 г. на томъ же заводѣ среднее содержаніе желѣза въ нлакѣ было равно 8,32%, количество нлака — 18,91 кл. на 100 кл. чугуна.

Для характеристики современнаго томасированія интересны сообщенія нѣкоторыхъ заводовъ, приведенныя на ряду съ воспоминаніями упомянутыхъ металлурговъ.

„Aachener Hütten-Verein“ для прогресса томасированія считаетъ важными слѣдующія усовершенствованія, уже нанедшія себѣ повсемѣстное распространеніе:

- 1) введеніе миксеровъ;
- 2) примѣненіе газовыхъ воздуходувныхъ машинъ;
- 3) постепенное увеличеніе вмѣстимости конвертеровъ до 25t при небольшой высотѣ ванны;
- 4) введеніе дутья черезъ большее число сопелъ;
- 5) примѣненіе днищъ съ магnezитовыми фурмами;
- 6) повыненіе давленія при прессованіи доломитовыхъ кирпичей до 500 атм.;

- 7) примѣненіе сжатого воздуха для набивки стѣнокъ конвертера;
- 8) устройство приспособленій для скорого удаленія настывшей въ горловинѣ конвертера;
- 9) введеніе подвижныхъ литейныхъ крановъ — ковшей;
- 10) примѣненіе подвижныхъ изложницъ для разливки стали.

На нѣмецкихъ заводахъ, въ среднемъ, стѣны конвертера выдерживаютъ отъ 204 до 350 операций, днища съ соплами—отъ 58 до 102 операций, а днища съ фурмами—отъ 130 до 266 плавокъ. Насколько стойки стѣнки конвертера показываетъ практика завода „Rothe Erde“: въ конвертерѣ было сдѣлано 236 операций, затѣмъ, поелѣ ремонта нижней части футеровки конвертера, было сдѣлано еще 246 операций, а затѣмъ, поелѣ такого же ремонта—еще 220 операций, всего, слѣдовательно,—сдѣлано 702 операции; количество издержаннаго при этомъ доломита равнялось 9 кг. на 1 т. стали.

О производительности современныхъ томасовскихъ фабрикъ даютъ представленіе слѣдующія цифры завода „Deutscher Kaiser“: въ 1897 г. на этомъ заводѣ при работѣ 4 конвертеровъ, въ каждую смѣну (12 ч.) продувалось отъ 15,2 до 18,4 операций; въ 1903 г. въ каждую смѣну дѣлалось 49,8 операций. Въ мартѣ 1904 г., при работѣ съ 5 конвертерами, въ каждую смѣну дѣлалось 54,7 операций, а въ 1907 г., при тѣхъ же 5 конвертерахъ, 64,5 операций; въ отдѣльныхъ случаяхъ въ 1 смѣну доходили до 73 операций. Служба футеровки конвертера на этомъ заводѣ характеризуется слѣдующими числами:

Года.	Операций.	Года.	Операций.	Года.	Плавокъ.	Года.	Плавокъ.
1898	198,3	1899	198,0	1900	195,9	1901	190,3
1902	214,6	1903	269,0	1904	252,5	1905	264,1
1906	269,5	1907	268,3	1908	255,7		

Днища съ соплами выдерживаютъ до 50 операций, днища съ фурмами—130 операций на названномъ заводѣ.

Дальнѣйшій прогрессъ въ томасированіи можетъ быть осуществленъ примѣненіемъ осушеннаго дутья; по даннымъ американскихъ заводовъ преимущества осушеннаго дутья заключаются въ слѣдующемъ:

- 1) поверхность слитковъ дѣлается чище;
- 2) количество газовыхъ пустотъ меньше;
- 3) получаемая сталь лучше прокатывается и даетъ меньше брака;
- 4) сталь однороднѣе;
- 5) количество передѣльваемого скрапа можетъ быть увеличено.

М. О.

*P. Schmerze.* Газовая конверторная воздуходувка. (Stahl und Eisen 1909, № 47).

Въ маѣ 1908 г. была пушена въ дѣйствіе газовая конверторная воздуходувка въ Haspe, при сдвоенномъ, двухтактной системы газомоторѣ Siegen-Koerting, слѣдующихъ размѣровъ:

ходъ . . . . .	1300 mm.
діаметръ газовыхъ цилиндровъ . . . . .	790 „
„ воздушныхъ цилиндровъ . . . . .	1200 „
Количество подаваемого въ 1' воздуха равно	470 м. <sup>3</sup>

Машина снабжена отдѣльнымъ регулирующимъ аппаратомъ, который связанъ съ дѣйствіемъ конвертера; кромѣ того сюда принадлежитъ устройство, позволяющее мгновенно включать или выключать воздухопроводъ, такъ какъ каждая сторона цилиндра, при посредствѣ крановъ, можетъ быть сообщена со всасывающимъ пространствомъ; движеніе крановъ происходитъ отъ вспомогательнаго мотора. Такимъ образомъ количество воздуха, безъ измѣненія числа оборотовъ, можетъ измѣняться на половину. Далѣе число оборотовъ машины измѣняется въ предѣлахъ отъ 85 до 20 въ минуту, измѣненіемъ наполненія газовыхъ насосовъ при газомоторѣ.

Индикаторная работа газомотора опредѣлилась въ 1810 НР, а воздуходувки въ 1400 НР, такъ что общій коэффициентъ полезнаго дѣйствія воздуходувки опредѣлился въ 77,4%. Работа насосовъ при этомъ незначительна и составляетъ всего 91 НР или около 5%. Машина дѣлаетъ при холостомъ ходѣ 20—24 оборота, а при продувкѣ 50—75 оборотовъ въ минуту, иногда даже на 10% больше. Вѣсъ маховика при машинѣ 21300 клгр., что соответствуетъ степени неравномерности отъ  $\frac{1}{160}$  до  $\frac{1}{180}$ . Описание сопровождается очень плохимъ чертежемъ, но отчетливый чертежъ этой машины приводится въ англ. Engineering... H. B.

*F. Hartig.* Электрическая воздуходувная машина томасовской мастерской завода *Peine.* (Stahl und Eisen, 1909, 1049).

Для работы четырехъ послѣдовательно дѣйствующихъ 15-ти тонныхъ томасовскихъ конвертеровъ на зав. *Peine* устроена паровая сдвоенная воздуходувка (діаметръ цилиндровъ 1700 мм., ходъ поршней тоже 1700 мм.) а вмѣсто старой запасной поставлена недавно нижеописанная, приводимая въ движеніе отъ электромотора. По измѣреніи мощности существующей машины оказалось, что она развиваетъ до 2140 эффективныхъ НР во время процесса дефосфоризаціи, при чемъ такая работа продолжается около 10 минутъ; предшествующій періодъ продолжающійся 5—8 минутъ, требуетъ 1700 эффективныхъ НР и, наконецъ, въ теченіи 5 минутъ только машина работаетъ на 600—800 НР. Поэтому, и ввиду увеличенія садки до 20 тоннъ, электромоторъ выбранъ былъ для продолжительной нагрузки мощностью въ 2000 эффективныхъ НР при числѣ оборотовъ въ минуту отъ 40 до 80. Давленіе воздуха (абсолютное) 2,0 до 2,5 атм. максимумъ.

Энергіей является трехфазный токъ съ 50 періодами и въ 1000 вольтъ; въ *Peine* онъ преобразовывается въ постоянный въ 500 вольтъ; моторъ при воздуходувкѣ поставленъ съ шунтовымъ регулированіемъ при измѣняющемся числѣ оборотовъ отъ 40 до 80 въ минуту. Болѣе низкое число оборотовъ между 22—40, требующееся только при началѣ продувки, достигается помощью включаемаго сопротивленія къ анкеру, т. е. измѣняющимся сопротивленіемъ въ зажимахъ. Относительно примѣненія мотора трехфазнаго тока высказывалось, что примѣненія тока высокаго напряженія опасно и, кромѣ того, вызываетъ большія потери энергіи при регулированіи числа оборотовъ трехфазнаго мотора.

Воздуходувка—сдвоенная, завода *Siegener Maschinenbau A. G.*, горизонтальная, съ кривошипами подъ угломъ въ 90°; діаметръ цилиндровъ 1500 мм., ходъ  $i$  500 мм.

Наибольшее количество воздуха, доставляемое въ минуту при 80 оборотахъ, составляетъ 800 м<sup>3</sup>., т. е. за 1 оборотъ 10 м<sup>3</sup>., или для каждой стороны поршня  $\frac{10}{4} = 2,5$  м<sup>3</sup>. При величинѣ вреднаго пространства въ 5<sup>0</sup>%, диаметрѣ штока съ обѣихъ сторонъ поршня въ 170 м./м., и ходѣ поршня 1,5 м., диаметръ цилиндра получается 1,5 м., а полезная площадь поршня 17500 кв. сант. Наибольшая скорость 4 м. въ секунду. Коллекторъ мотора замѣняетъ маховикъ въ 38 тоннъ при  $i = \frac{1}{30}$  и 50 оборотахъ въ минуту. Разстояніе между цилиндрами 6000 мм. Подшипники залиты бѣлымъ металломъ. Смазываніе частей автоматическое (моллерунъ). Полный вѣсъ 1114 тоннъ. Клапаны извѣстной собственной конструкціи, — 40 всасывающихъ въ нижней части коробки, 28 нагнетательныхъ въ верхней части коробки. Затѣмъ, имѣются съ каждой стороны цилиндра по два крана для сообщенія каждой стороны съ атмосферой; при посредствѣ крановъ можно работать на холостую, половинную или полную нагрузку.

Моторъ при воздуходувкѣ фирмы Feiten & Guillaume-Lahmeyer съ компенсирующимъ полемъ. Чтобы достигать неравнобѣрности  $\frac{1}{30}$  при 50 оборотахъ въ минуту безъ особаго маховика, анкеръ имѣетъ моментъ инерціи 410000 м.<sup>2</sup> кг. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія мотора при 2000 НР эффект. около 94,4<sup>0</sup>%, тоже—всей установки 87<sup>0</sup>%, слѣдовательно, — только воздуходувки  $92\% = 100 \cdot \frac{87}{94,4}$ .

Описаніе сопровождается многими діаграммами дѣйствія воздуходушныхъ цилиндровъ, дѣйствія клапановъ и тангенціальныхъ усилій, а также — численными таблицами изъ данныхъ опытовъ.

Н. В.

### Мартеновскій процессъ.

*J. Hendrick.* Известь въ основныхъ шлакахъ. (J. Soc. Chem. Ind., July 31, 1915—1916).

Въ трактатахъ, касающихся основныхъ шлаковъ, часто говорится о „свободной“ извести въ послѣднихъ; нѣкоторые авторы указываютъ на 10, 16, даже, 20<sup>0</sup>% свободной извести. J. Hendrick изслѣдовалъ 7 образцовъ основныхъ шлаковъ, содержащихъ отъ 12,65% до 30,8% SiO<sub>2</sub>, причемъ количество P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> въ нихъ измѣнялось въ предѣлахъ: 15,5% до 16% и, растворяя свободную известь въ сахарной водѣ, опредѣлилъ количество ея отъ 3% до 0,84%. Авторъ дѣлаетъ выводъ, что въ шлакахъ теперешняго производства, вообще, очень мало свободной извести (обыкновенно, — около 1%) и такого количества, какъ выше указано, быть не можетъ. Нужно, однако, замѣтить, что авторъ не различаетъ процесса, которымъ шлаки получаютъ; по составу изслѣдованныхъ имъ образцовъ и названіямъ фирмъ, отъ которыхъ они получены, можно установить, что онъ имѣлъ дѣло только съ *мартеновскими шлаками*; по отношенію къ томасовскимъ шлакамъ вопросъ остался открытымъ.

М. П.



*R. Bull.* Измѣненіе состава основного мартеновскаго металла во время выпуска  
(Foundry, 1909, Sept., 33—34).

Браковка стального литья, отлитаго изъ послѣднихъ порцій мартеновскаго металла, побудила автора произвести химическое изслѣдованіе стали, пробы которой брались отъ 7 плавковъ во время выпуска. По даннымъ автора составлена прилагаемая таблица, въ которой указанъ составъ металла 6 плавковъ; время взятія пробъ опредѣляется въ таблицѣ количествомъ выпущеннаго металла (50, 89, 93, 96 и 100% всего его количества).

Послѣдн. вы- пуска % всего ме- талла.	P	S	Mn	Si	P	S	Mn	Si
	I.				II.			
50	0,018	0,020	0,79	0,34	0,018	0,021	0,82	0,32
89	024	020	75	30	029	024	75	26
93	027	023	74	32	032	024	72	26
96	026	023	73	31	036	024	71	26
100	031	021	73	25	038	027	68	24
	III.				IV.			
50	0,028	0,026	0,82	0,35	0,024	0,025	0,70	0,25
89	037	028	79	33	035	029	63	22
93	039	028	77	31	038	029	61	21
96	039	028	75	31	042	029	59	22
100	056	029	71	21	046	032	57	21
	V.				VI.			
50	0,015	0,025	0,78	0,29	0,022	0,026	0,73	0,33
89	020	026	76	24	034	027	71	29
100	022	027	73	22	044	032	70	23

Всѣ анализы обнаруживаютъ обогащеніе металла сѣрой и фосфоромъ и обѣдненіе марганцемъ и кремніемъ. Шихта составлялась изъ металла очень чистаго въ отношеніи сѣры и фосфора; печь работала на нефтяномъ топливѣ.

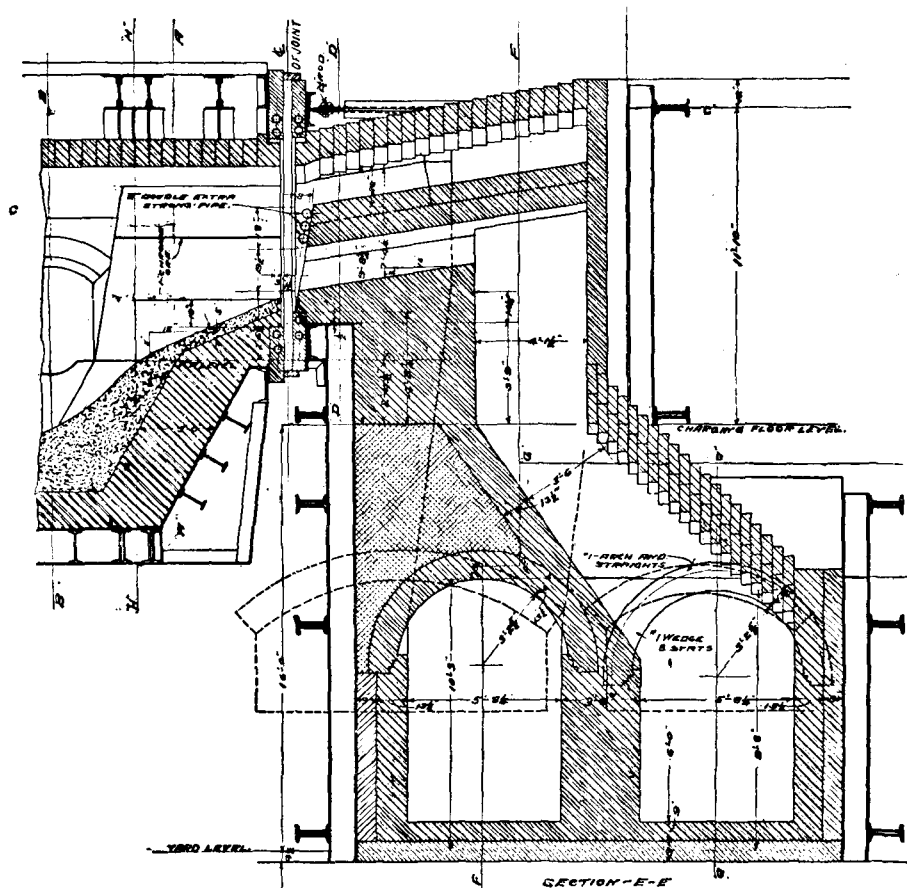
Выводъ автора тотъ, что послѣдніе 3% выпускаемаго основного металла всегда гораздо хуже первыхъ 97% и должны быть отбрасываемы, если къ отливкамъ предъявляются строгія требованія.

Въ кисломъ мартеновскомъ процессѣ чистота продукта зависитъ исключительно отъ чистоты шихты,—если покупаемый чугунокъ и скрапъ содержатъ ничтожныя количества сѣры и фосфора, то полученіе хорошей стали обезпечено; этимъ, говоритъ авторъ, и объясняется извѣстное положеніе практиковъ, что кислая сталь лучше основной.

*М. II.*

Предохранительное отъ разгоранія устройство для арокъ мартеновскихъ печей.  
(Gr. Tr. Rev., 1909, Aug. 19, 339).

Прилагаемая фигура (1) изображаетъ устройство, кратко описываемое въ замѣткѣ; оно принадлежитъ Н. Lash и примѣнено съ успѣхомъ на 200 тонъ печахъ, работающих по способу Тальбота на недавно отстроеномъ заводѣ



Фиг. 1.

New-York State Steel Co. Предохранительное для арокъ устройство состоитъ изъ 3-хъ рядовъ специальныхъ (толстостѣнныхъ) газовыхъ трубъ, 2 д. диаметромъ, расположенныхъ другъ надъ другомъ и прилегающихъ къ поверхности арки, наиболее страдающей отъ дѣйствія отходящихъ продуктовъ горѣнія.

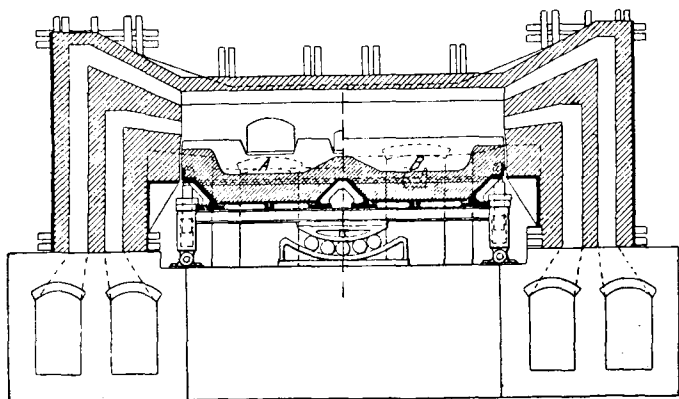
М. П.

С. Brisker. Мартеновская печь съ двойнымъ подомъ. (St. & E., 1909, 1139—1143).

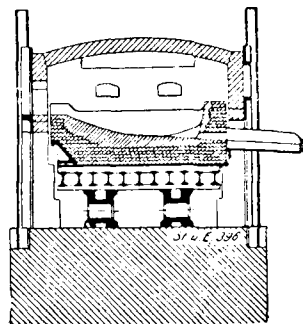
Основной задачей сталелитейщика является достиженіе наибольшей производительности при возможно меньшихъ расходахъ и высокомъ качествѣ получаемого металла. Разрѣшить эту задачу при современномъ состояніи техники удастся, хотя и не вполне, въ мартеновской печи, идущей на жидкомъ чугунѣ, т. н. руднымъ процессомъ. Однако, работа съ неподвижными печами сильно ограничиваетъ количество присаживаемой руды, являю-

щейея главнымъ ускорителемъ хода плавки, но дающей, вмѣстѣ съ тѣмъ, слишкомъ большія массы трудно, въ этомъ случаѣ, удаляемаго шлака. Авторъ предлагаетъ новую конструкцію печей съ качающимся около горизонтальной, проходящей перпендикулярно къ длинѣ печи, оси, лежащей, примѣрно, на уровнѣ верхнихъ кромокъ порога садочныхъ оконъ. Подъ печи, поперечнымъ порогомъ дѣлится на двѣ половины.

Другое видоизмѣненіе предлагаемой конструкціи обладаетъ постояннымъ сводомъ, — качающимся является здѣсь только двойной подъ.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

Предлагаемая авторомъ конструкція позволяетъ, по его мнѣнію, свободно переливать шлаки изъ одной половины въ другую, даетъ возможность дѣлить садку на части и получать отъ одной плавки порцію металла различнаго качества. Прилагаемыя 2 фигуры (2 и 3) воспроизводятъ 2-ое видоизмѣненіе автора.

*В. П.*

*М. Колесниковъ. Нерастущій сводъ мартеновскихъ печей.*

(Ур. Техн., 1909, № 8, 2).

Авторъ даетъ подробное описаніе приѣма, употреблявшагося имъ неоднократно въ его практикѣ и всегда дававшего хорошіи результаты, — т. е. отсутствіе роста свода, сложеннаго изъ динаса.

Авторъ рекомендуетъ набирать сводъ довольно широкими арками изъ кирпича въ перевязку, оставляя между отдѣльными арками зазоръ неодинаковой ширины по длинѣ арки, напр., дѣлая его у замка свода въ  $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{3}{4}$  д., а къ пятамъ свода на нѣтъ.

*М. П.*

*М. Павловъ. Изъ практики руднаго процесса.*

(Горн. Зав. Лист., 1909 г., №№ 96—97).

Авторъ сообщаетъ нижеслѣдующую таблицу, указывающую условія и результаты работы мартеновской печи № 6 Днѣпровскаго завода.

Печь № 6 Днѣпровскаго завода. Апрѣль, 1909 г.	Въ мѣсяцъ в недѣль 28 рабочихъ дней.	Въ недѣлю.	Въ сутки (24 часа).	На 100 загруж. метал- ловъ.	На 100 годныхъ слитковъ.
Число плавовъ . . . . .	100	20	3,63	—	—
Употреблено металловъ:	тоннъ	тоннъ	тоннъ	тоннъ	тоннъ
жидкаго чугуна . . . . .	3832,22	766,44	139,00	91,47	92,07
твердаго » . . . . .	104,55	20,91	3,79	2,49	2,51
стального скрапа . . . . .	239,10	47,82	8,67	5,71	5,74
добавочныхъ (FeMn) . . . . .	13,76	2,75	0,50	0,33	0,33
<b>Всего . . . . .</b>	<b>4189,63</b>	<b>837,92</b>	<b>151,96</b>	<b>100,00</b>	<b>100,65</b>
Израсходовано:					
руды . . . . .	876,39	175,28	31,79	20,92	21,07
доломита . . . . .	203,94	40,79	7,40	4,87	4,90
известняка . . . . .	432,62	86,52	15,69	10,33	10,39
каменнаго угля . . . . .	824,47	164,89	29,90	19,68	19,81
Получено:					
стали въ годныхъ слиткахъ	4162,73	832,55	151,00	99,36	100,00
» скрапа . . . . .	136,04	27,20	4,93	3,25	3,27
<b>Всего стали . . . . .</b>	<b>4298,77</b>	<b>859,75</b>	<b>155,93</b>	<b>102,61</b>	<b>103,27</b>

Передѣлывавшіяся чугунъ былъ малофосфористымъ, выплавленнымъ изъ рудъ Кривого Рога; въ среднемъ онъ содержалъ: 1,35% *Si* (отъ 0,7 до 1,8) и 1,82% *Mn* (отъ 1,2 до 2,1). Сталь разливалась въ маловѣсные слитки 170×170 мм. сѣченіемъ и 9½ пуд. вѣсомъ. Криворожская руда употребляется въ Днѣпровскомъ заводѣ въ видѣ плотныхъ крупныхъ кусковъ.

Печь, къ которой относятся вышеприведенныя данныя, имѣетъ площадь пода всего около 28 кв. м. (металлическая садка отъ 40,5 до 43 тоннъ), а разстояніе отъ свода до пода 2500 м. м. М. П.

### С. Суржикій. Замѣтки о производствѣ мартеновской стали.

(Г. Ж., 1909, III, 283—316, IV, 1—32).

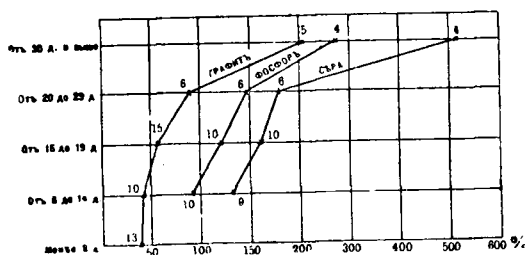
Статья является монографіей о мартеновскомъ производствѣ, касающейся устройства и работы генераторовъ, конструкціи печей, хода и веденія процесса, а также—качествъ готоваго продукта. Характеръ работы, а также появленіе ея въ наиболѣе распространенномъ изъ русскихъ специальныхъ журналовъ, дѣлаютъ невозможнымъ и излишнимъ передачу содержанія ея здѣсь. Отмѣтимъ лишь, что для осуществленія поставленной себѣ задачи авторъ не могъ не коснуться многого изъ того, что давно извѣстно по раньше опубликованнымъ работамъ, но что, вопреки его увѣренію, что „все замѣчашя составляютъ результатъ долготѣняго опыта и наблюдений автора“ слишкомъ часто послѣдній прибѣгаетъ къ выпискамъ изъ литературныхъ

источниковъ, не будучи особенно разборчивъ въ авторитетахъ (Mayer). Вслѣдствіе этого, специалистъ найдетъ въ обширной статьѣ С. Суржицкаго не мало спорныхъ мѣстъ и даже грубыхъ ошибокъ, отъ которыхъ автора долженъ былъ бы оградить долготѣлнй опытъ.

М. П.

*Н. М. Howe.* Вліяніе размѣровъ слитка на сегрегацию (Bul. Amer. Inst. Min. Eng. 1909, Oct., no Iron Trade Rev., Nov. 11, 836).

Прилагаемая діаграмма (фиг. 4) суммируетъ результаты наблюденій Н. М. Howe надъ сегрегацией въ 49 слиткахъ различнаго поперечнаго сѣченія. Она по-



Фиг. 4.

зволяетъ замѣтить, что развитіе сегрегации, по мѣрѣ увеличенія сѣченія слитковъ, довольно слабо до тѣхъ поръ, пока поперечникъ слитка не достигнетъ 20 д., дальнѣйшее же увеличеніе сѣченія влечетъ за собой быстрѣйшее развитіе сегрегации. Діаграмма составлена, принимая во вниманіе наибольшее содержаніе каждаго

элемента въ слиткахъ даннаго сѣченія, числа указываютъ количество изслѣдованныхъ слитковъ.

М. П.

## Электротермическій процессъ,

*М. Ch. Clausel de Coussergues.* Современное состояніе производства стали въ электрическихъ печахъ. (Rev. de Métall., 1909, 589—679).

Авторъ изучилъ конструкцію, ходъ работы и качество продуктовъ плавки для главнѣйшихъ типовъ электрическихъ печей, въ которыхъ получается сталь на различныхъ заводахъ; въ реферируемой работѣ онъ подробно излагаетъ результаты своихъ наблюденій и тѣ выводы, къ которымъ онъ пришелъ. Обширная монографія подраздѣлена на нѣсколько главъ.

1. Описаніе печей (стр. 259—622). Изложивъ принципы устройства дуговыхъ печей, авторъ подробно останавливается на причинахъ, вызывающихъ потери электрической энергіи: на угловомъ смѣщеніи ( $\cos \varphi$ ), называемомъ часто попросту „коэффициентомъ мощности“ и на вызванныхъ индукціей потеряхъ; къ послѣднимъ относятся самоиндукція: проводниковъ тока и токи Фуко, возникающіе во всѣхъ металлическихъ частяхъ, находящихся въ магнитномъ полѣ, главнымъ образомъ, — въ водоохлаждаемыхъ фурмахъ въ сводѣ печи, служащихъ электрододержателями. Въ печи *Girod* паразитными токами въ электрододержателѣ теряется около 10% всей поступающей въ печь электрической энергіи.

Затѣмъ, авторъ подробно описываетъ изученныя имъ дуговыя печи: *Stassano* въ Туринѣ, *Girod* въ Ugine (Савойя), *Giffre* въ Allevard (Франція), *Héroult* въ La Praz (Савойя) и Ремшейдъ (Германія).

Печь *Stassano* по простотѣ установки наиболѣе пригодна для малыхъ заводовъ. Печь *Girod* оборудована <sup>1)</sup> лучшими приспособленіями для регулированія разстоянія электрода отъ поверхности металлической ванны; безукоризненное дѣйствіе этихъ приспособленій объясняется отчасти тѣмъ, что регулированіе единственнаго угольнаго электрода печи надежнѣе и легче, чѣмъ регулированіе двухъ или болѣе электродовъ, отчасти же, — усовершенствованіемъ обычнаго регулятора *Thury*.

Въ печи *Giffre* электрододержатель громоздокъ и охлаждается струей воды; электроды регулируются отъ руки. Печь служила исключительно для переплавокъ чистыхъ исходныхъ продуктовъ.

Печь *Héroult* имѣетъ, по мнѣнію автора, теперь болѣе высокій сводъ, чѣмъ старыя модели.

Переходя къ индукціоннымъ печамъ, авторъ указываетъ, что расчетъ этихъ печей не такъ простъ, какъ расчетъ трансформатора, вслѣдствіе того, что находящійся въ кольцевомъ каналѣ металлъ представляетъ линію одинъ вторичный витокъ, значительно мѣняющій, притомъ (между 1400° и 1600°) свое сопротивление. Авторъ описываетъ изъ индукціонныхъ печей только печь *Röchling — Rodenhauser'a* <sup>2)</sup> въ *Völklingen* (Германія).

II. Ходъ работы въ печахъ (стр. 622—640). Для всѣхъ упомянутыхъ выше печей приводятся подробные журналы плавокъ, произведенныхъ въ присутствіи автора; указаны сырые продукты, присадки, анализы стали и шлаковъ; точно указано время начала плавки, прибавки отдѣльныхъ реагентовъ, конца плавки. Въ общемъ, для металлургическихъ операцій: окисленія, удаленія P и S и раскисленія, — во всѣхъ печахъ примѣняются одни и тѣ же реагенты; въ индукціонной печи шлаки значительно холоднѣе и, поэтому, въ нихъ окончательное *раскисленіе* производится ферро-силициемъ, а не углемъ.

III. Разборъ приѣмовъ работы (стр. 640—659). *Металлургическіе шлаки* должны въ электрической печи, какъ и въ другихъ печахъ, удовлетворять ряду условій: для ускоренія реакцій они должны быть достаточно горячими; возстановленіе выгоднѣе вести при болѣе низкой температурѣ, чѣмъ остальные операціи, работая при этомъ на доменныхъ шлакахъ.

*Удаленіе C, Mn, Si и P* производится такимъ же образомъ, какъ въ основномъ процессѣ, но предпочтительно ведется на шлакъ содержащемъ очень много желѣза и удаляющемъ весьма энергично фосфоръ. Удаленіе P, по опытамъ *Lowthian Bell*, рациональнѣе всего производить при сравнительно низкой температурѣ, поддерживая шлаки подходящими флюсами при этихъ температурахъ жидкими.

*Обезсѣриваніе* и *раскисленіе* въ электрическихъ печахъ производится иначе, чѣмъ въ обыкновенныхъ металлургическихъ печахъ. При диффузій сѣрнистаго марганца изъ металла въ шлакъ обезсѣриваніе протекаетъ медленно и остается всегда только частичнымъ. Въ электрическихъ печахъ главную массу S и O удаляютъ обычными приѣмами, пользуясь затѣмъ специальнымъ шлакомъ для окончанія этихъ процессовъ.

Для раскисленія пользуются либо углемъ (*Héroult*), либо ферро-сили-

<sup>1)</sup> См. стр. 218 этой книги. *Ред.*

<sup>2)</sup> Подробное описаніе этой печи см. на стр. 285 этого журнала. *Ред.*

щемъ (Völklingen, Ugine). Авторъ считаетъ, что прибавленіе одного угля безъ ферросилиція недостаточно для полного удаленія всего связаннаго кислорода. Послѣ удаленія кислорода забрасываютъ составныя части восстановительнаго шлага; получающіеся при восстановленіи Са, или образующійся въ дуговой печи карбидъ кальція, реагируетъ съ сѣрой, которая въ видѣ CaS почти цѣликомъ переходитъ въ шлакъ. Журналъ плавки печи *Stassano* (Туринъ) показываетъ *безполезность обезсѣриванія* металла *передъ раскисленіемъ*. Шлакъ нормально долженъ быть гораздо горячѣе металла и содержать хоть немного Fe и Mn.

Опубликованныя недавно аналитическія данныя заставляютъ предполагать, что въ индукціонныхъ печахъ обезсѣриваніе не такъ полно, какъ въ дуговыхъ печахъ; однако, приводимые авторомъ анализы показываютъ, что шлакъ печи *Röchling-Rodenhauser'a* содержитъ весьма значительныя количества сѣры; вѣроятно, въ данной плавкѣ количество шлага было слишкомъ мало для полного удаленія сѣры изъ металла.

Малое содержаніе водорода въ электростали авторъ объясняетъ образовавіемъ ацетилена въ мѣстахъ соприкосновенія металла и шлага:



IV. Стоимость производства (стр. 659—671). *Сырые материалы* не должны содержать Cu и As, удаленіе которыхъ невозможно какъ въ мартеновской, такъ и въ электрической печи, но, въ общемъ, они по качеству могутъ уступать исходнымъ продуктамъ мартеновскаго и тигельнаго производствъ. Работа на чугуи неудобна, такъ какъ электрическая печь нормально не приспособлена для окисленія большихъ массъ примѣсей.

*Расходы на электрическую энергію* зависятъ съ одной стороны отъ стоимости кило-ваттъ-часа, колеблющейся въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, въ широкихъ предѣлахъ, съ другой стороны, — отъ количества кило-ваттъ-часовъ, затрачиваемаго на производство 1 t. стали.

Проф. *Eichhoff* далъ въ журналъ *Stahl & Eisen* для печи *Héroult* рядъ кривыхъ, связывающихъ расходъ электрич. энергіи на 1 t. стали съ емкостью печей; діаграмма содержитъ 3 кривыя (для случая жидкой и холодной насадки), соотвѣтствующія приготовленію въ печи одного, двухъ или трехъ различныхъ шлаковъ. Авторъ сравнилъ добытыя имъ на указанныхъ выше заводахъ данныя о расходѣ тока на 1 t стали съ соотвѣтственными данными діаграммы *Eichhoff'a*; результаты сравненія и, кромѣ того, расходъ электродовъ на 1 t стали сопоставлены въ нижеслѣдующей таблицѣ:

Печи.	Емкость.	Количество шлаковъ.	Расходъ энергіи наблюд.	Расходъ энергіи вычисл.	Расходъ электродовъ.
<i>а) Холодная шихта.</i>					
<i>Allevard.</i> . . . . .	3,5 t	0	700—725	710	11,3 kg.
<i>Stassano</i> (Туринъ). . . . .	0,7	2	1120	1120	7—10 „
<i>Girod</i> (Ugines). . . . .	1,8	2	1040	940	11,4 „
<i>Héroult</i> (La Pratz). . . . .	2,5	1	800—850	810	17,5 „
<i>в) Жидкая шихта.</i>					
<i>Héroult</i> (Ремпейдъ) . . . . .	2	2	320	320	2,68 „
<i>Röchling-Rodenhauser.</i> . . . .	8	2	180	?	— „
„ „ . . . . .	5	2	230—280	260	— „

Замѣчается почти полное совпаденіе вычисленнаго и наблюдавашагося расхода энергіи, т. е., при прочихъ равныхъ условіяхъ, печи всѣхъ системъ работаютъ одинаково экономично; исключеніе составляетъ лишь печь *Girod*, въ которой отъ токовъ Фуко значительная часть электр. энергіи пропадаетъ даромъ.

Расходы на *ремонтъ* печей не поддаются точному учету. Вообще говоря, набойка печей, работающихъ на холодныхъ и известковыхъ шлакахъ, изнашивается медленно, чѣмъ набойка печей, работающихъ на кремнистыхъ и очень горячихъ шлакахъ. Сводъ печей приходится ремонтировать разъ въ недѣлю (*Giffre, Girod* и *Hérault*), рѣже онъ служитъ 2 недѣли (*Hérault-Remscheid*); въ Туринѣ сводъ сдѣланъ изъ магнезита и въ теченіе 3—4-хъ недѣль не требуетъ ремонта. За неимѣніемъ данныхъ нельзя даже и приближенно указать расходы, сопряженные съ ремонтомъ печи *Röchling—Rodenhauer'a*; полный ремонтъ печи производится разъ въ 2 мѣсяца, частичныя исправленія набойки плавильной камеры — каждую недѣлю.

V. Качество стали (стр. 671—675). Кромѣ таблицы, сообщенной *L. Guillet* на Римскомъ съѣздѣ по прикладной химіи и содержащей результаты механическаго испытанія тигельной, мартеновской и электростали *Hérault*, авторъ приводитъ аналогичныя данныя для электростали заводовъ въ *Ugine, Völklingen* и Туринѣ.

VI. Заключение (стр. 675—679). Дальнѣйшее развитіе производства электростали будетъ зависѣть, главнымъ образомъ, отъ стоимости электрической энергіи и дальнѣйшее удешевленіе ея открываетъ самыя широкія перспективы; но уже теперь нужно считать выгодными дополнительную обработку въ электрической печи томасовскаго металла и производство всѣхъ сортовъ тигельной стали. Тигельная сталь стоитъ, по *Trasenster'y*, не менѣе 39 р. (большое производство) и до 82 р. (мастерская съ малою производительностью) за 1 т, между тѣмъ какъ сталь изъ малой электрической печи, работающей на менѣе чистыхъ сырыхъ матеріалахъ, обходится не дороже 38 руб. даже въ томъ случаѣ, когда за 1 кило-ваттъ-часъ приходится платить 3,8 коп.

Ф. Д.

*W. Rodenhauer*. Производство стали въ электрическихъ печахъ вообще и въ печи *Röchling-Rodenhauer'a* въ частности.

(*Journ. Iron & Steel Inst.*, 1, 1909, 261—293; *требія и корреспонденція* по поводу доклада, *Ibid* 294—312).

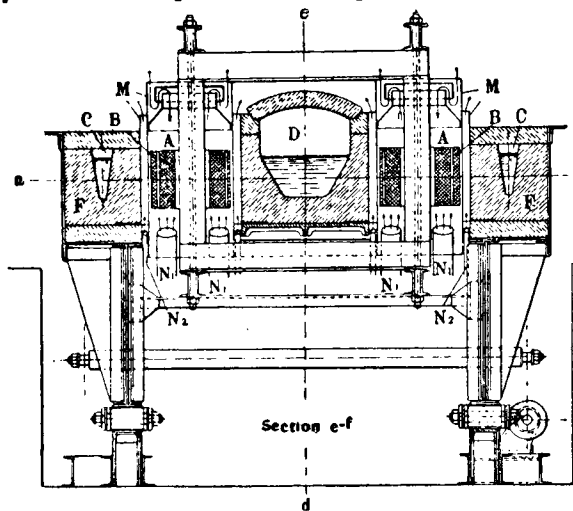
Авторъ въ первой части своего доклада, прочитаннаго въ маѣ 1909 г. на годовомъ собраніи англійскаго общества *Iron and Steel Institute*, описываетъ электрическія, главнѣйшихъ типовъ, печи для производства стали, останавливаясь довольно подробно на ихъ недостаткахъ; во второй части доклада детально описывается печь *Röchling-Rodenhauer'a* и условія ея работы.

По мнѣнію автора, въ печи *Stassano* неизбежны большія потери тепла, какъ при открываніи заслонокъ завалочныхъ отверстій, такъ и благодаря сильному разогрѣванію свода. Горизонтальные угольные электроды легко ломаются.

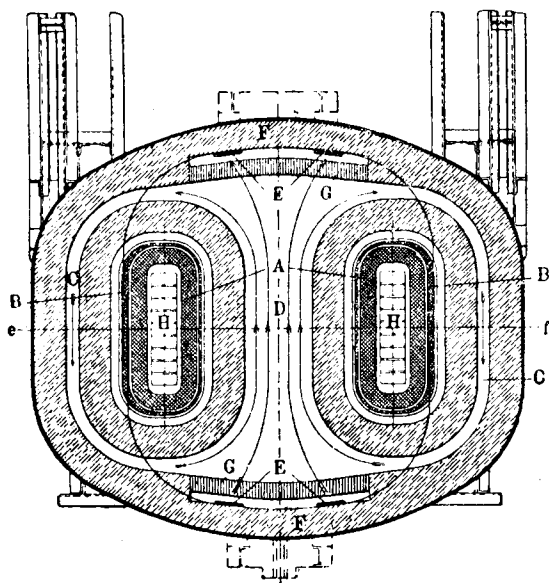


Слабой стороной печей *Héroult* является сильное разгорание свода, который приходится мѣнять каждые 14 дней.

Печь *Giroud* сравнительно равномернымъ потреблениемъ тока выгодно отличается отъ печей, въ которыхъ обоимъ электродамъ придана форма угольных стержней. Но черезъ охлаждаемый водой подъ печи, являющийся



Фиг. 5.



Фиг. 6.

однимъ изъ электродовъ, теряется много тепловой энергии. Такъ какъ сопротивление угольного электрода въ нѣсколько тысячъ разъ больше сопротивления ванны, то въ угольномъ электродѣ превращается значительно больше электрической энергии въ теплоту, чѣмъ въ самой ваннѣ. Джоулевой теплотой температура печи не можетъ быть достаточно повышена; разогрѣвание производится почти исключительно дугой и, благодаря большому сопротивлению угольного электрода и водяному охлаждению его металлической арматуры, около 10% тепловой энергии теряется бесполезно.

Въ индукционной печи *Kjellin*'а и отличающейся отъ нея лишь конструктивными деталями печи *Frick*'а отсутствіе рабочихъ оконъ и узость кольцевого плавильного пространства мѣшаютъ удаленно и измѣненію состава шлака; авторъ считаетъ эти печи пригодными лишь для переплавокъ и приготовления ферросплавовъ изъ очень чистыхъ сырыхъ матеріаловъ.

Благодаря, сравнительно, большому разстоянію между первичной катушкой и кольцевымъ горномъ, коэффициентъ мощности ( $\cos\varphi$ ) очень низокъ; чѣмъ больше печь, тѣмъ меньше періодовъ въ секунду долженъ имѣть переменный токъ, требуя очень дорогихъ генераторовъ тока.

Главной конструктивной особенностью печи *Röchling - Rodenhauser*'а является сочетаніе двухъ (для печей работающихъ на однофазномъ пере-

мѣнномъ токѣ) или трехъ (при трехфазномъ токѣ) очень узкихъ кольцевыхъ „нагрѣвательныхъ“ каналовъ съ расположенной между ними большой „рабочей“ камерой, въ которой протекають металлургическіе процессы.

На прилагаемыхъ фигурахъ (5 и 6) изображена печь, обслуживаемая однофазнымъ переменнымъ токомъ въ 5000 вольтъ и 15  $\omega$ .

Печной трансформаторъ состоитъ изъ двухъ сердечниковъ, окруженныхъ первичной обмоткой АА и вторичной обмоткой ВВ. Электрическій генераторъ непосредственно приключенъ къ обмоткѣ А и возбуждаетъ индукціонный токъ во вторичной обмоткѣ В и въ обрабатываемомъ металлѣ, наполняющемъ кольцевые каналы С. Между обоими печными трансформаторами расположена рабочая камера D; для повышенія температуры черезъ нее проводится мощный низковольтный токъ отъ обмотки В; провода отъ В идутъ къ металлическимъ плитамъ Е, вдѣланнымъ въ набойку печи Е. Отъ обмотки В токъ идетъ въ Е, черезъ проводящій матеріалъ G въ ванну и черезъ находящіяся съ противоположной стороны ванны электроды возвращается въ В. Обмотка для предохраненія отъ чрезмѣрнаго нагрѣванія, заключена въ узніе мѣдныя цилиндры ММ, черезъ которые просасывается охлаждающій воздухъ; сердечникъ охлаждается вентиляціонной трубой Н. Особыя приспособленія препятствуютъ прониканію илака въ нагрѣвательные каналы.

Печь для трехфазнаго тока имѣетъ 3 печныхъ трансформатора и одно рабочее окно. Въ рабочей камерѣ печи для однофазнаго тока имѣются два рабочихъ отверстія, изъ которыхъ одно снабжено желобомъ для выпуска металла. Отверстія лежатъ невысоко надъ поверхностью металлической ванны, вслѣдствіе чего удаленіе илаковъ производится въ этой печи столь же легко, какъ въ дуговыхъ печахъ; нагрѣвательные каналы и плавильное пространство во все время работы перекрыты сводомъ, что сильно уменьшаетъ потерю тепла. Стальные электродныя пластины Е долгое время служатъ безъ ремонта. Коэффициентъ мощности  $\cos\varphi$ , благодаря комбинаціи отдѣльныхъ нагрѣвательныхъ каналовъ съ центральнымъ плавильнымъ пространствомъ, настолько высокъ, что вполне возможна работа на токѣ нормальной частоты (25—50  $\omega$  въ сек.).  $\cos\varphi$  въ 3 $\frac{1}{2}$  t. печи найденъ равнымъ 0,97.

*Стоимость* постройки и оборудованія электрическихъ печей въ значительной мѣрѣ зависитъ отъ типа электрическихъ генераторовъ. Генераторы трехфазнаго тока на 25% дешевле однофазныхъ генераторовъ; къ сѣти, кроиѣ того, могутъ быть приключены двигатели для прокатныхъ становъ и другихъ вспомогательныхъ механизмовъ завода. Если же печь построена для однофазнаго тока, то приходится устанавливать еще трансформаторы или особыя динамо трехфазнаго или постояннаго тока, такъ какъ однофазный переменный токъ не приводитъ въ дѣйствіе моторовъ.

Съ другой стороны,—сложная конструкція печныхъ трансформаторовъ и ихъ охладительныхъ приспособленій значительно повышаетъ стоимость печи *Röchling-Rodenhauser*'а; но, въ общемъ, эта печь вмѣстѣ съ необходимыми генераторами трехфазнаго тока стобитъ меньше, чѣмъ другія электро-термическія печи съ ихъ электрическимъ оборудованиемъ.

Металлургическіи условія работы. Преимущество печи *Röchling-Rodenhauser*'а заключается въ удобствѣ переплавки металла и его рафинировки. Рафинировка ведется, примѣрно, въ такихъ же условіяхъ,

какъ въ другихъ электрическихъ печахъ: для удаленія фосфора пользуются окисляющимъ основнымъ шлакомъ изъ извести, окалины или руды; этотъ шлакъ сгребаютъ и приступаютъ къ обуглероживашю, а затѣмъ,—къ обезѣриванію металла. Къ концу процесса долженъ получаться бѣлый шлакъ, несодержащій желѣза и разсыпающійся на воздухѣ.

На заводѣ *Röchlinger Eisen-und Stahlwerke* (Völklingen) работаютъ двѣ печи системы автора, одна на 8t (однофазная), другая на 2t (трехфазная). Большая печь расходуетъ 600 киловатъ и питается 5000 вольтнымъ однофазнымъ генераторомъ съ  $5 \infty$  въ сек.; 2t-ая печь непосредственно включена въ сѣть трехфазнаго тока и расходуетъ 200—250 киловатъ при напряженіи въ 400 в. и 50 періодахъ въ сек.

Въ обѣихъ печахъ высоковольтный токъ непосредственно подведенъ къ находящимся внутри печи и совершенно закрытымъ печнымъ трансформаторамъ. Двухлѣтняя практика показала полную удовлетворительность устройствъ; проводники высоковольтнаго тока проложены такимъ образомъ, что рабочіе не могутъ къ намъ прикоснуться и до сихъ поръ несчастій съ людьми не было.

Печи работали на жидкой насадкѣ изъ основного конвертера, содержащей около 0,1% S. и 0,08% P.; окончательный продуктъ — рельсовая и инструментальная сталь.

Послѣ каждой плавки печь совершенно опоражнивается. Для пуска печи въ кольцевые каналы кладутъ по желѣзному сплошному кольцу <sup>1)</sup>, обсыпаютъ его скрапомъ, стружками и пускаютъ токъ; кольцо накаливается до-красна, мелочь плавится, заполняя дно каналовъ; послѣ этого вводятъ рафинируемый матеріалъ изъ конвертера. Къ жидкой шихтѣ иногда прибавляютъ желѣзной лопы въ количествѣ отъ  $\frac{1}{2}$  до  $\frac{2}{3}$  всей насадки. Для поддержанія печи въ горячемъ состояніи пропускаютъ лишь около  $\frac{1}{3}$  нормальнаго тока; даже при полномъ выключеніи тока температура наглухо закрытой печи за сутки не опускается ниже краснаго каленія.

Рафинировка стали въ печи *Röchling-Rodenhauser*'а можетъ быть доведена до тѣхъ же предѣловъ, какъ въ дуговыхъ электрическихъ печахъ. Благодаря энергичной циркуляціи металла, получаемый продуктъ вполне однороденъ; въ подтвержденіе авторъ приводитъ таблицы, въ которыхъ указаны: химическій составъ, результаты испытанія на ударъ и опредѣленія твердости по *Brinell* ряда пробъ, взятыхъ послѣдовательно изъ печи системы *Röchling-Rodenhauser* завода *Poldihütte* въ г. Кладно (Богемія).

Несмотря на сильную циркуляцію металла въ печи и каналахъ, состоящая изъ магнезита и смолы набойка печи выгораетъ медленно и требуетъ ремонта лишь каждыя 2 недѣли; толщина ея въ упомянутой 8t печи была около 350 мм. На 1t стали ремонтные расходы въ этихъ печахъ ниже, чѣмъ въ обыкновенной мартеновской печи.

Для иллюстраціи металлургическихъ условій работы печей авторъ приводитъ 2 діаграммы, показывающія для 5t печи *Héroult* и для 8t печи *Röchling-Rodenhauser*'а измѣненіе состава шихты и шлаковъ въ продолженіе плавки. Сравнивая эти діаграммы, авторъ приходитъ къ слѣдующимъ выводамъ:

<sup>1)</sup> Этотъ способъ разгрѣва печи примѣнялся уже ранѣе Colby.

1) Печь *Röchling-Rodenhauser*'а прогревается скорѣе и періодъ окисленія (удаленія Р и Мп) въ ней короче, чѣмъ въ печи *Héroult*.

2) Полученная сталь содержитъ примѣсей не больше, чѣмъ сталь *Héroult*, хотя шихта содержала значительно больше примѣсей, чѣмъ сырые матеріалы печи *Héroult*.

3) Обезсѣриваніе шло дальше, чѣмъ въ печи *Héroult*; оно производилось послѣ обуглероживанія и послѣ приготовленія окончательнаго шлака.

Въ заключеніе доклада приведены анализы стали, полученной въ печахъ *Röchling-Rodenhauser*'а въ *Völklingen*. Къ статьѣ приложены фототипы печей и отдѣльныхъ ея частей.

Пренія. *O. Frick* не думаетъ, чтобы колебанія силы тока въ печи *Girod* были меньше, чѣмъ въ печи *Héroult*; мнѣше докладчика о невозможности производить рафинированіе стали въ болѣе старыхъ индукціонныхъ печахъ неосновательно. На заводѣ *Krupp*'а въ Эссенѣ устроена 10t печь системы *Frick*'а, снабженная вращающейся крышкой, черезъ отверстіе которой рабочій обзрѣваетъ весь кольцевой каналъ и по мѣрѣ надобности особымъ орудіемъ сгребаетъ шлакъ. Въ печахъ съ однимъ лишь кольцевымъ каналомъ лучеиспускающая поверхность на 20% — 30% меньше, чѣмъ въ печи *Röchling-Rodenhauser*'а.

*A. Hiorth* указываетъ, что въ части печи, представляющей кошію съ печи *Kjellin*'а, коэффициентъ полезнаго дѣйствія, благодаря значительному разстоянію между катушкой и сердечникомъ, едва ли выше 70%; если, какъ указывалъ докладчикъ, общій коэффициентъ полезнаго дѣйствія—97%, то по кольцевымъ частямъ печи проходитъ слишкомъ малая доля поступающей въ печь электрической энергіи. *Hiorth* въ своей индукціонной печи въ 5t характеризующейся плоскими катушками, помѣщенными непосредственно у дна и поверхности ванны, достигаетъ коэффициента мощности 0,8.

*T. Rowlands* сообщаетъ результаты работы печи *Kjellin*'а на Ниагарскомъ водопадѣ. При работѣ съ твердой завалкой на тонну расходуется отъ 440 до 600 киловатъ-часовъ; коэффициентъ мощности около 0,80. Въ печи *Kjellin*'а сниманіе шлака, по *Rowlands*'у, представляетъ значительныя трудности.

*T. Moorwood* указываетъ на чрезвычайную сложность электрическаго оборудованія печи докладчика; металлургу нужна печь простая, не требующая постоянныхъ услугъ электротехника.

*T. Turner* опытнымъ путемъ нашелъ, что въ индукціонныхъ печахъ температура значительно ниже, чѣмъ въ дуговыхъ; поэтому онѣ менѣе пригодны для дефосфоризаціи, чѣмъ дуговая печь.

*E. Adamson* опровергаетъ высказанное докладчикомъ положеніе о неоднородности стали *Héroult*: въ печь былъ заброшенъ кусокъ феррохрома и затѣмъ изъ разныхъ частей ванны брались пробы для анализа; во всѣхъ пробахъ найдено одинаковое % содержаніе Cr. Въ 60 выпускахъ максимальное колебаніе % содерж. Р было 0,006%, а S — 0,016% и, притомъ,—полученный матеріалъ былъ чище, чѣмъ тотъ продуктъ печи *Röchling-Rodenhauser*'а, анализы котораго приведены докладчикомъ.

*A. Richards, I. Gledhill* и *S. Schindler* указываютъ, что стоимость производства электростали нужно значительно понизить, если желаютъ конкурировать съ мартеновской сталью.

Высокія качества электростали обусловлены не столько отсутствіемъ въ ней примѣсей, сколько отсутствіемъ газовъ. *Schindler* проситъ указаній относительно стоимости установокъ, ремонта и веденія процесса за опредѣленный періодъ времени; было бы интересно узнать, сколько нужно времени на плавку и рафинировку при твердой завалкѣ.

Въ отвѣтъ на предложенные вопросы и сдѣланныя замѣчанія, *W. Rodenhauser* указываетъ, что при сравненіи стоимости производства мартеновской стали и электростали не слѣдуетъ забывать, что потребители охотно платятъ за электросталь больше, чѣмъ за сталь полученную обычными металлургическими приемами. Иногда возможно въ электрической печи перерабатывать сырые матеріалы, болѣе дешевые, чѣмъ въ мартеновскихъ печахъ; наконецъ, обслуживаніе печи требуетъ меньше рабочихъ; такъ напр., — при печи *Röchling-Rodenhauser*'а, дающей при жидкой шихтѣ 50t инструментальной стали въ сутки, состоитъ всего лишь трое рабочихъ.

Наиболѣе экономичной является работа съ жидкой шихтой, въ которой углеродъ и большая часть Р уже удалены обычнымъ способомъ; рафинировка такой шихты требуетъ около 100 киловаттъ-час. на тонну. Если же электрическая энергія достаточно дешева, то рафинировка доменнаго чугуна можетъ оказаться выгодной, какъ показываетъ работа печи докладчика въ *Dommeldingen* (Люксембургъ).

Въ 1 $\frac{1}{2}$ t печи, стоимостью въ 19900 рублей въ годъ производится 142tt стали при работѣ на холодномъ скрапѣ; въ этой печи тонна стали обходится почти въ 60 рублей:

амортизація 10 <sup>0</sup> /о . . . . .	1,40
электрич. энергія, 950 киловаттъ-час. по 2,13 коп. . . . .	20,24
1 t скрапа . . . . .	31,68
добавочные матеріалы . . . . .	1,66
ремонтъ печи . . . . .	2,22
рабочая плата . . . . .	1,94
охлажденіе трансформаторовъ . . . . .	0,19
Стоимость 1t стали . . . . .	59,33 руб.

Не соглашаясь съ *Turner*'омъ, докладчикъ увѣряетъ, что въ печи *Röchling-Rodenhauser*'а легко получаютъ высокія температуры, нужныя для металлургическихъ процессовъ.

Электрическій коэффициентъ полезнаго дѣйствія=97%, термическій коэффициентъ нѣсколько ниже. Для рафинировки мягкой основной стали изъ скрапа въ 8t печи расходуется на 1t ок. 540 кил.-ват. часовъ; температура рафинированной стали найдена непосредственнымъ опытомъ равной 1700°. Для нагрѣванія 1t скрапа (теплоемкость=0,21) до 1700° и плавленія (теплота плавленія 30 кал.) требуется 387000 калорій <sup>1)</sup> или 448 к. час.; такимъ образомъ 448:540=83<sup>0</sup>/о всей вводимой въ печь электрической энергіи расходуется на полезную термическую работу. Ф. Д.

<sup>1)</sup> Правильнѣе рассчитывать такъ:

$$1000 (0,167 \times 1500 + 68 + 0,21 \times 200) = 360000 \text{ cal.}$$

Принятая авторомъ теплоемкость относится лишь къ жидкому желѣзу.

*Ред.*

*H. M. Howe. Получение стали въ электрической печи.*

(Rev. de Métall., 1909, 1138—1155).

Содержаніе статьи: краткое сравненіе различныхъ системъ печей, подробный разборъ металлургическихъ процессовъ, протекающихъ въ электрическихъ печахъ и сравненіе ихъ съ процессами въ мартеновской печи.

*Сравненіе печей.* При нормальной работѣ, состоящей въ окончательной рафинировкѣ мартеновскаго или бессемеровскаго металла, электрич. печи всѣхъ системъ работаютъ вполне удовлетворительно и авторъ затрудняется дать предпочтеніе какой-нибудь одной изъ нихъ: исключеніемъ является лишь печь *Kjellin'a*, которая можетъ имѣть, въ силу своихъ конструктивныхъ особенностей, лишь ограниченное примѣненіе. При работѣ съ твердой насадкой печи системы *Girod* или *Giffre* выгоднѣе другихъ печей; онѣ не подвержены сильнымъ колебаніямъ силы тока, наблюдаемымъ въ печахъ съ двумя или болѣе электродами. Индукціонныя печи съ тонкой и легко повреждаемой набойкой авторъ считаетъ совершенно непригодными для работы съ твердой насадкой.

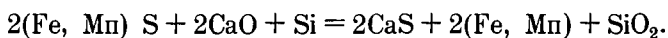
*Металлургическіе процессы.* Рафинировка въ электрической печи обнимаетъ 2 главныхъ періода: 1) окисленіе — удаленіе Р помощью окиси желѣза — и, 2), удаленіе — S, восстановленіе (разложеніе окиси желѣза), выдѣленіе изъ металла взвѣшенныхъ частицъ и газовъ —  $H_2$  и  $N_2$ .

Окисленіе производится желѣзистымъ шлакомъ, который, съ одной стороны, окисляетъ фосфоръ, съ другой стороны, — связываетъ образовавшуюся фосфорную кислоту. Въ процессѣ дефосфоризаціи мартеновская печь нисколько не уступаетъ электрической печи.

Наиболѣе своеобразными и характерными для электрическихъ печей являются процессы восстановленія и обезсѣриванія. Удаленіе сѣры въ видѣ соединенія CaS представляетъ важное нововведеніе въ металлургію стали, давая возможность почти начисто удалить эту вредную примѣсь.

По окончаніи окисленія приходится первымъ дѣломъ удалить возможно тщательнѣе весь содержащій фосфоръ шлакъ, чтобы Р при раскисленіи не перешелъ бы обратно въ металлъ. Готовятъ новый шлакъ и присаживаютъ обычные восстанавливающіе реагенты (С, Si Mn или Al); перешедшія въ шлакъ окиси Fe, Mn восстанавливаются, нарушая равновѣсіе между растворенными въ шлакѣ и въ металлѣ количествами окиси желѣза; новыя количества окиси переходятъ въ шлакъ, восстанавливаются и т. д. Если по условіямъ работы шлакъ недостаточно жидокъ, то примѣняютъ плавящійся въ ваннѣ восстановитель, забрасываемый отдѣльными кусками въ расплавленный металлъ; въ печи *Röchling-Rodenhauser'a* восстановителемъ служитъ ферросилицій.

Когда раскисленіе почти закончено, то начинается обезсѣриваніе, по формулѣ:



Обычный способъ обезсѣриванія марганцемъ основанъ на томъ, что коэффициентъ распредѣленія MnS между шлакомъ и расплавленнымъ металломъ больше 1; (онъ почти равенъ 5). Удаленіе значительныхъ количествъ сѣры требуетъ большого количества шлаковъ и сравнительно долгаго промежутка времени для диффузіи MnS. Повидимому, CaS совершенно не растворимъ въ желѣзѣ и почти цѣликомъ переходитъ въ шлакъ; въ *Völklin-*

ген, напр., одинъ изъ шлаковъ содержалъ въ 125 разъ больше S, чѣмъ осталось въ рафинированномъ металлѣ. Получающіеся при обезсѣриваніи шлаки почти всегда содержатъ много свободной извести; по автору, основной шлакъ не является непремѣннымъ условіемъ обезсѣриваша и работа на болѣе легкоплавкомъ моносиликатѣ кальція даетъ хорошіе результаты (1,06% S въ шлакъ завода Völklingen); примѣненіе шлака, не содержащаго значительнаго избытка кальція, тѣмъ болѣе желательна, что раскисленіе и обезсѣривашіе идутъ тѣмъ успѣшнѣе, чѣмъ ниже температура расплавленного шлака (?).

Для выдѣленія взвѣшенныхъ въ металлѣ частицъ (главнымъ образомъ шлака). необходимо, по мнѣнію автора, 1),— придавать имъ такой составъ, чтобы онѣ легко сплавлялись вмѣстѣ и, 2),— выдерживать по окончаніи рафинировки расплавленный металлъ въ спокойномъ состояніи, чтобы частицы успѣвали всплыть на поверхность металла.

Подводя итогъ своей работы, авторъ признаетъ за электрическими печами значительныя преимущества передъ другими печами только въ процессахъ возстановленія, обезсѣриваша, выдѣленія взвѣшенныхъ частицъ и газовъ; отсутствіе окисловъ, шлаковыхъ включеній и газовъ составляетъ главное преимущество электростали передъ мартеновскою сталью. Прочіе процессы,— переплавка и дефосфорация производятся болѣе удобно и успѣшно въ другихъ печахъ.

Ф. Д.

## Производство другихъ, кромѣ желѣза, металловъ.

*R. Pitaval.* Производство алюминія во Франціи (Mém. et travaux de la Société d. Ing. Civ. d. France, 1909, № 11, 308).

Констатируя фактъ, что въ настоящее время Франція занимаетъ первое мѣсто въ мірѣ по производству алюминія, авторъ объясняетъ это обстоятельство наличностью залежей боксита, представляющаго въ настоящее время единственную удобную руду для выработки алюминія. Производство этого металла ведется электротермическимъ процессомъ и, потому, вполне естественно, что соответствующіе заводы строились, главнымъ образомъ, въ той части Франціи, гдѣ можно располагать дешевой водяной силой, а именно — въ Савойѣ; мощность оборудованія заводовъ, выстроенныхъ здѣсь, опредѣляется въ 100.000 лошадиныхъ силъ. Постоянное паденіе цѣны на алюминій обуславливаетъ все большее и большее примѣненіе его въ технику, тѣмъ болѣе, что нарождающіяся новыя отрасли промышленности, — какъ напр., постройка воздухоплавательныхъ аппаратовъ — создаютъ все большій и большій спросъ на алюминій, какъ легкій металлъ. Главнѣйшимъ потребителемъ алюминія, всетаки, остается еще металлургическая промышленность, примѣняющая его въ качествѣ раскислителя; обычно для этой цѣли примѣняется металлъ, содержащій около 94—96% Al. Болѣе чистые сорта идутъ для выдѣлки электрическихъ проводовъ, особенно воздушныхъ, и въ настоящее время, во Франціи, алюминій начинаетъ конкурировать въ этомъ отношеніи съ мѣдью. Дѣйствительно, электропроводность алюминія равна 60% электропроводности кремнистой бронзы, примѣняемой для воздушныхъ проводовъ, но при этомъ проводники, сдѣланные изъ алюминія, при одинаковой проводимости вѣсятъ вдвое меньше, чѣмъ мѣдные.

Подводя итоги примѣненія алюминія въ технику авторъ говоритъ, что за исключеніемъ примѣненія алюминія въ металлургіи и фабрикаціи автомобилей, этотъ металлъ въ другихъ отрасляхъ промышленности стремится конкурировать съ мѣдью и высказываетъ надежду, что при возвышеніи цѣны на мѣдь, послѣ нынѣшняго кризиса, для алюминія откроется новая эра.

*В. С.*



*В. Ванюковъ. Процессъ выгоранія примѣсей при рафинированіи мѣди въ пламенной печи. (Métallurgie, 1909, 749, 792).*

Ходъ процесса выгоранія примѣсей при рафинированіи мѣди, сравнительно, мало освѣщенъ въ специальной литературѣ; имѣющіяся по этому вопросу работы отличаются неполнотою и односторонностью. Обстоятельное изслѣдованіе процесса рафинированія мѣди, выполненное В. Ванюковымъ, даетъ полное представленіе обо всѣхъ явленіяхъ, сопровождающихъ этотъ процессъ.

Изучавшаяся имъ опытная плавка велась въ регенеративной печи Выйскаго завода (Ураль). На загрузку шла розетная мѣдь того же завода, охлажденная водою для предохраненія отъ окислительнаго дѣйствія воздуха, а также — для удаленія съ поверхности мусора и илака. Во время хода процесса авторомъ реферируемой статьи производились черезъ одинаковые промежутки времени (30 мин.) слѣдующія опредѣленія:

1) Температуры ванны посредствомъ термоэлектрическаго пирометра Лешателье (таблица I).

2) Состава газовой смѣси въ плавильномъ пространствѣ.

3) Количества  $SO_2$  въ отходящихъ газахъ.

4) Внѣшняго вида пробъ мѣди.

5) Химическаго состава каждой пробы.

6) Микроструктуры каждой пробы послѣ вытравливанія различными реактивами.

### Температура ванны.

Время.	Состояніе ванны.	Температура.	Время.	Состояніе ванны.	Температура.
ч. м.			ч. м.		
5 00	Расплавленіе.	1104°	7 00	Окончаніе кипѣнія.	1113°
6 00	Передъ кипѣніемъ.	1091	7 35	Дразненіе.	1113
6 30	Макимумъ кипѣнія.	1123	8 20	Мѣдь очищена.	1102

По измѣненію *состава газовой смѣси*, указанному въ таблицѣ, можно прослѣдить за всѣми колебаніями температуры плавильнаго пространства, являющимися, за исключеніемъ искусственнаго охлажденія печи передъ кипѣніемъ, и во время дразненія, функцией процессовъ, происходящихъ въ печи съ поглощеніемъ или выдѣленіемъ тепла. Вычисляя количество свободнаго  $O_2$  вычитаніемъ изъ полученнаго анализомъ количества того кислорода, который потребовался бы для обращенія всей  $CO$  въ  $CO_2$ , авторъ получилъ цифры: проба № 1—7,4%  $O_2$ ; № 2—5,1%; № 3—4,15%; № 4—5,9%; № 5—5,15%; № 6—8,3%; № 7—10,0%; № 8—7,1%, по которымъ, принимая во вниманіе замѣчанія вышеприведенной таблицы, можно прослѣдить ходъ окислительнаго процесса.

*Содержаніе  $SO_2$  въ отходящихъ газахъ* опредѣлялось по методу Винклера поглощеніемъ при помощи раствора кислой угленатровой соли, смѣшаннаго съ растворомъ іода. Вычисленіе анализовъ дало такіе результаты:

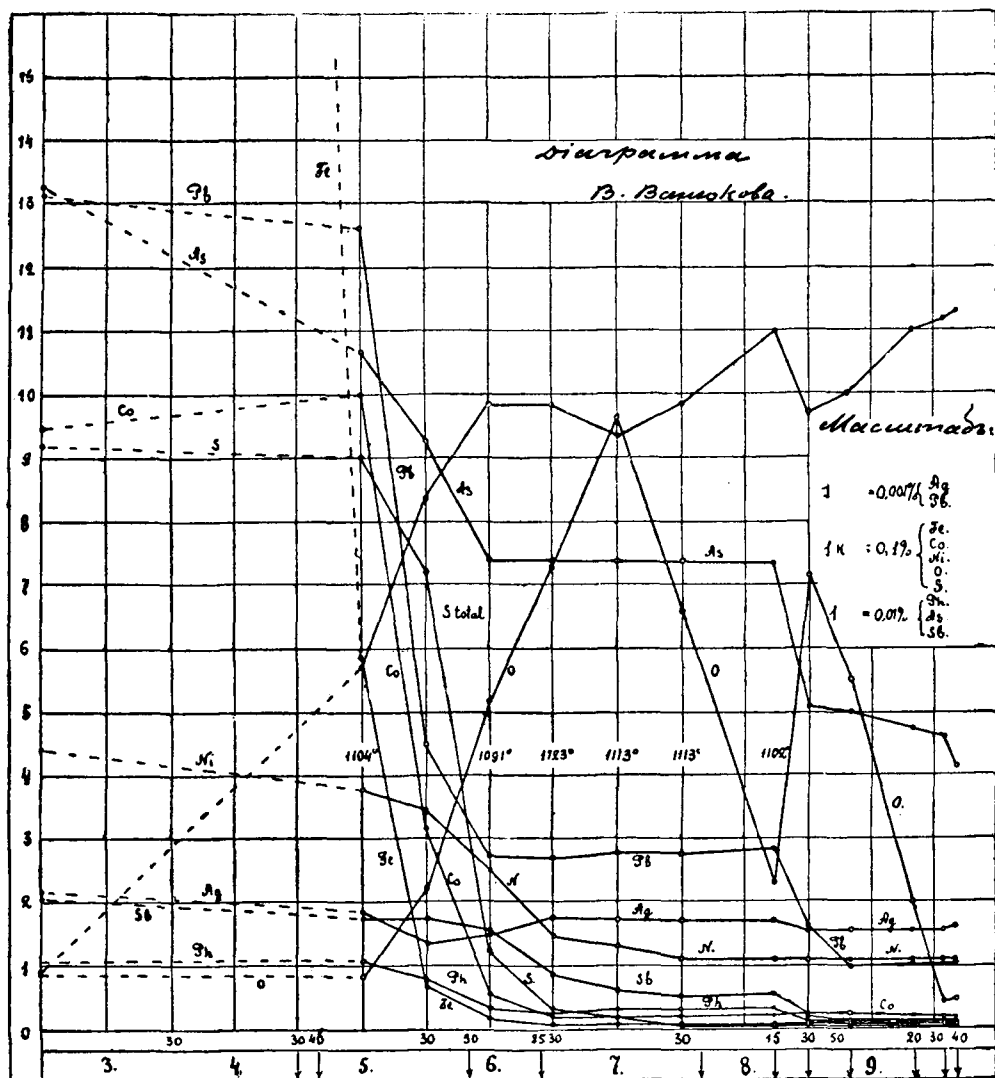


составъ. Для еще большей наглядности авторомъ сдѣланы перечисленія всѣхъ этихъ данныхъ на 100 частей Cu и полученныхъ такимъ образомъ цифры нане-

## Составъ пробъ металла.

	Cu	Ag	Pb	Fe	Co	Ni	P	As	Sb	O <sub>2</sub>	Sso <sub>2</sub>	S bis	Сумма.
Черная мѣдь	94,55	0,0021	0,0123	3,0373	0,8944	0,4080	0,0105	0,1257	0,0200	0,0954	0,0006	0,8679	100,0242
1-я проба	96,93	0,0018	0,0122	0,5683	1,0207	0,3648	0,0112	0,1031	0,0174	0,0837	0,0004	0,8705	99,9841
2 "	98,207	0,0013	0,0044	0,0743	0,3134	0,3394	0,0072	0,0914	0,0174	0,2123	0,0004	0,7060	99,9745
3 "	98,96	0,0016	0,0027	0,0172	0,0586	0,2531	0,0032	0,0737	0,0155	0,5097	0,0059	0,0902	99,9914
4 "	98,933	0,0018	0,0027	0,0125	0,0278	0,1524	0,0032	0,0738	0,0090	0,7308	0,0085	0,0375	100,0930
5 "	98,749	0,0018	0,0027	0,0131	0,0236	0,1377	0,0032	0,0736	0,0066	0,9562	0,0094	0,0253	100,0022
6 "	98,98	0,0018	0,0027	0,0094	0,0234	0,1100	0,0032	0,0738	0,0052	0,6671	Сл.	0,0096	99,8862
7 "	99,42	0,0018	0,0028	0,0107	0,0226	0,1098	0,0032	0,0739	0,0066	0,2285	"	0,0094	99,8895
8 "	98,905	0,0016	0,0017	0,0076	0,0220	0,1082	0,0015	0,0500	0,0032	0,7222	"	0,0093	99,8323
9 "	99,078	0,0016	0,0010	0,0084	0,0291	0,1092	0,0011	0,0497	0,0017	0,5467	"	0,0093	99,8348
10 "	99,47	0,0016	0,0010	0,0084	0,0247	0,1091	0,0011	0,0475	0,0017	0,2097	"	0,0093	99,8841
11 "	99,65	0,0016	0,0010	0,0081	0,0230	0,1091	0,0012	0,0460	0,0017	0,0444	"	0,0093	99,8954
12 "	99,66	0,0016	0,0010	0,0080	0,0243	0,1091	0,0012	0,0402	0,0017	0,0486	"	0,0093	99,9051

сены на діаграмму (стр. 295), по оси абсциссъ которой отложено время (плавка началась въ 2 ч. 30 и окончилась въ 9 ч. 40), по ординатамъ—процентное содержаніе примѣсей въ маснітабѣ, указанномъ на діаграммѣ. Пунктиромъ обозначены линии, соответствующія составу ванны въ періодъ расплавленія, до взятія 1-ой пробы (въ 5 ч.). Стрѣлками внизу діаграммы обозначены характерные моменты процесса: 4 ч. 30 — расплавленіе мѣди; 4 ч. 40—пускъ



дутья, 5 ч. 50 — начало кипѣнія; 6 ч. 25—кипѣніе; 7 ч. — конецъ кипѣнія, начало дразненія; 7 ч. 38 — прекращеніе дутья; 8 ч. 15 — мѣдь очищена, начало 2-го рафинированія; 8 ч. 30 — начало дразненія; 8 ч. 50 — прекращеніе дутья; 9 ч. 20 — передъ присадкой фосфора; 9 ч. 30 — присадка фосфора; 9 ч. 40 — выпускъ.

Кривыя діаграммы показываютъ, что почти все примѣсы выгораютъ во время перваго окислительнаго періода, вторичнымъ окисленіемъ удаляются, главнымъ образомъ, As и Sb. Кривая  $O_2$  даетъ представленіе какъ о количествѣ  $Si_2O$  въ ваннѣ, такъ и о роли ея во время процесса.

*Микроструктура.* Всѣ 12 пробъ были изслѣдованы подъ микроскопомъ 4 раза при вытравленіи различными реактивами, въ качествѣ каковыхъ авторомъ были примѣнены: 1) растворъ амміака; 2) слабый электрическій токъ въ подкисленномъ сѣрною кислотою растворѣ мѣднаго купороса, при чемъ шлифъ игралъ роль анода; 3) амміачный растворъ хлористой мѣди, и 4) азотная кислота уд. в. 1,2.

Всѣ полученныя авторомъ 48 фотограммъ показываютъ вполне согласныя съ данными анализа измѣненія структуры мѣди въ зависимости отъ выгорания примѣсей и растворенія въ ней большаго или меньшаго количества  $\text{Cu}_2\text{O}$ , причемъ и азотная кислота оказалась вполне примѣнимой въ качествѣ протравителя мѣдныхъ шлифовъ, не смотря на противоположныя указанія нѣкоторыхъ изслѣдователей (напр., Курдюмова). Н. Г.

Проф. *E. D. Peters*. Выплавка мѣди на западѣ (Eng. & Min. J. T., 88, 735).

Въ настоящей статьѣ проф. *E. D. Peters* подводитъ итоги тѣмъ измѣненіямъ, которыя произошли въ способахъ выплавки мѣди за послѣдніе 2—3 года въ С.-А. Соединенныхъ штатахъ.

По даннымъ автора, существуетъ рѣзко выраженное стремленіе использовать сульфидную сѣру сѣрнистыхъ рудъ мѣди въ качествѣ топлива и работать съ шахтной печью, какъ съ приборомъ, предназначеннымъ для окисленія. Такимъ образомъ, плавка сѣрнистыхъ рудъ въ шахтныхъ печахъ все болѣе и болѣе приближается къ типу пиритовой плавки. Яркимъ примѣромъ является выплавка мѣди на заводѣ Anaconda, гдѣ 75% всей сѣры, находящейся въ шихтѣ, окисляется при переплавкѣ руды въ шахтной печи, при чемъ получается штейнъ съ 40—45%  $\text{Cu}$ , а расходъ горючаго составляетъ 9%.

Изъ практики рафинированія въ отражательныхъ печахъ, проф. *E. D. Peters* приводитъ въ высшей степени интересный, чтобы не сказать парадоксальный, способъ очищенія черной мѣди на заводѣ Washoe. Техниками здѣсь было замѣчено, что окисленіе и дразненіе расплавленной черной мѣди рабочіе стараются дѣлать *одновременно*. При указаніи на неосмысленность этого приѣма, рабочіе заявили, что при послѣдовательномъ окисленіи и дразненіи увеличивается продолжительность передѣла. Были поставлены повторные опыты, результаты которыхъ подтвердили заявленія рабочихъ; въ настоящее время работа ведется такъ, что черезъ одно рабочее отверстіе продувается воздухъ въ печь, въ то время, какъ черезъ другое производится дразненіе.

Особеннаго вниманія, по мнѣнію автора, заслуживаетъ стремленіе строить печи большой вмѣстимости, какъ шахтныя, такъ и отражательныя, при чемъ первыя, въ сущности, представляютъ цѣлый рядъ малыхъ, соединенныхъ вмѣстѣ. Примѣромъ подобной шахтной печи является печь завода Anaconda, чертежъ которой данъ дальше (табл. II). Какъ указываетъ *D. E. Peters*, особенностью этой печи является возможность перемѣны жакетовъ безъ остановки самой печи,—останавливается лишь одно отдѣленіе, при чемъ температура въ немъ опускается настолько низко, что рабочій можетъ спу-

ститься внутрь, — отъ накаливаемыхъ массъ сосѣдняго отдѣленія его отдѣляетъ стѣнка изъ нерасплавленныхъ сырыхъ матеріаловъ.

Въ заключеніе авторъ подчеркиваетъ удачное разрѣшеніе вопроса о вредныхъ газахъ, выпускаемыхъ въ атмосферу, на заводѣ Anaconda. Къ сожалѣнію авторъ не указываетъ тѣхъ способовъ, при помощи которыхъ заводъ справился съ этимъ большимъ вопросомъ настолько удачно, что выигралъ процессъ, начатый сосѣдними поселками. Б. С.

*L. Demaret.* Выплавка мѣди въ Мансфельдскомъ округѣ. (Annales des Mines de Belgique, 1909, стр. 911).

Эксплуатація мѣдистыхъ сланцевъ этого округа началась болѣе 700 лѣтъ тому назадъ. Здѣсь именно и получилъ развитіе тотъ способъ обработки сѣрнистыхъ рудъ мѣди, который извѣстенъ подъ именемъ „нѣмецкаго“ или „континентальнаго“ способа.

Перерабатываемыя въ настоящее время руды, въ среднемъ, содержатъ 3,3% Си и 0,016% Ag. Схема обработки ихъ можетъ быть представлена въ слѣдующемъ видѣ:

Окислительный процессъ.

Возстановительный процессъ.

- |  |   |
|--|---|
| <p>I. Обжигъ.</p> <p>II.</p> <p>III. Обжигъ штейна въ печахъ Кильнсъ.</p> <p>IV.</p> <p>V. Обжигъ сокращеннаго штейна для выдѣленія Ag.</p> <p>VI.</p> | <p>Плавка на штейнъ въ шахтныхъ печахъ.</p> <p>Плавка на сокращенный штейнъ въ отражательныхъ печахъ.</p> <p>Раффинированіе мѣди.</p> |
|--|---|

I. Руда, послѣ грубого дробленія пестами, сортируется на наклонныхъ грохотахъ, на крупные куски и мелочь. Крупные куски обжигаются на воздухѣ въ кучахъ въ 100 м. длиной, 2 м. высотой; ширина основанія — 6,50 м., ширина вверху — 3,5 м. Такая куча заключаетъ въ себѣ 1000 т. Уменьшеніе руды въ вѣсѣ послѣ обжига достигаетъ 8—20%. Продолжительность операціи—4 недѣли. Послѣ отдѣленія отъ мелочи крупные куски поступаютъ въ шахтныя печи. Обожженная мелочь прессуется, вмѣстѣ съ необожженной въ брикеты, которые, затѣмъ, подвергаются новому обжигу.

II. Шихта шахтныхъ печей состоитъ изъ обожженной руды, сырой руды (Dachberg), шлака отъ плавки на сокращенный штейнъ и кокса. Печи имѣютъ высоту въ 7—9 м., діаметръ на уровнѣ фурмъ 1,6 м.—1,9 м. и діаметръ на колошникѣ 2,2 м. У каждой печи имѣются двѣ летки; черезъ верхнюю непрерывно вытекаетъ шлакъ; по особому желобу онъ стекаетъ въ поставленный на колеса передній горнъ, въ нижней части котораго осѣдаетъ штейнъ; избытокъ шлака вытекаетъ черезъ край горна. Нижняя летка, пробиваемая каждые 7—8 часовъ, служитъ для выпуска штейна, который отливается въ чушки. Всѣ фурмы и летки съ водянымъ охлажденіемъ. Нагрѣтое дутье

подъ давлѣніемъ 80—100 мм. ртутнаго столба доставляется турбинами Rateau; на тонну руды приходится около 1.000 м<sup>3</sup>. дутья. Колошниковые газы улавливаются и расходуются подъ паровыми котлами, на отопленіе воздухонагрѣвателей и на приведеніе въ дѣйствіе газомоторовъ на электрической станціи. Шлакъ примѣняется для изготовленія матеріала для мощенія улицъ, пользующагося хорошимъ спросомъ. Вся работа по изготовленію этого матеріала сводится къ замедленію остывающаго шлака, для чего онъ забрасывается слоемъ песка.

Слѣдующая таблица даетъ результаты работы печей за 1907 г.:

<i>Израсходовано руды</i> . . . . .	678568 t.
<i>Число печей</i> . . . . .	13
<i>Количество руды</i> , переплавленной печью въ сутки	151—168 t.
<i>Выходъ штейна</i> на 1 t руды . . . . .	0,069 t.

*Составъ штейна:*

Cu	Ag	S	Fe
41,22;	0,222 до 0,269;	23—25;	15—26%.

*Составъ шлака:*

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	FeO	Cu <sub>2</sub> O	Zn	K <sub>2</sub> O	S
45—47;	17—15;	20—22;	3—5;	3—6;	0,23;	1—3;	4,0;	0,17%.
<i>Расходъ кокса</i> на 1 t руды . . . . .						0,2 t.		
<i>Расходъ воды</i> на 1 t руды . . . . .						1,5 литр.		

III. Штейнъ, послѣ дробленія до величины орѣха, подвергается частичному обжигу въ печахъ кильнсъ.

За 1907 г. получились слѣдующіе результаты:

Работало двѣ группы печей по 72 и 82 печи.

Количество переработаннаго штейна { общее: 44352 t.  
каждой печью въ сутки: 1,01—1,32 t.

Количество полученнаго обожженнаго штейна { общее: 46099 t.  
на тонну необожжен. штейна: 1,038 t.

Количество полученной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (50°B) на 1 t необожж. штейна: 0,458 t.

Число фабрикъ для производства H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> . . . . . 11.

IV. Плавка на сокращенный штейнъ производится въ отражательныхъ печахъ, отапливаемыхъ каменнымъ углемъ. Шихта состоитъ изъ: 2,5—3 t обожженнаго штейна (на 1 печь въ сутки), 3—6% необожженнаго штейна, сѣрнистой, кремнистой руды и песка (SiO<sub>2</sub>) въ количествѣ 7—10% по отношенію къ обожженному штейну. Послѣднія три составныя части даютъ необходимую сѣру и кремнеземъ, нужный для ошлаковки желѣза. Получающійся шлакъ идетъ въ шахтныя печи.

Результаты за 1907 г. приводятся въ слѣдующей таблицѣ:

<i>Шихта</i> . Обожженный штейнъ . . . . .	46085 t	} 48367 t.
Необожженный „ . . . . .	2282 t	

Кремнистой руды . . . . .	1,058
Песокъ . . . . .	7—10%
<i>Расходъ угля:</i> всего . . . . .	19506 л.
„ „ на 1 т необожж. штейна . . . . .	0,403 „
Получено штейна . . . . .	25765 „
„ „ на 1 т необожженного штейна . . . . .	0,552 „
<i>Производительность</i> одной печи (въ сутки) . . . . .	11,97 „

*Составъ концентраціоннаго штейна:*

Си	Ag	Fe	S
74,24;	0,4198;	2,3—2,5;	20,5—20,8%.

*Составъ шлага:*

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	FeO	ZnO	Cu	Ag	S
22—29;	3,5—5;	2,5—5;	0,2—0,5;	44,5—51;	4,5—14;	2,75—4,25;	0,005—0,08;	0,21—0,46%.

V. Отдѣленіе серебра отъ штейна производится по способу *Ziervogel'*'я. Поелѣ дробленія въ ручную, сокращенный штейнъ подвергается измельченію, въ шаровой мельницѣ; обжиганіе производится въ печахъ Parkes'a. Сущность процесса заключается въ томъ, что при окисленіи изъ штейна образуются сѣрнокислыя соли желѣза, мѣди и серебра; сѣрнокислыя соли первыхъ двухъ металловъ при повышеніи температуры разлагаются съ образованіемъ соответствующихъ окисловъ, а сѣрнокислая соль серебра при температурѣ, господствующей въ печи, остается безъ измѣненія. При послѣдующей обработкѣ обожженной массы теплой подкисленной водой все серебро переходитъ въ растворъ, изъ котораго и осаждается, затѣмъ, мѣдью въ металлическомъ состояніи. Эта обработка повторяется обыкновенно дважды, — для возможно полного отдѣленія серебра.

Результаты за 1907 г. сопоставлены въ слѣдующей таблицѣ:

*Количество* переработаннаго штейна: 24762 т.

*Нерастворимаго остатка* на 1 т. штейна: 0,945 т и 0,003888 серебра съ 99,93 % Ag.

*Составъ нерастворимаго остатка* былъ слѣдующій:

Си	Ag	P	Ni	Co	S
73,66;	0,002;	0,743;	0,442;	0,144;	0,536%.

VI. Послѣ просушки остатокъ, содержащий всю мѣдь въ видѣ Si<sub>2</sub>O, подвергается обработкѣ въ отражательной печи съ добавкой 8% мелко измельченнаго угля. При этомъ получается черная мѣдь, которая раффинируется въ той же печи дѣйствіемъ слабо окислительнаго пламени. Образующаяся Si<sub>2</sub>O растворяется въ ваннѣ и способствуетъ окисленію As, Zn и прочихъ примѣсей, всплывающихъ на поверхность въ видѣ пѣны. Далѣе, сплавъ мѣди съ Si<sub>2</sub>O возстановляется обычнымъ способомъ — дразненіемъ; въ результатъ получается раффинированная мѣдь состава:

Си	Ag	Pb	Ni	As
99,772;	0,033;	0,043;	0,113;	0,014%.



Пѣна подвергается обработкѣ въ печахъ Кильнсъ и, затѣмъ, въ отражательной печи, при чемъ получается рафинированная мѣдь второго сорта, имѣющая такой составъ:

Сн	Ag	Pb	Ni	As
99,350;	0,012;	0,172;	0,386;	0,056%.

Результаты за 1907 г. были слѣдующіе:

*Работало печей* 10.

*Нерастворимаго остатка* переработано: 23309 t. (съ 73,87% Cu).

*Получено* рафинированной мѣди: 17245 t.

На 1 t *нерастворимаго остатка* получено: 0,740 t раф. мѣди.

*Выходъ мѣди* 99%.

Къ этому количеству нужно присоединить еще мѣдь, получаемую отъ обработки свинцовой пыли, получающейся въ печахъ кильнсъ, при промывкѣ газа; пыль перерабатывается сначала въ печахъ кильнсъ, затѣмъ, — въ отражательныхъ печахъ и, наконецъ, — металлъ подвергается электролизу. Составъ электролитической мѣди: Cu—99,999%; Ag—0,001%. Электропроводность ея 58—59 (Ag=1).

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ, въ Мансфельдскомъ округѣ была сдѣлана попытка установить бессемерованіе нштейна, но, не смотря на довольно удачные результаты опытовъ, администрація отказалась отъ примѣненія этого способа передѣла, главнымъ образомъ, — благодаря невозможности улавливанія газообразныхъ продуктовъ окисленія.

Въ заключеніе, авторомъ приводится нижеслѣдующая таблица, дающая представленіе объ обработкѣ сѣрнистыхъ рудъ мѣди этого округа.

1907 г.	Количество въ тоннахъ.	Сн				Солежаніе въ %.	Солежаніе въ тоннахъ.	Потери въ тоннахъ.	Потери въ %.
		Солежаніе въ %.	Солежаніе въ тоннахъ.	Потери въ тоннахъ.	Потери въ %.				
Руда . . . . .	100000	3,3	3300	650	19,7	0,016	0,01600	0,0122	7,6
Штейнъ . . . . .	6886	41,22	2838	462	14,0	0,2242	0,01544	0,0056	3,5
Концентраціонн.штейнъ	3801	74,24	2821	17	0,5	0,2242	0,01544	0,0056	3,5
Серебро . . . . .	0,01479	74,24	2821	17	0,5	99,92	0,01478	0,0066	4,1
Нерастворимый осадокъ отъ выщелачив. Ag.	3592	73,88	2654	167	5,1	99,92	0,01478	0,0066	4,1
Рафинированная мѣдь .	2658	99,7	2650	4	0,1	99,92	0,01478	0,0056	4,1
Общій выходъ . . . . .	—	—	—	—	80,3	—	—	—	92,4
Солежаніе въ рудѣ . . .	—	—	—	—	100	—	—	—	100%

Вообще, отличительной чертой настоящей статьи является огромный числовой матеріалъ, очень полно характеризующій условія работы этого округа, — какъ съ точки зрѣнія горнаго дѣла и металлургіи, такъ и экономическихъ условій.

Б. С.

*F. Oss-Mazzurana* и *R. Hesse*. Предприятие общества переработки мѣдныхъ рудъ „Oss-Mazzurana“ въ Predazzo (Métallurgie, 1909, 570).

I. *Руда и ея добываніе*.—Руда залегаеъ въ доломитахъ южнаго Тироля, близъ Predazzo (гора Monte Mulât); вблизи рудника расположенъ и мѣдеплавильный заводъ (въ Mezzavale).

Руда содержитъ въ себѣ: мѣдный колчеданъ, борнитъ, шеелитъ, пиритъ и магнетитъ. Мѣдная руда, по среднему анализу, содержитъ:

Влажности . . . . .	0,266%	Извести . . . . .	1,608%
Воды и орган. веществъ . . . . .	0,589 „	Магnezіп. . . . .	1,391 „
Сѣры . . . . .	9,273 „	Глинозема . . . . .	3,615 „
Мѣди . . . . .	4,623 „	Угольнаго ангидрида . . . . .	0,645 „
Желѣза . . . . .	15,147 „	Вольфрамоваго ангидрида. . . . .	1,510 „
Кислорода, связан. съ Fe. . . . .	3,660 „	Золота . . . . .	0,13
Никкеля, кобальта, марганца. . . . .	0,124 „	Серебра . . . . .	2,30
Пустой породы . . . . .	59,325 „		

} gr. на 1 t.

Прожилки магнетита имѣють средній составъ:

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	39,14%	CuO . . . . .	3,12%	WO <sub>3</sub> . . . . .	0,08%
FeO . . . . .	29,31 „	MgO . . . . .	8,50 „	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,034 „
Cu . . . . .	слѣды	SiO <sub>2</sub> . . . . .	10,80 „	SO <sub>3</sub> . . . . .	0,86 „
MnO . . . . .	4,32 „	TiO <sub>2</sub> . . . . .	9,65 „	H <sub>2</sub> O . . . . .	0,95 „
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,10 „				
					99,864 „

Выгодныя для разработки прожилки заключаютъ въ себѣ, въ среднемъ, 1,25—1,5% Си и 0,2—0,4% шеелита; чистый мѣдный колчеданъ содержитъ 34% Си, чистый шеелитъ—до 79% WO<sub>3</sub>. Содержаніе золота и серебра въ чистомъ мѣдномъ колчеданѣ доходитъ до 120 gr. Ag и 6 gr. Au на тонну.

II. *Подготовка руды*.—Подготовка руды сложна и даетъ громадную потерю, 40—50%, объясняемую отчасти характеромъ руднаго матеріала, отчасти—несовершенствомъ процесса обогащенія, примѣняемаго на заводѣ. Въ будущемъ, при расширеніи производства, предполагается установить два прибора Эльмора, чѣмъ будетъ сокращена потеря Си до 15%, содержаніе же ея въ концентратѣ поднимется, по даннымъ пробныхъ опытовъ, до 22—31%, вмѣсто получаемыхъ въ настоящее время 6—7% (бѣдный концентратъ) и 18—21% (богатый концентратъ). Главное обогатительное устройство расположено на заводѣ, руда же доставляется сюда по канатной дорогѣ уже отсортированной въ ручную.

III. *Заводская обработка руды*. Заводъ перерабатываетъ руду исключительно на мѣдный купоросъ, что оказалось выгоднымъ какъ вслѣдствіе большого спроса на эту соль со стороны винодѣловъ Тироля (ок. 3.000 t ежегодно для истребленія „*Pegonospora viticola*“), такъ и потому, что мѣдь, входящая въ составъ купороса, расцѣпляется дороже металлической. Обработка подраздѣляется на слѣдующіе процессы:

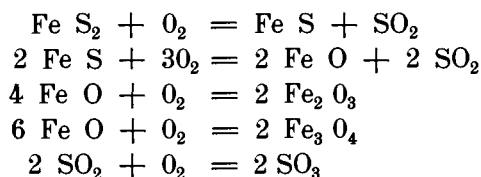
1) *Обжигъ*. Обжиганію подвергаются два сорта концентрата: бѣдный—съ 6—7% Си при 16—18% Fe и богатый—съ 18—21% Си при 28—32% Fe

и 22 — 23% S; первый подвергается окислительно-сульфатному, второй — исключительно окислительному обжиганию.

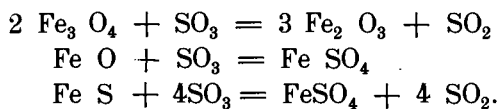
Обжигательная печь — вращающаяся, цилиндрическая, диаметр ее — 2 м., длина — 3,8 м.; подогревание производится тремя нефтяными форсунками; печь работает при 0,75 об./сек. и получают дутье от вентиляторов (2); нагрузка ее достигает 3 тонн, нормальная суточная производительность — 4—5 тонн. Результаты работы печи считаются автором вполне удовлетворительными. Опасения разъедания стенок не оправдались вовсе; за два года работы толщина стенок ничуть не уменьшилась, что объясняется образованием корки из обожженной руды. Изменение температур внутри печи производится посредством термоэлектрического пирометра. Гальванометр помещается вблизи печи, так что рабочий всегда может знать температуру и соответственно регулировать обжиг. Кроме этого, с термоэлементом соединены еще второй гальванометр с регистрирующим приспособлением, помещенный в лабораторию и предназначенный для контроля процесса обжига,

*Ходь процесса* представляется автором в таком виде: 100° — руда окончательно теряет влагу, несколько выше удаляется гидратная вода; при 230° начинается отделяться часть серы от пирита и мѣднаго колчедана; при 340° появляется характерный запах SO<sub>2</sub>, при 400° — обжиг идет полным ходом. По достижении этой температуры запирают форсунки и пускают в ход вентиляторы.

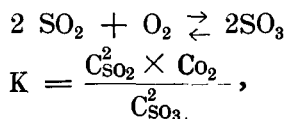
Уравнения окислительных процессов, совершающихся в печи при обжиге, даваемые автором, вполне согласуются с выводами *E. D. Peters'a* (The principles of copper smelting, стр. 33 и сл.):



Окислительное действие SO<sub>3</sub> может быть выражено уравнениями:



Кроме того, при высоких температурах происходит образование основного сульфата, разлагающегося затѣмъ. Окислительно-сульфатное обжигание мѣднаго концентрата ведется при температурах 450—480°, благоприятной для образования CuSO<sub>4</sub>; для разложения образующегося при этом FeSO<sub>4</sub> — в концѣ обжига поднимают температуру до 560°. Количество воздуха при этом обжигании должно быть значительным, что слѣдует из уравнений:



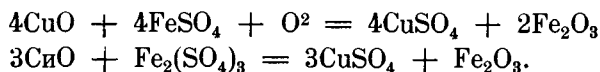
гдѣ C<sub>SO<sub>2</sub></sub>, C<sub>O<sub>2</sub></sub> и C<sub>SO<sub>3</sub></sub> обозначают концентрации соответственных газовъ.

При обжигѣ богатаго концентрата необходимо всю мѣдь перевести въ  $\text{SiO}$ , не позволяя образовываться сульфату. Для достиженія этого *R. Hesse* примѣнилъ быстрое поднятіе температуры въ началѣ процесса до  $600^\circ$  и поддержаніе ея въ теченіе всего хода процесса обжиганія ( $590^\circ$ — $610^\circ$ ). Такой обжигъ даетъ всего 5—7%  $\text{Si}$  въ видѣ сульфата и вполне экономиченъ. При недостаточномъ количествѣ воздуха происходитъ образованіе  $\text{Si}_2\text{O}$ , влекущее за собой, по мнѣнію автора, несогласному съ утвержденіями нѣкоторыхъ теоретиковъ (*Vondracek*,—*Ö*, Z. f. B. и Н. 1906, 438—9. *M. Eissler*, *The Hydrometallurgy of Copper*), потерю половины мѣди при выщелачиваніи, такъ какъ сѣрная кислота разлагаетъ  $\text{Si}_2\text{O}$  на  $\text{SiO}$ , растворимую въ кислотѣ и  $\text{Si}$ , нерастворимую въ разбавленный до  $17^\circ$  Вѣ кислотѣ.

Потери при самомъ процессѣ обжига ничтожны, но количество рудной пыли, уносимой печными газами, очень велико; для улавливанія ея устроена специальная камера. Газообразные продукты обжига заводомъ не утилизируются, вслѣдствіе недостаточнаго ихъ количества, и отводятся въ каналъ заводской турбинной установки, наполненной известнякомъ.

2) *Выщелачиваніе* производится по *H. O. Hofman*'у („*Hydrometallurgy of Silver*“) въ пяти чанахъ, расположенныхъ уступами и имѣющихъ каждый 11 м.<sup>3</sup> объема, посредствомъ подогрѣтой паромъ до  $40$ — $50^\circ$  и разведенной до  $17$ — $24^\circ$  Вѣ сѣрной кислоты. Размѣшиваніе производится мѣшалками, вращающимися съ 24 об./сек., и сжатымъ воздухомъ. Одновременная загрузка руды достигаетъ 3 t (для концентрата съ 20%  $\text{Si}$ —1,4 тонны), на выщелачиваніе ея расходуется 6—7 м.<sup>3</sup> раствора. Суточная переработка 9 t. Составъ поступающей руды: мѣдь въ видѣ  $\text{SiO}$  или безводнаго сульфата съ ничтожнымъ количествомъ неразложеннаго колчедана, желѣзо въ видѣ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и основного или нейтральнаго безводнаго сульфата. Въ растворъ переходитъ почти вся мѣдь, небольшое количество желѣза (сульфатъ), остальное желѣзо идетъ въ шламъ, куда переходятъ также цѣликомъ благородные металлы. Содержаніе  $\text{Si}$  въ шламѣ достигаетъ 0,6—1%, что соответствуетъ 12% потери мѣди, но часть ея возвращается посредствомъ выщелачиванія изъ отваловъ шлама и утилизируются.

3) *Осажденіе желѣза*. Послѣ выщелачиванія растворъ содержитъ въ себѣ въ среднемъ 4%  $\text{Si}$  (40 гр.  $\text{Si}$  въ 1 литрѣ, или 160 гр.  $\text{CuSO}_4$ . 5 аq въ 1 л.), 0,8—1,1%  $\text{Fe}$  въ видѣ соли закиси, около 0,03%  $\text{Fe}$  въ видѣ соли окиси, незначительныя количества  $\text{Al}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Mg}$  и др. основаній. Примѣси осаждаются по методу *Hofman*'а посредствомъ  $\text{SiO}$ . Процессъ идетъ при температурѣ  $50^\circ$ — $60^\circ$ , длится 50 часовъ и можетъ быть выраженъ уравненіями:



Кислородъ, окисляющій при этомъ соль закиси въ соль окиси, берется изъ воздуха, вдуваемаго въ осадительные чаны для взбалтыванія раствора. Самые чаны аналогичны чанамъ для выщелачиванія.

Процессъ ведется до полученія въ пробѣ, берущейся для анализа, не болѣе 0,08  $\text{Fe}$ . Необходимая для реакціи  $\text{SiO}$  получается окислительнымъ обжиганіемъ концентрата съ 20%  $\text{Si}$ .

4) *Фильтрація и концентрація* чистаго раствора мѣднаго купороса. Растворъ переводится изъ послѣдняго осадительнаго чана на фильтровальный прессъ посредствомъ насоса, дающаго и необходимое для проходешя черезъ двойной фильтръ давленіе 4 атм. Выпаривательныя чрены расположены надъ каналомъ, отводящимъ продукты обжига, два послѣдшіе чрена помѣщены прямо надъ печью; всѣ чрены изготовлены изъ листового свинца. Выпариваше производится до предѣльной концентраціи въ 33°Bé (120 гр. Cu или 480 гр.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{aq.}$  въ 1 л.).

5) *Кристаллизациа*. Ванны для кристаллизаціи дѣлаются изъ бетона и выкладываются внутри шамотомъ на прослойкѣ асфальта съ пескомъ (системы Hofman'a).

Въ ванны погружаются полосы изъ листового свинца или мѣди, сверху наливается слой воды изъ 3 см. для того, чтобы избѣжать кристаллизаціи отъ испаренія. Процессъ длится 10 сутокъ и даетъ окончательный, промытый и просушенный, продуктъ съ содержащемъ 98%  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Маточный растворъ снова идетъ на выпариваше.

Шеелитовый концентратъ обжигается при 500° и подвергается, затѣмъ, электромагнитному раздѣленію въ сепараторѣ Wetherhill'я. Производительность достигаетъ 1 тонны въ мѣсяць.

Вслѣдствіе дороговизны топлива на заводѣ предполагается расширить турбинную сило-станцію до 2000 силъ, вмѣсто существующей нынѣ 400-сильной установки. Тогда всюду, по возможности, минеральное топливо замѣнено будетъ электрической энергіей. Произведенные *K. Hesse*, въ металлургическомъ институтѣ Борхерса, осенью 1906 года опыты переплавки въ электрическихъ печахъ 9%-наго концентрата дали штейнъ съ 30% Си, причемъ шлакъ содержалъ только 0,38% Си. Не менѣе удовлетворительными оказались и опыты переработки въ электрическихъ печахъ сопротивлешя шеелита въ несодержащій почти углерода ферро-вольфрамъ.

*H. G.*

*C. Offerhaus*. Выплавка мѣди въ шахтныхъ печахъ въ Анакондѣ. (The Eng. & Min. J., T. 88, стр. 243).

Плавка мѣдныхъ рудъ въ шахтныхъ печахъ въ Анакондѣ относится къ типу полупиритовой плавки, такъ какъ въ качествѣ топлива здѣсь утилизируются, наравнѣ съ коксомъ, и сѣрнистыя соединешя желѣза, находящіяся въ рудѣ совмѣстно съ сѣрнистой мѣдью.

Первоначально на мѣдеплавильномъ заводѣ было семь 15 фут. печей въ 56 дюйм. шириной на уровнѣ фурмъ. По мысли *E. P. Mawson'a* двѣ печи были соединены вмѣстѣ, такъ что получилась одна въ 51 фут. длиной. Это оказалось очень выгоднымъ, и въ настоящее время на заводѣ имѣются три большихъ печи: двѣ въ 51 фут. и одна въ 87 фут. длиной; послѣдняя, въ сущности, представляетъ три первоначальныхъ, соединенныя вмѣстѣ. У 51 фут. печей имѣются по два металлопріемника и по два переднихъ горна; у 87 фут.—три металлопріемника и три наружныхъ горна. Эксплуатація большихъ печей представляетъ много преимуществъ передъ эксплуатаціей маленькихъ. Благодаря относительному уменьшенію поверхностей ватеръ-жакетовъ, уменьшается количество охлаждающей воды, а слѣдовательно,—уменьшается количество уносимаго ею тепла. Арматура становится проще,

благодаря уменьшенію числа угловъ, и слѣдовательно, постройка печи становится, относительно, дешевле. Большія печи занимаютъ меньше мѣста и расходъ кокса въ нихъ ниже. Всякія неправильности меньше отражаются на ходѣ печи, поэтому большія печи, вообще говоря, легче вести. Наконецъ, въ большихъ печахъ лучеиспусканіе всегда относительно меньше, почему онѣ работаютъ всегда гораздо экономичнѣе, чѣмъ малыя. На прилагаемой табл. II изображается часть 87 фут. печи. Чертежъ настолько ясенъ, что никакихъ поясненій къ нему не требуется.

Образующіеся въ печи штейнъ и шлакъ вытекаютъ непрерывно въ соответствующіе передніе горна. Передніе горна имѣютъ діаметръ въ 16 фут. и высоту 5 фут. Склепаны они изъ  $\frac{1}{2}$  дюйм. листовой стали и футерованы изнутри кварцевымъ огнеупорнымъ кирпичемъ въ 15 дюйм. толщины; промежутокъ въ 4 дюйм. между кирпичемъ и наружнымъ кожухомъ заполненъ кварцемъ. Дно покрыто кварцевымъ кирпичемъ  $12'' \times 6'' \times 3''$  величиной, поставленнымъ на ребро; кирпичъ сверху покрытъ слоемъ утрамбованнаго кварцеваго песка. Охлажденіе передняго горна, въ случаѣ необходимости, производится при помощи желѣзной трубы, расположенной по периферіи горна и имѣющей отверстія, черезъ которыя и вытекаетъ вода, охлаждающая стѣнки. Каждый передній горнъ имѣетъ по двѣ летки для выпусканія штейна и по одному желобу для спуска шлака. Летки представляютъ изъ себя массивныя чугунныя трубы съ внутреннимъ діаметромъ въ 4 дюйм. Изъ горна жидкій штейнъ стекаетъ въ подставленный ковшъ по чугунному желобу, футерованному огнеупорной набойкой.

Въ качествѣ сырыхъ матеріаловъ на заводѣ примѣняются: мѣдная руда перваго сорта, брикеты, концентраты, штейны, шлаки (содержанціе мѣды въ видѣ штейна), известнякъ, цементная мѣдь и коксъ.

Раздѣленіе руды на первый или второй сорта производится не по содержанію мѣди, а по пригодности или непригодности руды къ непосредственной переплавкѣ. Такъ напр., руды съ 40% Zn (въ видѣ сульфида) и всего съ 1% Cu и 1135 гр. Ag на тонну относятся къ первому сорту. Руды этого сорта содержатъ обычно около 5% Cu и 65% SiO<sub>2</sub>.

Составъ брикетовъ сильно мѣняется; они готовятся изъ порошковатыхъ рудъ перваго сорта (10—20%), мути отъ обогащенія (40—50%), порошковатыхъ концентратовъ (40%) и кокса. Въ качествѣ примѣра можно привести слѣдующій составъ брикетовъ: H<sub>2</sub>O—14,58; Cu—4,93; SiO<sub>2</sub>—32; FeO—21,2; S—20,8; CaO—0,2.

Концентраты, входящія въ составъ шихты, представляютъ изъ себя наиболѣе крупные куски обогащенной руды, получающіеся при дробленіи и послѣдующемъ обогащеніи.

Штейнъ, идущій въ шахтныя печи, представляетъ случайные отбросы и выплески изъ ковшей.

Шлакъ примѣняется, главнымъ образомъ, основной, конверторный, съ содержаніемъ 2,5% Cu.

Цементная мѣдь получается съ заводовъ Butte и своего собственнаго и содержитъ около 60% Cu.

Что касается кокса, то составъ его сильно колеблется, такъ какъ его приходится покупать отъ разныхъ компаній. Въ средней пробѣ за мѣсяць оказалось 12,35% золы.

Расчет шихты для пиритовой или полупиритовой плавки до сих пор производится по эмпирическим данным. При указанных количествах сѣры, мѣди и кокса концентрація штейна и составъ шлака зависятъ лишь отъ количества вдуваемаго воздуха. Обратнo,—при данномъ количествѣ кокса и данномъ давленіи дутья, а, слѣдовательно,—и при данномъ количествѣ вдуваемаго воздуха, составъ штейна зависитъ исключительно отъ содержація въ шихтѣ мѣди и сѣры.

Обычно въ составъ шихты на описываемомъ заводѣ входитъ 11% кокса; давленіе дутья держится практически постояннымъ и равно 0,185 kgr. на см<sup>2</sup>.

Расчетъ шихты покоится на допущеніи, что 75% S удаляется, а 25% S переходитъ въ штейнъ, содержащій 45% Си. Количество прочихъ составныхъ частей шихты опредѣляется составомъ того шлака, который желательно получить.

Обычный составъ шлака слѣдующій: 41% SiO<sub>2</sub>; 17,5% FeO; 30,5% CaO. Въ качествѣ примѣра шихты слѣдуетъ привести слѣдующую таблицу.

МАТЕРІАЛЪ.	Фунтовъ.	SiO <sub>2</sub>		FeO		CaO		Си	
		%.	Фунтовъ.	%.	Фунтовъ.	%.	Фунтовъ.	%.	Фунтовъ.
Концентраты . . . . .	1000	28	280	32	320	—	—	7	70
Руда . . . . .	3200	52	1660	14	450	—	—	7	224
Шлакъ. . . . .	1300	30	390	48	624	—	—	7	91
Известнякъ . . . . .	4200	7	294	—	—	47	1975	—	—
Зола 1000 ф. кокса . . .	—	—	60	—	20	—	—	—	—
<b>Ш Л А К Ъ:</b>									
41,0% SiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	2684	—	1414	—	2000	—	385
17,5% FeO . . . . .	—	—	1147	для шт.	267	—	5% потери	—	20
30,5% CaO . . . . .	—	—	2000	—	—	—	—	—	—
89,0% . . . . .	—	—	5831	—	1147	—	—	—	—
Всѣй шлака. . . . .	—	—	6550	—	—	—	45% штейнъ	—	810
<b>Ш Л А К Ъ:</b>									
Концентраты . . . . .	300	28	84	32	96	—	—	7	21
Руда . . . . .	1800	52	935	14	252	—	—	7	126
Шлакъ. . . . .	1300	30	390	48	624	—	—	7	91
Известнякъ . . . . .	3800	7	266	—	—	47	1800	—	—
Брикеты (2000 сух.) . . .	2500	38	760	20	400	—	—	4,5	90
Зола 1000 ф. кокса . . .	—	—	60	—	20	—	—	—	—
<b>Ш Л А К Ъ:</b>									
40,6% SiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	2495	—	1392	—	1800	—	328
19,0% FeO . . . . .	—	—	1163	для шт.	229	—	5% потери	—	16
29,4% CaO . . . . .	—	—	1800	—	—	—	—	—	—
89,0% . . . . .	—	—	5458	—	1163	—	—	—	312
Всѣй шлака. . . . .	—	—	6140	—	—	—	45% штейнъ	—	693

Шлакъ обыкновенно гранулируется струей воды и въ гранулированномъ видѣ убирается прочь. Содержаніе Si въ шлакѣ рѣдко превышаетъ 0,2%; повышается оно лишь тогда, когда шлакъ бѣднѣетъ известью и становится тяжелѣе, благодаря % увеличенію FeO. Б. С.

*W. Williams.* Плавка мѣдныхъ рудъ на заводахъ Wallaroo и Moonta.  
(Eng. & Min. J., T. 88, стр. 55).

Руда завода Wallaroo, состоящая изъ пирита и халькопирита, содержитъ отъ 3,5 до 4% Si. Пустая порода ея состоитъ, главнымъ образомъ, изъ кварца и сланцевъ.

22% общаго количества выработанной руды, содержащей въ среднемъ 9,8% Cu (что соотвѣтствуетъ 55% всей мѣди во всей выработанной рудѣ), поступаетъ непосредственно на мѣдноплавильную фабрику. 12,7% всей руды съ содержащемъ Cu въ 0,5% спускается обратно въ рудникъ для закладки выработокъ. Остальное количество руды идетъ на концентраціонную фабрику. Руда, предназначенная для обогащенія, въ среднемъ, содержитъ 3,3% Si, что соотвѣтствуетъ 32% всей мѣди, заключающейся въ добытой рудѣ.

Руда, подлежащая обогащенію, предварительно измельчается до величины  $\frac{1}{2}$ " кусковъ при помощи двухъ станковъ съ измельчительными валиками. Измельченная руда, вмѣстѣ съ предварительно отсѣянной мелочью, подвергается обогащенію на аппаратѣ Hancock'a. Этотъ аппаратъ даетъ выходъ въ 55% и концентратъ послѣ просушки поступаетъ на мѣдноплавильную фабрику. Хвосты перерабатываются шаровой мельницей Крупна до величины 1,5 м.м. и, затѣмъ,—сортируются въ шпичкастенѣ. Отсортированный продуктъ подвергается обогащенію на станкѣ Wilfley'я, а шламмы перерабатываются при помощи ваннеровъ.

Аппаратъ Hancock'a представляетъ бассейнъ, наполненный водой, въ которомъ движется горизонтальное полотно 16—20' длиной. Полотно одновременно движется и въ горизонтальномъ, и вертикальномъ направленіи, благодаря чему находящаяся на немъ руда не только разслаивается, но и двигается вдоль полотна скорѣе, чѣмъ это можно было-бы осуществить при помощи одной воды. Наиболѣе богатая часть руды опускается сквозь полотно въ бассейнъ, раздѣленный поперечными перегородками на нѣсколько отдѣленій для концентратовъ различной степени обогащенія. Болѣе легкая пустая порода остается наверху и спокойно переливается черезъ край аппарата.

Преимущество этого аппарата передъ другими обогатителями заключается въ болѣе высокой производительности и въ возможности обработки руды крайне разнообразныхъ размѣровъ (начиная съ кусковъ въ  $\frac{1}{2}$ " и ниже), что дѣлаетъ совершенно излишней установку нѣсколькихъ, различныхъ по своему дѣйствию, обогатительныхъ приборовъ.

Руда, перерабатываемая на заводѣ Moonta, отличается меньшимъ удѣльнымъ вѣсомъ пустой породы: 2,67 противъ 2,95.

Доставляемая изъ нѣсколькихъ шахтъ руда измельчается рудодробилкой Gates'a до величины кусковъ въ  $2\frac{1}{2}$ ". Далѣе руда автоматически поступаетъ въ промывку; если при этомъ получается мелочь, достаточно богатая мѣдью, то она прямо поступаетъ въ переплавку. Болѣе крупные куски подвергаются сортировкѣ, при чемъ отдѣляется еще нѣкоторая часть



руды для плавки. Далѣе, руда подлежащая обогащенію проходитъ черезъ рудодробилку Blake, дробильные валки и, поелѣ промывки въ троммеляхъ, поступаетъ въ аппаратъ Нансок'а. Хвосты, получающіеся на послѣднемъ приборѣ, не подвергаются дальнѣйшему обогащенію, но идутъ на фабрику для производства цементной мѣди.

Руды завода Moonta содержатъ, въ среднемъ, около 4% Си. Послѣ сортировки содержаніе мѣди повышается до 15,5%. Эта часть руды, идущая непосредственно въ переплавку, составляетъ приблизительно 5% всего ея количества. Около 6,5% руды идетъ въ отвалъ, а остальное—88,5% — подвергается обогащенію въ узкомъ смыслѣ.

Подлежащая обогащенію руда содержитъ въ среднемъ 3,5% Си или 79,1% всей мѣди, заключающейся въ рудѣ. Раздробленіе и сортировка 1 англ. тонны обходится 17 центовъ (32 к.), вся ея предварительная обработка, включая и обогащеніе, стоитъ до 1 дол. 20 центовъ (2 руб. 34 коп.). Производительность промывателей съ ситами съ 4 отверстіями равна 25 t въ часъ. Производительность станка Wilfley'я, въ среднемъ, равна 0,5 t въ часъ.

Какъ выше указывалось, хвосты на заводѣ Moonta служатъ для полученія цементной мѣди. Высота бассейновъ для цементациіи измѣняется отъ 30' до 60'; циркулирующая вода содержитъ около 1,75 гр. на литръ сѣрнокислой соли окиси желѣза и слѣды сѣрной кислоты. Вода доставляется къ бассейнамъ Worthington'овскими насосами, дающими отъ 30,000 до 40,000 галлоновъ въ часъ. Изъ бассейновъ растворы, содержащіе мѣдь, поступаютъ по подземнымъ трубамъ въ 6 чановъ, имѣющихъ размѣры: 60' × 30' × 3½'. Первые два служатъ для отстаиванія, а остальные—заполнены желѣзнымъ ломомъ для осажденія мѣди. Отсѣвише шламмы обрабатываются въ деревянныхъ чанахъ разведенной  $H_2SO_4$ , а изъ полученнаго такимъ образомъ раствора мѣдь снова осаждается желѣзомъ.

Мѣдноплавильная и раффинировочная фабрики расположены на берегу рѣки Wallaroo. Предварительно руды и концентраты частью обжигаются. Обжигъ руды производится въ стойлахъ, сложенныхъ изъ кирпича и скрѣпленныхъ чугунными плитами. Производительность каждаго стойла 350 t въ недѣлю. Руда помѣщается въ воронки, устроенныя сверху стойлъ, и, при открываніи расположенныхъ на днѣ ихъ дверокъ, падаетъ въ рабочее пространство. Внизу имѣются вращающіеся колосники переворачивающіеся каждые 24 часа, отчего обожженная руда падаетъ внизъ въ соответствующіе лари. Такимъ образомъ удаляется изъ руды 70% всей S;  $SO_2$ , заключающійся въ газахъ, идетъ на приготовленіе  $H_2SO_4$ . Рудная мелочь обрабатывается въ чугунныхъ тигляхъ вмѣстимостью около 8 t каждый. Смѣсь ея съ концентратами предварительно смоченная, загружается въ слабо разогрѣтый на маломъ огнѣ тигель. Упругость дутья постепенно увеличивается до своего maximum'a,—12 унц.; при этомъ содержимое тигля спекается. Когда верхній слой руды нагрѣется до-красна, тигель опрокидывается и спекшаяся масса, падая на коническія подставки, раздробляется. При этомъ процессѣ въ рудѣ остается 25% всей сѣры.

Обожженная руда вмѣстѣ съ частью необожженной, известнякомъ и желѣзной рудой, переплавляется въ двухъ шахтныхъ печахъ. Получающійся штейнъ содержитъ отъ 45 до 50% Си, шлакъ содержитъ 0,5% Си.

Штейнъ обжигается на половину въ отражательныхъ печахъ, при чемъ къ нему прибавляется около 8% мѣди для сплавленія небольшихъ количествъ Ag и Au, постоянно содержащихся въ штейнѣ. Получающійся королекъ присоединяется къ расплавленной черной мѣди. Часть наполовину обожженного штейна сплавляется съ обожженнымъ шлакомъ и даетъ, такимъ образомъ, черную мѣдь. Черная мѣдь сплавляется съ остаткомъ обожженного наполовину штейна и даетъ анодную мѣдь, съ 99% Си; послѣдняя очищается при помощи электролиза. Анодный шламъ обрабатывается въ чанахъ нагрѣтой сѣрной кислотой и промытый, высушенный, остатокъ сплавляется со свинцомъ.

Пыль, получающаяся при концентраціи штейна, обрабатывается  $H_2SO_4$ ; продуктъ, —  $CuSO_4$ , — очищается, кристаллизуется и поступаетъ въ продажу.

За 1908 г. названными двумя заводами было переплавлено 61,000 t руды; получено: 7,300 t рафинированной мѣди (изъ нихъ 780 t электролитической мѣди); 275 t сѣрнокислой мѣди, 5200 t сѣрной кислоты и добыто: 56,7 kgr. золота и 164 kgr. серебра. B. C.

*C. Robinson.* Новые шахтные мѣдеплавильныя печи завода Teziutlan.  
(The Eng. & Min. J., T. 88, 655).

Какъ видно изъ чертежа табл. II, характерной особенностью новыхъ шахтныхъ печей на заводѣ Teziutlan является устройство колошниковъ. Въ верхней части каждой печи устроенъ огромный ларь, емкостью 65 t, куда непосредственно изъ телѣжки высыпаются проплавленные матеріалы. Каждый ларь раздѣляется поперечными перегородками, доходящими до половины высоты стѣнки, на пять отдѣленій; каждое изъ нихъ снабжено двумя открывающимися внутрь печи дверками. При выпусканіи воды изъ соответствующихъ гидравлическихъ цилиндровъ, дверца поворачивается на оси и проплавленные матеріалы падаютъ въ печь. Управление всѣми цилиндрами сосредоточено на особой площадкѣ, откуда также опредѣляется то мѣсто въ печи, куда слѣдуетъ опустить новую порцію шихты. Въ настоящее время уже имѣются данныя, характеризующія преимущество этого способа засыпки передъ прежними.

Другой особенностью новыхъ печей является отсутствіе огнеупорнаго кирпича. Колонны, поддерживающія лари, склепаны изъ желѣза. Система трубъ, подводящихъ воду для охлажденія ватеръ-жакетовъ, устроена такъ, что неисправность или течь жакета видны прямо съ рабочей площадки, по прекращенію истеченія воды изъ отводящей трубы. Всѣ соединенія трубъ между собой устроены безъ примѣненія болтовъ, что значительно упрощаетъ за-мѣну ихъ другими. B. C.

*C. F. Shelby.* Современный типъ цилиндрическаго конвертера.  
(Eng. & Min. J., T. 88, 815).

Какъ извѣстно, продолжительность службы цилиндрическаго конвертера зависитъ исключительно отъ скорости изнашиванія набойки. Съ точки зрѣнія равномернаго изнашиванія набойки цилиндрическая форма далеко не представляетъ идеала по сравненію съ шарообразной, какъ ясно доказы-  
21\*

авторъ слѣдующимъ расчетомъ. При длинѣ цилиндрической части въ 11 ф. и діаметръ 8 ф., работа станетъ опасной, когда рабочее пространство приметъ форму эллипсоида, оси котораго будутъ соответствовать внутреннему діаметру огнеупорной футеровки съ одной стороны и разстоянію между основашиями цилиндра съ другой, какъ это видно на одной изъ прилагаемыхъ фигуръ (табл. III); если объемъ футеровки конвертера данныхъ размѣровъ равенъ 365 куб. ф., объемъ начальнаго рабочаго пространства 70 куб. ф., то на объемъ разѣдаемой набойки остается 295 куб. ф.; съ другой стороны, — наибольшій объемъ эллипсоида равенъ 242 куб. ф.; слѣдовательно, — объемъ набойки, дѣйствительно подвергнувшійся ошлаковкѣ, будетъ  $(242 - 70) = 172$  куб. ф. или 58,3%, остальное — 41,7% — представляетъ объемъ набойки, ошлаковать которую возможно лишь при рискѣ сжечь конвертеръ.

Объемъ шарообразнаго конвертера при томъ же наружномъ діаметрѣ въ 11 ф. будетъ 564 куб. ф.; начальный объемъ рабочаго пространства, нѣсколько измѣненной формы, какъ это видно изъ табл. III, будетъ 121 куб. ф., слѣдовательно, — объемъ набойки, которая при работѣ будетъ шлаковаться  $564 - 121 = 443$  куб. ф.; такъ какъ и при ошлаковкѣ рабочее пространство будетъ оставаться, попрежнему, шарообразнымъ, то безъ особенныхъ затрудненій можно будетъ использовать всѣ 443 куб. ф.; отношеніе  $443 : 172 = 2,5$ ; другими словами: работа съ шарообразнымъ конвертеромъ въ смыслѣ использованія набойки въ 2,5 раза выгоднѣе, чѣмъ работа съ цилиндрическимъ. Вторымъ преимуществомъ этого типа является большій объемъ рабочаго пространства за все время службы набойки. Къ числу недостатковъ его относится большій вѣсъ при одинаковыхъ размѣрахъ, слѣдовательно, — необходимость болѣе мощныхъ подъемныхъ механизмовъ; по расчету оказывается, что цилиндрическій конвертеръ размѣровъ, указанныхъ на чертежѣ, вѣситъ около 45 t, тогда какъ шарообразный соответствующихъ размѣровъ вѣситъ 63—65 t.

Послѣднее обстоятельство и заставило администрацію завода Соппеа отказаться отъ устройства конвертеровъ новаго типа, такъ какъ для этого пришлось бы перемѣнить всѣ краны.

*В. С.*

*G. W. Maynard. Выплавка мѣди на заводѣ Tyle Copper Company.*  
(Eng. & Min. J., T. 88, 905).

Заводъ этой компаніи, расположенный около Ladysmith въ Британской Колумбш, можетъ служить примѣромъ небольшого, но прекрасно поставленнаго предпріятія.

Главная часть проплавляемой руды доставляется моремъ. На заводской пристани имѣются два рудопріемника въ 300 и 100 t. Съ помощью механическихъ приспособленій можно выгрузить въ часъ отъ 20 до 30 t. Пристань соединяется съ заводомъ наклоннымъ подъемомъ въ 1000' длины, по которому постоянно циркулируютъ 3 поѣзда изъ 5 вагонетокъ каждый. Емкость вагонетки 2 t. Поѣзда приводятся въ движеніе при помощи ворота, дѣйствующаго отъ паровой машины. Вагонетки движутся такимъ образомъ, что, когда пять разгружаются на заводѣ, другія пять нагружаются на пристани; третій поѣздъ находится въ это время въ пути. Рудопріемники на пристани

устроены такъ, что могутъ разгружаться въ двѣ противоположныя стороны, такимъ образомъ поѣзда изъ вагонетокъ подаются съ каждой стороны поочередно.

Парь, необходимый для приведешя въ дѣйствіе различныхъ механизмовъ, доставляется 4 водотрубными паровыми котлами. Его количество соответствуетъ мощности въ 400 НР. На электрической станціи имѣется динамомашинa въ 100 к. в., соединенная непосредственно съ машиной Корлиса, и турбогенераторъ въ 35 к. в.

Дутье для шахтной печи доставляется „коннельсвильскимъ“ вентиляторомъ, дающимъ въ минуту 8,000 куб. фут. воздуха подъ давленіемъ отъ 1,5 до 2 ф.; онъ приводится въ дѣйствіе машиной Корлиса.

Рудодробильная фабрика занимаетъ площадь въ  $29 \times 34$  ф. Руда со складовъ непосредственно поступаетъ въ рудодробилку Gates'a, гдѣ измельчается такъ, что проходитъ черезъ сито съ отверстіями въ 4 кв. дюйма. Затѣмъ она подымается въ верхній этажъ фабрики и, въ нисходящемъ движеніи, проходитъ черезъ измельчитель Snyder'a, рудодробилку Blake'a, второй измельчитель Snyder'a и черезъ двѣ пары валковъ, такъ что величина кусковъ доводится до величины пшеничнаго зерна. Получающаяся смѣсь руды съ пылью подвергается дальнѣйшему измельченію въ дезинтеграторахъ Braun'a и, затѣмъ, отсѣиванію черезъ сита съ 200 отверстій; если руда бѣднѣе, чѣмъ обыкновенно, то употребляются сита съ 100 или 150 отверстіями.

Переплавка руды производится въ ватеръ-жакетѣ, переплавляющемъ въ сутки отъ 225 до 300 t въ зависимости отъ легкоплавкости руды. Размѣры этой печи на уровнѣ фурмъ:  $40 \times 120''$ . Въ настоящее время заканчивается установка второго ватеръ-жакета размѣрами  $48 \times 160''$ ; охлажденіе послѣдняго будетъ производиться отъ верхней рабочей площадки вплоть до нижней основной плиты. Верхнее сѣченіе этого жакета имѣетъ размѣры:  $62'' \times 160''$ ; высота 9' 9"; фурмъ будетъ 22, по 11 съ каждой стороны; диаметръ фурмъ 6".

Штейнъ и шлакъ вытекаютъ изъ печи въ передній горнъ въ 4' шириной и 12' длиной. Содержаніе мѣди въ штейнѣ колеблется отъ 40% до 45%. Для характеристики типичнаго хода печи можно привести слѣдующія данныя (май 1909 г.): въ сутки переплавлено 289 t руды; содержаніе сѣры въ шихтѣ 13,6%; среднее содержаніе мѣди въ шихтѣ 3,1%; содержаніе мѣди въ штейнѣ 41%; степень сокращенія 13 : 1; составъ шлака:  $\text{SiO}_2$ —45,75;  $\text{FeO}$ —19,8;  $\text{CaO}$ —21,1,  $\text{ZnO}$ —0,59;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —6,55;  $\text{MgO}$ —7,07%; составъ кокса—углерода — 67,3; летучихъ веществъ — 9,77; сѣры — 0,94; золы — 21,99%.

Колошниковая пыль садится въ особой камерѣ размѣрами:  $8 \times 10 \times 156''$ , откуда систематически выгребаются черезъ маленькія дверки. Послѣ смачиванія она снова загружается въ печь.

Въ концѣ статьи авторъ приводитъ очень интересныя данныя относительно переделки мѣдной руды съ большимъ содержаніемъ Zn и тяжелого шпата. Не останавливаясь на теоретическихъ разсужденіяхъ G. W. Maynard'a, слѣдуетъ привести лишь слѣдующія данныя, показывающія, насколько удачно справилась администрація завода съ трудно разрѣшимой задачей—полученія шлака, бѣднаго мѣдью.

Составъ руды: Си — 4,39%; Ag — 73 гр. на 1 t; Au — 3,68 гр. на 1 t; Fe—10,70%;  $\text{SiO}_2$  — 12,70%;  $\text{BaSO}_4$  — 42,10% Zn — 8,02%.

Составъ штейна —  $\text{Cu}_2\text{S}$  — 50,37%;  $\text{ZnS}$  — 16,10%;  $\text{FeS}$  — 29,13%;  $\text{BaS}$  — 3,58.

Составъ шлака:  $\text{Cu}$  — 0,39%;  $\text{FeO}$  — 19,26%;  $\text{SiO}_2$  — 36,25%;  $\text{BaO}$  — 23,70%;  $\text{CaO}$  — 3,47%;  $\text{ZnO}$  — 7,41%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 10,03%.

Пыль, уносимая газами, содержала:  $\text{Cu}$  — 3,77%;  $\text{Fe}$  — 11,77%;  $\text{SiO}_2$  — 18,56%;  $\text{BaSO}_4$  — 28,30%;  $\text{CaO}$  — 1,5%;  $\text{Zn}$  — 6,79%;  $\text{MgO}$  — слѣды;  $\text{S}$  (сульфидная) 5,82%;  $\text{Ag}$  — 80 гр. на 1 т и  $\text{Au}$  — 3,68 гр. на 1 т.

При этомъ, несмотря на высокое содержаніе тяжелаго шпата въ шихтѣ, отдѣленіе штейна и шлака было болѣе, чѣмъ удовлетворительное. Печь обрабатываетъ около 250 тоннъ руды въ сутки при расходѣ  $12\frac{1}{2}\%$  (по отношенію къ вѣсу руды) кокса; давленіе дутья около 2 фунт. *Б. С.*

*Б. Померанцевъ. Мѣдныя руды Урала и способы ихъ металлургической обработки.* (Г. Ж., 1909, III, 155—193).

Статья заключаетъ въ себѣ подробное разсмотрѣніе состава и свойствъ мѣдныхъ рудъ важнѣйшихъ Уральскихъ мѣсторожденій и разборъ существующихъ способовъ ихъ металлургической обработки. Въ вступительной части авторъ даетъ классификацію рудъ съ точки зрѣнія выбора металлургическихъ способовъ извлеченія мѣди и дѣлаетъ сравненіе работы шахтныхъ и отражательныхъ печей въ условіяхъ мѣдной плавки.

Переходя къ разсмотрѣнію мѣдной плавки на Уралѣ, авторъ подробно останавливается на слѣдующихъ рудахъ и способахъ ихъ обработки: Благодатнаго Рудника, Выйскаго завода, Богословскаго, Пышмино-Ключевскаго, Кыштымскаго и Сысертскаго округовъ.

На основаніи критическаго разбора, какъ свойствъ руды, такъ и экономическихъ условій, авторъ приходитъ къ заключенію, что только руды Кыштымскаго и Сысертскаго округовъ могутъ подвергаться обработкѣ въ шахтныхъ печахъ съ окислительной атмосферой, но и для нихъ, по мнѣнію автора, въ силу различныхъ причинъ, выгоднѣе примѣнить плавку въ отражательныхъ печахъ съ предварительнымъ обжигомъ.

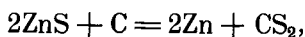
Хотя, быть можетъ, нѣкоторыя мнѣнія и выводы автора могутъ быть оспариваемы, но нѣтъ сомнѣній, что основная мысль автора, — заключающаяся въ томъ, что рудную плавку въ большинствѣ случаевъ слѣдуетъ вести въ отражательныхъ печахъ и только при нѣкоторыхъ условіяхъ въ шахтныхъ, — заслуживаетъ полнаго вниманія и сочувствія, особенно у насъ въ Россіи, гдѣ рудная плавка почти исключительно велась и ведется въ шахтныхъ печахъ, и, въ этомъ отношеніи, заслуга г. Померанцева, — который настойчиво вводитъ для обработки мѣдныхъ рудъ отражательныя печи, — не подлежитъ сомнѣнію. *А. Б.*

*W. Fraenkel. Дѣйствіе угля и кремнія на цинковую обманку при высокихъ температурахъ.* (Métallurgie, VI, 682).

Въ шихтѣ муфельныхъ цинковыхъ печей считается нормальнымъ присутствіе сульфидной сѣры, могущей остаться отъ обжига въ видѣ обманки или образоваться вновь при возстановленіи сульфатовъ углемъ. До сихъ поръ предполагалось, что такая сѣра полностью остается въ печи и что, слѣдо-

вательно, разложенія ZnS въ муфельной печи не происходитъ. Но изслѣдование *Lepiarczyk'a* (см. стр. 245—249), произведенное надъ одной изъ заводскихъ муфельныхъ печей, показало, что часть сѣры изъ печи исчезаетъ, улетучивается, такъ какъ сгораніе ея въ атмосферѣ муфельной печи невозможно. Лабораторными же опытами его было доказано, что сѣра, улетучиваясь, увлекаетъ съ собой эквивалентное по расчету на ZnS количество Zn.

Можно думать, что однимъ изъ дѣйствующихъ агентовъ процесса, вызывающаго удаленіе части сѣры и цинка, является углеродъ, вводимый въ муфель въ видѣ угля, и что самый процессъ идетъ по уравненію:



или, какъ предполагаетъ *Lepiarczyk*, здѣсь имѣетъ мѣсто образованіе соединенія цинка, сѣры и углерода аналогичнаго карбониламъ металловъ съ замѣной кислорода сѣрой.

Съ цѣлью выяснитъ истинный характеръ этого превращенія, г. Fraenkel занялся въ лабораторіи проф. Doeltz'a (Berlin) изученіемъ системы: цинковая обманка—уголь. Изслѣдованія производились въ струѣ азота при температурахъ (печь Негеауса) 1000°—1400°, причемъ фарфоровая лодочка съ изучаемою смѣсью подвергалась нагрѣванію въ трубкѣ изъ непрозрачнаго молочнаго кварца, въ которую со стороны выхода азота вставлялась холодильная кварцевая трубочка съ проточной водой. Въ результатѣ цѣлаго ряда произведенныхъ опытовъ можно было констатировать: что: 1) испареніе цинковой обманки и углерода въ атмосферѣ, не содержащей кислорода, дѣйствительно, происходитъ; при 1000°—1100° оно идетъ медленно, при 1200°—быстрѣе, при 1300°—1350° испарялось уже въ теченіе 2-хъ часовъ 2 гр. смѣси, а изъ смѣси 90% ZnS съ 10% угля удалялся весь ZnS; 2) образованіе сѣроуглерода происходило, но въ очень незначительной степени; 3) при всѣхъ опытахъ холодильникъ покрывался массой, то—темной, твердой и хрупкой, то—рыхлой и болѣе свѣтлой, имѣвней составъ: 13,04% Si, 56,02% Zn и 25,99% S, при которомъ атомное отношеніе Zn : S = 1,06 : 1.

Присутствіе въ продуктахъ возгонки такого неожиданно большого количества кремнія заставило экспериментатора заняться попытками изолированія реагирующихъ веществъ отъ кремнія, найдя предварительно источникъ, его доставляющій, за каковой можно было, сначала, принять матеріалъ лодочки, вслѣдствіе нѣкотораго уменьшенія ея вѣса. Были произведены опыты въ лодочкѣ, приготовленной изъ угля, но оказалось, что налетъ на холодильникъ опять содержалъ много кремнія, который въ настоящемъ случаѣ могъ получиться только посредствомъ возстановленія SiO<sub>2</sub> изъ матеріала трубки какимъ либо парообразнымъ веществомъ, вѣроятно, — соединеніемъ углерода съ сѣрнистымъ цинкомъ. Анализъ налета далъ при этомъ такія цифры: для твердой и хрупкой части—18,97% Si; 52,72% Zn; 26,38% S; для рыхлой части налета — 15,01% Si, 53,75% Zn и 25,06% S; при уменьшеніи же количества угля въ смѣси получилось—17,98% Si, 51,87% Zn, 26,03% S и 1,3% C; атомное отношеніе Zn : S опять оказалось близкимъ къ единицѣ.

Слѣдовательно, возникала необходимость для избѣжанія соприкосновенія образующихся паровъ съ раскаленной кварцевой трубкой вставить въ нее еще одну трубку, защитную, сдѣланную изъ угольной массы; но и при

такихъ условіяхъ веденія опыта анализъ получившихся продуктовъ перегонки показалъ присутствіе Si; въ нихъ содержалось: 18,63% Si, 53,15% Zn, 25,49% S и 2,02% O<sub>2</sub> (изъ SiO<sub>2</sub>); при этомъ нахожденіе по наружной поверхности угольной трубки налета Z и S ясно показывало, что соприкосновеніе паробразныхъ продуктовъ перегонки съ нагрѣтой кварцевой трубкой всетаки происходило.

Итакъ, экспериментатору не удалось окончательно освободиться отъ присутствія Si среди продуктовъ перегонки и ему оставалось только заняться выясненіемъ той роли, которую Si можетъ играть при процессѣ.

Для этого онъ подвергалъ нагрѣванію—снова въ фарфоровой лодочкѣ и кварцевой трубкѣ—смѣсь различныхъ количествъ: Zn, S и Si. На холодильникѣ получился налетъ, анализъ котораго далъ для твердой массы въ одномъ случаѣ: 19,85% Si, 52,73% Zn и 25,76% S, въ другомъ—21,61% Si; 52,15% Zn; 25,18% S и 1,08% O<sub>2</sub> (изъ SiO<sub>2</sub>); для болѣе рыхлой массы—19,78% Si; 50,49% Zn; 24,51% S и нѣсколько большее количество кислорода.

Совпаденіе данныхъ всѣхъ произведенныхъ Fraenkel'емъ анализовъ привело его къ предположенію, что въ атмосферѣ трубки должно происходить образованіе опредѣленнаго соединенія ZnSSi, имѣющаго составъ: 22,51% Si; 51,99% Zn, 25,50% S; причемъ въ пользу образованія такого соединенія говоритъ также и то обстоятельство, что при температурѣ 1300° ни ZnS, ни Si не обладаютъ достаточною способностью улетучиваться, между тѣмъ какъ въ послѣдней серіи опытовъ г. Fraenkel'я со смѣсью ZnS и Si въ лодочкѣ оставался только свѣтлый остатокъ азотистаго кремнія съ примѣсью Si и SiO<sub>2</sub>.

Изученіе свойствъ соединенія ZnSSi показало, что оно представляетъ изъ себя молекулярное соединеніе ZnS и Si съ примѣсью небольшого количества сѣрнистаго кремнія, дающаго о себѣ знать по запаху сѣроводорода. Микроскопическое изслѣдованіе обнаружило вполне однородную структуру, при этомъ вещество принимало полировку легко и имѣло металлическій блескъ. Опредѣленіе удѣльнаго вѣса дало значеніе 3,41, хотя возможно, что въ дѣйствительности оно будетъ нѣсколько выше, такъ какъ масса не была совершенно плотной.

Дѣлая практическіе выводы изъ своей работы, авторъ высказываетъ положеніе, что вслѣдствіе обильнаго содержанія SiO<sub>2</sub> въ муфеляхъ должны имѣть мѣсто нѣкоторыя потери цинка, обусловленныя улетучиваніемъ его въ видѣ соединенія ZnSSi.

B. C.

### C. Göjmer. Обработка сѣрнистыхъ рудъ въ Викторіи, въ Австраліи. (Métallurgie, VI, 641).

Авторъ касается исключительно добыванія золота и даетъ свѣдѣнія о работѣ S. Radcliff, и I. Drevernemann'a, заимствованныя имъ изъ „Australian Mining Review“. Работа эта интересна въ томъ отношеніи, что ею доказывается возможность выгоднаго примѣненія метода извлеченія золота бромистымъ щаномъ изъ рудъ, добываемыхъ въ Викторіи.

Обычный методъ изслѣдованія золотыхъ рудъ въ лабораторіяхъ мѣстныхъ горныхъ николь заключается въ предварительномъ обжигѣ руды въ

малыхъ пламенныхъ печахъ и дальнѣйшемъ хлорированіи или обработкѣ продуктовъ обжига цианистымъ калиемъ. Но, произведя тщательныя опредѣленія выхода золота изъ взятой для опытовъ руды (округа Stirling), обработанной по этому методу, *Radcliff* и *Drevernemann* констатировали большія (10—15%) и непонятныя потери золота при обжигѣ. Для выясненія причинъ такихъ потерь золота и отысканія болѣе экономичнаго способа извлеченія золота изъ данной руды изслѣдователи произвели двѣ серіи опытовъ, имѣвшихъ цѣлью, во-первыхъ,—выяснить распредѣленіе золота между отдѣльными минералами, входящими въ составъ руды (по *D. Clark'y*, въ рудѣ находятся: сѣрный, магнитный, мышьяковый и мѣдный колчеданы, обманки и свинцовый блескъ), во-вторыхъ,—доказать возможность обходиться при извлеченіи золота изъ руды вовсе безъ обжига.

Первая серія опытовъ заключалась въ слѣдующемъ: руду измельчали и пропускали черезъ рядъ ситъ съ отверстиями различныхъ диаметровъ; полученныя фракціи анализировались и въ каждой изъ нихъ опредѣлялось содержаніе золота. Полученныя при этомъ данныя собраны въ прилагаемой таблицѣ.

	‰ всей про- сѣянн. руды.	Содержаніе золота въ унціяхъ.	Нераствори- мый оста- токъ въ ‰.	Желѣзо въ ‰.	Сѣра въ ‰.	Мышьякъ въ ‰.	Сумма въ ‰.
Руды до просѣиванія. . . . .	—	2,6	44,9	23,1	16,0	9,0	92,9
На ситѣ съ 30 отверстиями оставалось	3,7	—	—	—	—	—	—
» 60 » »	5,7	1,9	53,3	21,2	16,2	8,0	97,7
» 80 » »	5,7	1,15	—	—	—	—	—
» 120 » »	20,4	1,6	—	—	—	—	—
» 150 » »	5,7	1,7	42,8	26,8	19,6	9,4	98,6
Черезъ сита проходило. . . . .	7,4	4,8	34,1	29,9	23,8	12,3	100,1

Наиболѣе тонкая фракція подвергалась въ свою очередь раздѣленію по удѣльному вѣсу въ раздѣлительныхъ воронкахъ *Richards'a*; наиболѣе легкая и наиболѣе тяжелая фракція имѣли такой составъ:

	Содержаніе золота въ унци- яхъ.	Нераство- римый остатокъ въ ‰.	Желѣзо въ ‰.	Сѣра въ ‰.	Мышьякъ въ ‰.	Сумма въ ‰.
Легкія части руды. . . . .	7	29,6	34,2	26,0	9,0	98,8
Тяжелыя » . . . . .	5	5,7	35,9	33,3	25,0	99,9

Изъ приведенныхъ данныхъ можно заключить, что: 1) содержаніе золота во фракціи, проходящей черезъ сита съ 150 отверстиями значительно выше, чѣмъ въ предыдущей фракціи; 2) между содержаніемъ золота и мышьяка (или другого главнаго элемента руды) не существуетъ прямого соотношенія; 3) при раздѣленіи по удѣльнымъ вѣсамъ самая легкая фракція содержитъ наибольшее количество золота, причемъ присутствія въ ней само-



роднаго золота не наблюдалось, анализы на теллуръ (по мнѣнію *D. Clark'a* золото содержится въ рудѣ въ видѣ теллуристаго золота) все время давали отрицательные результаты, но присутствіе цинка констатировалось постоянно.

Вторая серія опытовъ состояла въ лабораторномъ извлеченіи золота изъ руды четырьмя различными методами: 1) обжиганіе съ послѣдующимъ хлорированіемъ — дало 15% извлеченія, считая на обожженную руду; 2) обжиганіе съ послѣдующимъ выщелачиваніемъ щанистымъ калиемъ — дало результаты еще болѣе ничтожныя; 3) выщелачиваніе сырой руды щанистымъ калиемъ — извлечено 25% золота; 4) выщелачиваніе сырой руды бромистымъ щаномъ при умѣренномъ употребленіи щанистаго калия, — извлеченіе золота доходило до 85%! Послѣдній опытъ былъ повторенъ и въ больномъ масштабѣ (обработано 5t руды). Результаты: содержаніе золота въ рудѣ до обработки 2,6 унц., поелѣ обработки 0,45 унц.; извлеченіе = 81%. Послѣ же измельченія и просѣиванія остатка черезъ сита съ 150 отверстіями и обработки его бромистымъ щаномъ общее извлеченіе золота достигло 85%.

Расходы по обработкѣ рудъ по новому методу не превосходятъ производившихся до сихъ поръ затратъ на извлеченія золота прежними методами и составляютъ всего около 20 нил. на тонну руды.

Въ заключеніе *Göyner* указываетъ, что можно было бы достигнуть и еще большей степени извлеченія золота (до 95%), если бы употреблять для просѣиванія еще болѣе мелнія сита (съ 200 отверстіями), такъ какъ выходъ золота въ 85% малъ по сравненію съ иолучаемымъ въ Западной Австраліи, за послѣднія десять лѣтъ сдѣлавшей крупныя шаги въ развитіи техники золотопромышленнаго дѣла.

*H. F.*

#### *William B. Dennis.* Сокращеніе періода обжига ртутныхъ рудъ.

(Eng. & Min. J., T. 88, 112).

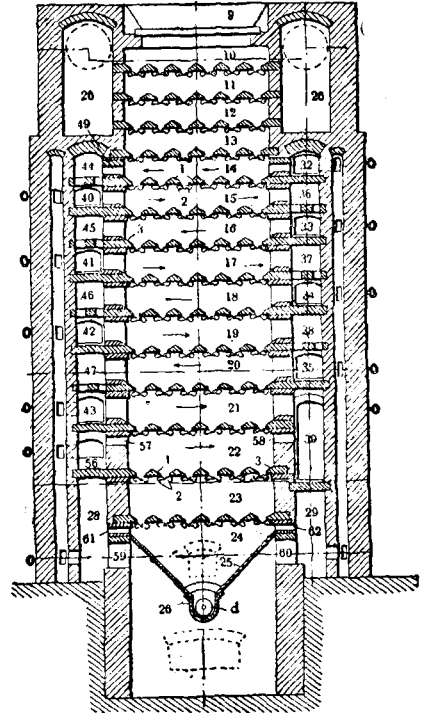
Заводы Blackbutte перерабатываютъ большія количества, сравнительно бѣдныхъ, сѣрнистыхъ рудъ ртути. Издержки по обжиганію въ старыхъ печахъ малой производительности очень не высоки, но постройка новыхъ печей большей вмѣстимости обходится крайне дорого. Періодъ обжиганія этихъ рудъ длится обыкновенно отъ 24 до 36 часовъ при температурѣ 550° — 560°. Задачей автора и было сокращеніе періода обжига съ цѣлью уменьшенія числа строящихся новыхъ печей.

При процессѣ перемѣщенія тепла отъ нагрѣтаго тѣла къ холодному, нагрѣваніе послѣдняго происходитъ тѣмъ быстрѣе, чѣмъ больше разность температуръ. Съ другой стороны, при повыненіи температуры значительно измѣняются и теплоемкости, особенно, когда совершается какое нибудь физическое превращеніе, напр. плавленіе. Въ нахтныхъ печахъ раскаленные газы и проплавляемые матеріалы движутся въ обратныхъ направленіяхъ, поэтому въ каждомъ сѣченіи печи господствуетъ минимальная разность температуръ между газами и обрабатываемыми матеріалами и, благодаря этому, скорость передачи теплоты незначительна, а производительность подобныхъ печей, вообще говоря, не велика. Наоборотъ, — производительность отражательныхъ печей гораздо выше, такъ какъ холодная руда приходитъ въ печахъ въ соприкосновеніе съ газообразной атмосферой, нагрѣтой до максимальной тем-

пературы. Для получения наибольшей производительности печи необходимо регулировать температуру и объем продуктов горения таким образом, чтобы получить в каждой точке печи, на пути перемещения руды, наибольшую разность температур. Автор достиг этого подведем в печь раскаленных продуктов горения на нескольких горизонтах и осуществил, таким образом, значительную и постоянную разность температур между рудой и продуктами горения.

Руда, перерабатываемая заводом Blackbutte, содержит от 8 до 12% S, в качестве топлива здесь применяются деревья. Печь калифорнского типа, постройка которой обходится около 80.000 руб., может переработать 36 t руды в 24 часа. При суточной выработке руды, достигающей 350 — 400 t, пришлось бы построить 10 подобных печей, что обошлось бы очень дорого.

Печь, построенная W. V. Dennis'ом, отапливается генераторным газом. Печь эта (фиг. 1) представляет из себя шахту прямоугольного сечения и имеет 14 этажей, образуемых колосниковыми решетками, на которых расположены брусья V-образного сечения, обращенные острием вверх. При помощи особого механизма колосники могут вращаться. В стенках печи устроен целый ряд камер. В половину из этих камер (№№ 32, 40, 33, 41, 34, 42, 35, 43, 56) подводится определенная смесь объемов газа и воздуха, в другую половину (№ 44, 36, 45, 37, 46, 38, 47, 39)—только подогретый воздух. Таким образом, печь разделяется на 6 поясов, в которых руда и газы имеют следующие температуры:



Фиг. 1.

	Температ. газа.	Температ. руды.	Разность
16 пояс сверху	226,7°	37,7	189
17 " "	360	171,0	189
18 " "	487,8	304,4	183,4
19 " "	621,1	437,7	183,4
20 " "	749	571,0	178,0
21 " "	804,4	626,4	178,0

В верхних этажах (10—15) происходит сушение руды; в самых нижних (22 и 23)—окончательный обжиг. В данной таблице указана та температура руды, с которой последняя приходит в соответствующий пояс.

Изъ этой же таблицы видно, что повышеніе температуры тѣмъ меньше, чѣмъ выше температура; съ другой стороны, — высоты поясовъ въ печи подобраны такъ, что высота каждаго увеличивается соответственно съ температурой; сдѣлано это съ цѣлью утилизаціи большихъ количествъ тепла, заключающихся въ нагрѣтыхъ газахъ.

Наилучшіе результаты получились при обжиганіи руды, раздробленной до величины куриного яйца и содержащей 33% отсѣвокъ, проходящихъ черезъ сито съ 4 отверстиями, заключающихъ, въ свою очередь, 15—18% отсѣвокъ, проходящихъ черезъ сито съ 20 отверстиями.

При примѣненіи этой печи продолжительность обжига сократилась до 4 часовъ, онъ идетъ болѣе совершенно съ химической точки зрѣнія и съ меньшимъ расходомъ горючаго, чѣмъ раньше. В. С.

*Lindt.* Изслѣдованіе окиси цинка въ жженомъ галмее и обожженной цинковой обманкѣ. (*Métallurgie*, VI, 745).

Два явленія, характерныхъ для процесса добыванія цинка изъ силезской руды, привлекли къ себѣ вниманіе *Lindt'a* и заставили его произвести настоящее изслѣдованіе. Это—болѣе легкое и болѣе полное извлеченіе цинка изъ галмея, сравнительно съ извлеченіемъ его изъ обожженной обманки—во-первыхъ, и постоянное существованіе нѣкотораго минимума невозстановимой окиси цинка въ обожженной рудѣ, даже при достаточно высокихъ температурахъ, — во-вторыхъ.

Для лабораторнаго опредѣленія содержанія въ рудѣ практически возстановимой окиси цинка, *Lindt* примѣнилъ реактивъ *Muspratt'a* (растворъ амміака и углеаммоніевой соли), дававшій цифры выхода цинка, очень близкія къ получающимся въ заводской практикѣ; содержаніе обманки вычислялось по количеству сѣры, связанной съ цинкомъ и опредѣлявшейся дѣйствіемъ оловяннохлористоводородной кислоты; содержаніе кремнекислаго цинка вычислялось по разности.

№	Р У Д А.	1		2		3		4		5		6		7		8	
		Общее содержаніе Zn въ %.		Цинкъ, извл. растворомъ Muspratt'a.		Содерж. Zn въ видѣ ZnO въ % всего цинка.		Разность между 4 и 3 въ % всего цинка.		% Zn въ видѣ обманки.		% Zn въ видѣ кремнекислаго Zn.		% Fe.			
		Въ % руды.	Въ % всего цинка.	Въ % руды.	Въ % всего цинка.	Въ % руды.	Въ % всего цинка.	Въ % руды.	Въ % всего цинка.	Въ % руды.	Въ % всего цинка.	Въ % руды.	Въ % всего цинка.	Въ % руды.	Въ % всего цинка.		
1	Галмей, сырой . . . .	42,4	39,2	92,4	92,4	—	1,6	1,6	5,0								
2	» жженный . . . .	58,1	50,7	87,3	92,4	5,1	2,2	2,2	6,9								
3	Обожж. обманка А . . .	45,8	38,0	83,0	98,9	15,9	0,50	—	10,0								
4	» » В . . . .	46,9	38,0	81,0	97,6	16,6	1,08	—	13,0								
5	» » С . . . .	51,0	40,6	79,6	98,2	18,6	0,86	—	14,0								

Результаты произведенныхъ анализовъ, собранные въ прилагаемой таблицѣ, указываютъ на то, что окись цинка при обжигѣ претерпѣваютъ какія то превращенія, причѣмъ факторами, ихъ вызывающими, могутъ быть или условія обжига (для обманки требуется обжигъ болѣе длительный и

температура болѣе высокая), или содержаніе Fe, различное для галмея и обманки (столбецъ 8). Дальнѣйшими опытами авторъ и выяснилъ болѣе точно характеръ такихъ превращеній окиси цинка.

Исслѣдованію была подвергнута идеальная смѣсь  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{ZnO}$ , полученная химическимъ путемъ изъ совершенно чистыхъ препаратовъ и содержащая: 82,04%  $\text{ZnO}$  и 16,4%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . При обработкѣ этой смѣси растворомъ *Muspratt'a* осталось нераствореннымъ 8,339%  $\text{Zn}$ , т. е.,—количество, въ точности отвѣчающее составу соединенія  $\text{Fe}_2\text{ZnO}_4$  при 16,4%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Это соединеніе аналогично магнитной окиси желѣза,  $\text{FeOFe}_2\text{O}_3$ , и образованіе его, очевидно, дѣлаетъ возстановленіе цинка болѣе затруднительнымъ. Такимъ образомъ, становится понятнымъ, почему при обработкѣ въ муфеляхъ обожженной обманки всегда остается невозстановленной нѣкоторая часть окиси цинка,—высокая температура и длительность процесса обжига обманки какъ разъ создаютъ условія, благопріятныя для образованія соединенія  $\text{Fe}_2\text{ZnO}_4$ . При обжиганіи же галмея, происходящемъ при болѣе низкой температурѣ, съ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  успѣваетъ прореагировать только очень небольшая часть  $\text{ZnO}$ , благодаря тому обстоятельству, что кислотный характеръ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  начинаетъ проявляться только при значительномъ повышеніи температуры.

Средство, рекомендуемое авторомъ для уменьшенія такихъ потерь цинка, заключается въ болѣе тонкой сортировкѣ руды до обжига, достигаемой легко при употребленіи, въ качествѣ промывателя руды, воднаго раствора сѣрнистаго ангидрида, болѣе подробныя свѣдѣнія о которомъ можно найти въ статьѣ того же автора о цинковыхъ рудахъ, содержащихъ известъ (см. ниже).

Б. С.

*Lindt.* Известъ содержанія цинковыя руды и экономическое удаленіе изъ нихъ извести. (*Métallurgie*, VI, 747).

Занимаясь изученіемъ верхнесилезскихъ цинковыхъ рудъ, которымъ посвящена и диссертация автора, *Lindt* пришелъ къ выводамъ, имѣющимъ значеніе для обработки всякой цинковой руды, связанной съ известью по характеру своего залеганія въ нѣдрахъ.

Изъ всѣхъ основаній, встрѣчающихся въ такой рудѣ и переходящихъ при обжиганіи въ сѣрнокислыя соли, исключительно вредное вліяніе на выходъ цинка оказываетъ окись кальція, дающая при обжигѣ сѣрнокальшевую соль, которая при температурѣ обжига не разлагается и переходитъ вмѣстѣ съ рудой въ муфельную печь, гдѣ она снова обращается, почти полностью, въ окись кальція, отдавая свою сѣру желѣзу и, отчасти, цинку, вызывая этимъ большія потери его. Такой сѣры можетъ быть введено въ муфельную печь, въ зависимости отъ содержанія кальція, отъ 3 до 7%. Другія сѣрнокислыя соли, образующіяся въ условіяхъ обжига, соли свинца и магнія, не оказываютъ на выходъ цинка почти никакого вліянія, такъ какъ онѣ легко могутъ быть удалены еще до обработки руды въ муфельной печи.

Для освобожденія руды отъ извести авторъ предлагаетъ производить выщелачиваніе руды воднымъ растворомъ сѣрнистаго ангидрида. Произведенное имъ сравнительное испытаніе обоихъ способовъ добыванія цинка,—съ выщелачиваніемъ руды воднымъ растворомъ сѣрнистаго ангидрида, содержащаго

6,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>SO<sub>2</sub>, и безъ такого выщелачиванія,—дало результаты, благопріятные для перваго метода.

Во-первыхъ, выщелачиваніе сконцентрировало содержаніе въ рудѣ цинка и сѣры сѣрнистыхъ соединеній, удаливъ значительную часть (14,42<sup>0</sup>/<sub>0</sub> всей руды) примѣсей, причеъ магнаія удаляется 100<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, кальція — 94<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Во-вторыхъ, руда высней концентраціи даетъ болѣе значительный (на 6<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) выходъ цинка, содержа всего 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>S вмѣсто 3,68<sup>0</sup>/<sub>0</sub> при обработкѣ руды безъ выщелачиванія; къ тому же, вся эта сѣра была связана со свинцомъ и, слѣдовательно, легко могла быть удалена, небольшая же потеря цинка при этомъ вполнѣ вознаграждалась полученіемъ въ пріемникѣ металлическаго свинца.

Примѣненіе новаго метода па практикѣ до сихъ поръ было затруднено, какъ соображеніями матеріальнаго характера—устройствомъ дорого стоющихъ баненныхъ аппаратовъ для выщелачиванія, — такъ и особенностями самого процесса, именно,—сильнымъ вспучиваніемъ руды, благодаря выдѣленію угольнаго ангидрида.

Но всѣ такія затрудненія устраняются, если соединить вмѣстѣ, какъ это предлагаетъ авторъ, оба процесса: промываніе руды и выщелачиваніе ея, и производить промываніе при помощи воднаго раствора сѣрнистаго ангидрида. Когда были произведены въ маломъ масшабѣ опыты такого промыванія, то они дали увеличеніе выхода Zn отъ 3 до 5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Вообще, примѣненіе метода обработки цинковой руды, предлагаемаго Lindt. даетъ, по его мнѣнію, таяя выгоды: 1) руда будетъ размельчаться химическимъ путемъ при промываніи; 2) очистка руды отъ жильной породы будетъ значительно полнѣе; 3) раздѣленіе различныхъ рудъ можетъ быть произведено совершеннѣе, чѣмъ до сихъ поръ; 4) обжиганіе руды даетъ результаты болѣе благопріятные.

Такія выгоды заставляють автора надѣяться, что методъ промыванія руды воднымъ растворомъ сѣрнистаго ангидрида вполнѣ заслуживаетъ тѣхъ затратъ труда и капитала, которыя нужно произвести для испытанія пригодности его при массовомъ производствѣ цинка.

*Н. Г.*

# Металлургическая обработка полу-продукта. Готовый продуктъ.

## Прокатка.

W. Tafel. Новые методы для расчета калибровъ прокатныхъ валовъ.  
(Stahl und Eisen, 1909, 649—663).

Авторъ раздѣляетъ калибры на двѣ формы: *правильную*, у которой всѣ части сѣченія имѣютъ одинаковое уменьшеніе и *неправильную*, у которой это требованіе не соблюдено. Разсматривая, на примѣръ, калибровку тавроваго и корытнаго желѣза, можно замѣтить неодинаковую вытяжку частей сѣченія при калибровкѣ въ обоихъ случаяхъ.

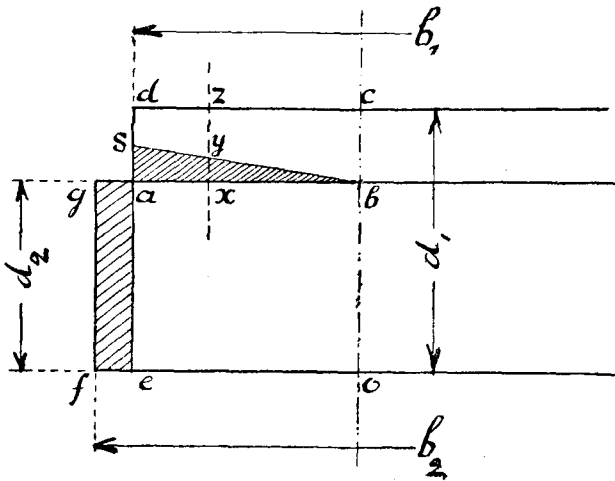
Для изслѣдованія вытяжки металла брались образцы сварочнаго желѣза (сопротивленіе разрыву 35—37 кил. на кв. мм.) и литого металла (38—42 кил. на кв. мм.) толщиной 20 мм., при этомъ сдавливаніе производилось только средней части сѣченія образца и распространялось или на  $\frac{1}{2}$ , или  $\frac{3}{5}$ , или  $\frac{2}{5}$ , или  $\frac{1}{5}$  ширины образца, такъ что удлиненіе средней части было 2, а наружныхъ 1. Тогда общее удлиненіе полосы при проходѣ черезъ калибръ, въ случаѣ сдавливанія по ширинѣ на  $\frac{3}{5}$ , выразится такъ:

$$L_m = 1 + 1 + \left(\frac{20}{10} + \frac{20}{10} + \frac{20}{10}\right) : 5 = 1,6.$$

Такимъ образомъ можно вычислить теоретически длину прокатываемой полосы и опредѣлить отношеніе практической длины  $L_e$  къ теоретической т. е.  $L_e : L_m$ , которое для перваго случая (т. е.  $\frac{3}{5}$ ) при толщинѣ 20 мм., измѣняется отъ 1,01 до 1,03; для литого металла и при толщинѣ 15 мм. измѣняется отъ 1,02 до 1,06; для литого металла для 2 случая (т. е.  $\frac{2}{5}$ ) при толщинѣ 20 мм. отъ 0,98 до 0,99; при 15 мм.—1,00—1,01; для 3 случая (т. е.  $\frac{1}{5}$ ) при толщинѣ 20 мм. отъ 0,98 до 0,99.

Но при прокаткѣ полоса не только удлиняется, но унируется. Положимъ, что полоса сѣченія  $d_1 \times b_1$  переходитъ черезъ валки въ полосу сѣченія  $d_2 \times b_2$ . Раздѣлимъ сѣченіе по ширинѣ на  $n$  равныхъ частей. Удлиненіе каждой крайней части было только  $\frac{1}{2}$  удлиненія таковой же въ серединѣ, гдѣ все измѣщеніе металла переходитъ въ удлиненіе. Графически это можно представить такъ: четырехугольникъ  $coed$  (фиг. 1) представляетъ крайнюю часть полосы до пропуска въ калибръ (ручей). Полный перемѣщенный, или измѣ-

щенный, объемъ этой части будетъ  $abcd$ . Ординаты  $zy$  будутъ соответствовать уширенію, а  $yz$  — удлинению, а  $bs$  будетъ кривая, показывающая эти измѣ-



Фиг. 1.

нения; она должна проходить непременно черезъ  $b$ , такъ какъ здѣсь матеріалъ начинаетъ переходить въ удлиненіе и черезъ  $s$  ( $\frac{1}{2} ad$ ) — потому что здѣсь половина сжатія идетъ въ удлиненіе, а половина въ уширеніе; такимъ образомъ  $\triangle abs$  долженъ быть равенъ  $\square aefg$  для каждой стороны калибра. Граница вліянія уширенія вычисляется легко, какъ это видно изъ слѣ-

дующаго примѣра: полоса до прокатки  $49 \times 11$  мм. послѣ прокатки  $10 \times 50$ . Полоса уширилась на 1 мм.; площадь уширенія =  $10 \times 1$  должна быть равна  $2x$ ; такъ какъ высота треугольника соответствуетъ половинѣ сѣченія, — то есть, —  $\frac{1}{2}$  мм., то:

$$10 \times 1 = 2 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} x.$$

откуда  $x = 20$  мм.

Изъ представленныхъ примѣровъ выходитъ, что уширеніе тѣмъ больше, чѣмъ толще прокатываемая полоса; для сварочнаго желѣза уширеніе больше, чѣмъ для литого металла.

Такъ какъ, теоретически, длина прокатываемой полосы послѣ выхода изъ калибра:

$$L_m = L_1 \left( \frac{H_1}{h_1} + \frac{H_2}{h_2} + \frac{H_3}{h_3} + \dots + \frac{H_n}{h_n} \right) : n$$

гдѣ  $L_1$  есть первоначальная длина,  $\frac{H_1}{h_1}$ ,  $\frac{H_2}{h_2}$  и т. д. отдѣльные измѣненія удлиненія частей съ 1-го по  $n$ . Но такъ какъ

$$L_m = L_1 \frac{Q_1}{Q_2}$$

гдѣ  $Q_1$  и  $Q_2$ , — первоначальное и конечное сѣченіе полосы, то слѣдовательно

$$L_1 \frac{Q_1}{Q_2} = L_1 \left( \frac{H_1}{h_1} + \frac{H_2}{h_2} + \dots + \frac{H_n}{h_n} \right) : n.$$

Если: ширина полосъ  $B$ , средняя высота ея до пропуска —  $H_{m1}$ , а послѣ пропуска —  $H_{m2}$ , то, при неизмѣняющейся ширинѣ,

$$L_1 \frac{BH_{m1}}{BH_{m2}} = L_1 \left( \frac{H_1}{h_1} + \frac{H_2}{h_2} + \dots + \frac{H_n}{h_n} \right) : n \text{ или } \frac{H_{m1}}{H_{m2}} = \left( \frac{H_1}{h_1} + \frac{H_2}{h_2} + \dots + \frac{H_n}{h_n} \right) : n$$

или:

$$H_{m2} = H_{m1} \frac{n}{\frac{H_1}{h_1} + \frac{H_2}{h_2} + \dots + \frac{H_n}{h_n}}$$

Изъ вышеприведеннаго выраженія для величины  $L_m$  опредѣляется  $Q_2$ :

$$Q_2 = Q_1 \frac{L_1}{L_m}$$

На основаніи приведенныхъ уравненій интерполированіемъ опредѣляются размѣры калибровъ.

При прокаткѣ существуетъ три рода сопротивленій:

- 1) вытясненіе металла въ поперечномъ направленіи (при переходѣ отъ профиля  $Q_1$  къ  $Q_2$ , когда нѣтъ никакого удлиненія);
- 2) вытясненіе металла въ продольномъ направленіи (вытяжка отъ  $L_1$  до  $L_2$ );
- 3) сопротивленіе стѣнокъ калибровъ.

При прокаткѣ неправильныхъ профилей нужно имѣть въ виду слѣдующее:

- 1) наполненіе калибра происходитъ надлежащимъ образомъ, когда сумма трехъ сопротивленій будетъ minimum.
- 2) При прокаткѣ неправильныхъ профилей увеличеніе работы можетъ происходить отъ большихъ внутреннихъ натяженій въ металлѣ, вслѣдствіе неодинаковой вытяжки разныхъ частей металла.

Вліяніе температуры на выполненіе незначительно.

*H. B.*

*J. Phipps.* 0 линіи валковъ и верхнемъ давленіи.

(Stahl und Eisen, 1909, 1678—1685).

При вычерчиваніи калибровъ какой нибудь пары валковъ необходимо имѣть базисъ, на которомъ и строятся калибры. Положеніе этого базиса, называемаго *линей валковъ*, опредѣляетъ работу въ калибрѣ. Если разстояніе этой линіи одинаково отъ осей обоихъ валковъ, то такая линія называется средней линіей валковъ. Если эта линія, напримѣръ, на 2,5 мм. ниже, такъ что діаметръ верхняго валка на 5 мм. больше, чѣмъ нижняго, то говорятъ, что работаютъ съ верхнимъ давленіемъ въ 5 мм. То же самое можетъ быть и относительно нижняго валка, и тогда говорятъ, что работаютъ съ нижнимъ давленіемъ. Такая разность бываетъ большею частію отъ 3 до 10 мм., но можетъ доходить до 25—30 мм. и болѣе.

Построеніе калибровъ на линіи валковъ, — круглыхъ, квадратныхъ, ромбическихъ и стрѣльчатыхъ, — производится очень просто и средняя линія ихъ или проходитъ по серединѣ (первый случай), при чемъ верхній и нижній валки имѣютъ совершенно одинаковые діаметры, или — калибры могутъ быть построены и съ верхнимъ давленіемъ (второй случай), т. е. линія валковъ можетъ быть опущена, напр., на 2,5 мм., и діаметръ верхняго валка сдѣланъ толще на 5 мм. При плоскихъ калибрахъ и при большинствѣ фасонныхъ профилей калибры располагаютъ относительно линіи валковъ такъ, чтобы центръ тяжести сѣченія калибра совпадалъ съ линіей верхняго давленія.

Первый случай. Если не существуетъ бокового тренія въ ручьяхъ, и поверхности валковъ совершенно гладкія, то прокатываемая полоса будетъ выходить изъ валковъ въ этомъ случаѣ совершенно прямо. Но если поверхность одного изъ валковъ будетъ шероховата, то, понятно, что полоса при выходѣ изъ валковъ получитъ закривленіе въ сторону валка съ шероховатой поверхностью, хотя полоса, вслѣдствіе собственнаго вѣса, должна получить послѣ выхода закривленіе книзу. Поэтому такое расположеніе линіи валковъ



допустимо только для полировочных пропусковъ, въ ступенчатыхъ валкахъ при квадратныхъ, плоскихъ, стрѣльчатыхъ калибрахъ, гдѣ нѣтъ никакого, бокового тренія.

Во второмъ случаѣ, когда работающіе валки съ разными діаметрами, полоса, по выходѣ изъ валковъ, получаетъ закривленіе въ сторону болѣе тонкаго валка; поэтому всегда стараются діаметръ калибра верхняго валка дѣлать больше соотвѣтственной части нижняго, т. е. валки дѣлаютъ съ верхнимъ давленіемъ. Но бываютъ и отступленія, т. е., прокатку ведутъ безъ верхняго давленія, или съ нижнимъ давленіемъ, но только тогда является большая опасность при прокаткѣ, или нужно вводить верхнія, или висячія проводки при прокаткѣ болѣе тонкаго желѣза.

Совсѣмъ другое наблюдается, когда существуетъ боковое треніе между валкомъ и прокатываемой полосой, напримѣръ, — при прокаткѣ полосового желѣза въ закрытомъ калибрѣ стана duo, который имѣетъ нѣкоторое суженіе (около 2%) въ сторону катающей поверхности нижняго валка, являющагося здѣсь матрицей. Въ этомъ случаѣ необходимо работать также съ верхнимъ давленіемъ, чтобы получить надлежащее направленіе полосы, по выходѣ ея изъ валковъ. При валкахъ trio для плоскаго желѣза, въ которыхъ верхній валокъ является всегда матрицей, и когда пропускъ между верхнимъ и среднимъ валками сопровождается наибольшимъ боковымъ треніемъ, — потому что средній валокъ является одновременно матрицей для верхняго и нижняго валковъ, — при верхнихъ пропускахъ работаютъ безъ униренія, калибры снабжаютъ также висячими проводками, а діаметръ валка, работающаго, какъ матрица, — т. е., въ данномъ случаѣ верхняго, — выбираютъ больше, чѣмъ валка, работающаго, какъ патрица.

При прокаткѣ профильнаго желѣза боковое треніе, вслѣдствіе непрямого давленія, значительно больше, чѣмъ при прокаткѣ полосового и это треніе будетъ тѣмъ больше, чѣмъ больше подходятъ нижній въ станѣ duo или нижній и верхній валки въ станѣ trio къ дѣйствию матрицы; напр., при прокаткѣ балокъ, или швеллеровъ въ станѣ trio треніе будетъ очень большое. Чтобы опредѣлить положеніе такого калибра, или центръ его тяжести, вертикальное давленіе ниже средней линіи нужно раздѣлить пополамъ.

При станахъ trio могутъ быть два случая, а именно: средній валокъ толще нижняго и верхняго, или верхній валокъ толще средняго, а этотъ толще нижняго. Въ первомъ случаѣ нижній и верхній валки служатъ, какъ матрицы, а средній, какъ патрица; размѣры валковъ средняго и нижняго слѣдуютъ прямо изъ размѣровъ становъ duo; съ другой стороны, — верхній валокъ имѣетъ незначительно большій размѣръ, чѣмъ нижній валокъ, такъ какъ онъ работаетъ, какъ матрица, что сопровождается очень большимъ треніемъ между верхнимъ валкомъ и прокатываемой полосой. Во второмъ случаѣ, средній валокъ представляетъ патрицу сильнѣе, чѣмъ матрица въ нижнемъ валкѣ, а для верхняго валка — наоборотъ.

Что касается вопроса о верхнемъ давленіи вообще, то онъ лучше всего рѣшается практически. Напр., если для швеллеровъ линія валковъ будетъ проходить по срединѣ высоты калибра и будетъ представлять линію верхняго давленія, то разница въ катающихъ діаметрахъ подонвы швеллера, при  $D = 565$  и I № 12, доходитъ до 14,56%; если же линія валковъ про-

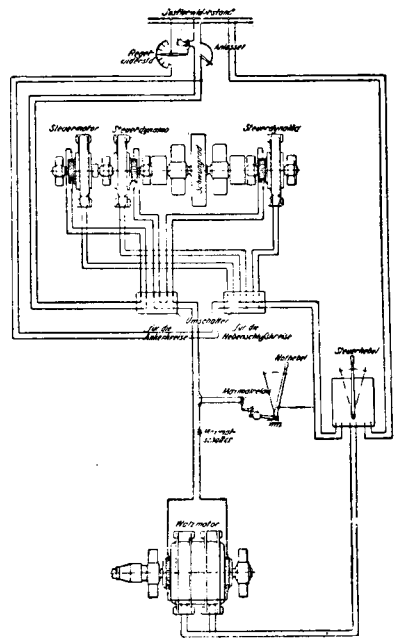
ходить через центр тяжести калибра и будет представлять линию верхнего давления, то разница в катающих диаметрах подонвы швеллера, при тех же условиях, будет только 8,21%, но боковое трение будет значительно больше.

Н. В.

*Dr. G. Meyer.* Реверсивный блуминг Рейнского завода (Rheinische Stahlwerke в Дуйсбург, Stahl und Eisen, 1909, 854).

В 1907 г. на этом заводе был построен блуминг (duo,  $d=1100$  мм.) с реверсивной паровой машиной; он предназначался для прокатки слитков от 2,5 до 3,3 тонн; при девятикратной вытяжке слитков, суточная производительность его доходила до 1500 тонн. Затем, после установки электрических реверсивных станов в *Trzynietz* и в *Georgsmarienhütte*, к этому стану был также приспособлен, с другой стороны, электромотор, при чем годовая производительность стана осталась равной 450000 тонн.

Для передачи была избрана известная система Ильгнера (фиг. 2). С центральной станции доставляется постоянный ток в 525 вольт. Этот ток преобразовывается в постоянный ток с напряжением от 0 до  $\pm 1300$  вольт, при посредстве постоянного тока шунтового мотора, и передается к двоянному мотору при прокатном стане. Изменение числа оборотов двоянного станного мотора от 0 до 40 в минуту производится при посредстве известного включения по системе Леонара, изменением возбуждения в обоих динамо умформера, а изменение числа оборотов станного мотора между  $\pm 40$  и  $\pm 60$  в минуту — ослаблением магнитных полей последнего. Введенное в сеть, между динамо умформера и станым мотором, максимальное реле самовыключает динамо умформера при переходе за предел силы тока. Этим же реле можно, помощью ручного рычага, произвести выключение машин. Дальнейшим предохранительным приспособлением в сети представляется максимальный выключатель. Переключающее приспособление для якорной и шунтовой обмотки машин умформера делает возможным применение каждой из трех машин, — как мотора и как динамо пуска.



Фиг. 2.

Сдвоенный мотор, *Сименс-Шуккерт* (Берлин), поставленный (вместо сдвоенной реверсивной паровой машины с  $d=1500$  мм. и ходом 1400 мм. при 180 обор. в 1 м. и 8 атм. начального давления, с передачей 1:3) с другой стороны стана, имеет предохранитель, который его выключает если нагрузка или крутящий момент увеличится на 35%.

Стальные муфты-втулки обоих якорей сдвоенного мотора взаимно

свинчены при посредствѣ, состоящаго изъ двухъ частей, центрирующаго кольца. Моторъ закрытаго типа, чтобы избавиться отъ пыли и ввести искусственную вентиляцію анкера и поднипниковъ. Соединеніе мотора, за отсутствіемъ мѣста, сдѣлано помощью муфты, непосредственно съ нижнимъ валкомъ, а движеніе верхнему валку сообщается отъ нестеренной клѣтки, поставленной съ другой стороны стана.

Справа находится главный пусковой рычагъ, которымъ дѣйствуютъ на возбужденіе динамо умформера. Положеніе пускового рычага опредѣляетъ скорость валковъ, такъ какъ число оборотовъ становаго мотора зависитъ отъ соответственнаго возбужденія динамо пуска. Такимъ образомъ достигается очень удобное регулированіе прокатнаго стана, а также, — измѣненіе направленія вращенія его. Каждое обратное передвиженіе пускового рычага черезъ нуль, при которомъ обращается ходъ валковъ, сопровождается уменьшеннымъ напряженіемъ динамо, энергія которой сообщается за это время маховику. Болѣе быстрое регулированіе стана, при электрической передачѣ, допускаетъ болѣе быструю (успѣнную) прокатку и лучшее использование прокатнаго стана (нагруженный станъ можно реверсировать 20 разъ въ минуту).

Слѣва находится запасный рычагъ, которымъ, въ случаѣ необходимости, можно выключить изъ возбужденія динамо пуска; дальніе, т. е. ближе къ становаму мотору, — находятся: максимальное реле и максимальный выключатель.

Умформеръ удаленъ отъ стана на 180 м. По обѣимъ сторонамъ маховика умформера расположены двѣ динамо пуска, соединенныя съ маховиками гибкими муфтами, а съ одной динамо соединенъ пусковой моторъ съ компаундированной обмоткой. Маховикъ вѣситъ 38 тоннъ и имѣетъ діаметръ 4,4 м., его окружная скорость при зарядкѣ и разрядкѣ, соответствующая 440 до 360 оборотовъ въ 1', отъ 101 до 83 м. въ секунду. При холостомъ ходѣ, когда наибольшее число оборотовъ доходитъ до 460 въ 1 мм., живая сила всѣхъ вращающихся массъ равна 200000 PSe сек. Обѣ динамо пуска даютъ для становаго мотора требуемый постоянный токъ  $\pm 1300$  вольтъ. Пусковой моторъ дастъ при 525 вольтахъ напряженія и отъ 440 — 360 оборотовъ въ 1 мин. около 1800 PSe.

Изъ ряда опытовъ выходитъ, что станъ, при 9-кратной вытяжкѣ металла, можетъ прокатать въ часъ, при нормальныхъ условіяхъ, 59,2 тонны болѣе твердаго металла и 65,5 тоннъ мягкаго металла; въ экстренныхъ случаяхъ — 72,5 и 79,5 соответственно. Такимъ образомъ, достигается расходъ энергіи въ 17 к. в. часовъ на 1 тонну насадки мягкаго металла при 9 кратной вытяжкѣ, хотя нормально этотъ расходъ доходитъ до 10 к. в. часовъ, такъ что получается экономія до 15%.

Вмѣсто электромотора въ умформерѣ можно ставить газомоторъ. Тогда динамо пуска и становой моторъ будутъ имѣть такое же дѣйствіе, ибо связь между умформеромъ и станомъ останется прежняя и включеніе становаго мотора останется по системѣ Леонара. Преимущество непосредственной передачи лежитъ въ избѣжаніи двойной передачи энергіи. Но незначительное число оборотовъ газомотора дѣлаетъ, однако, мало возможнымъ использование этого преимущества, ибо выравниваніе колебанія нагрузокъ

требуетъ маховиковъ съ окружной скоростью около 100 м. сек., вѣсомъ около 38 тоннъ, при прокаткѣ заготовокъ и 9 кратной вытяжкѣ и до 40 тоннъ при прокаткѣ готовыхъ полосовыхъ и листовыхъ сортовъ. При обыкновенномъ числѣ оборотовъ газомотора, — около 100 въ минуту, — чтобы достичь указанной окружной скорости, нужно имѣть діаметръ маховика 19 м., что не осуществимо, или, при обыкновенномъ діаметрѣ 8 м. и при скорости 42 м. сек., вѣсъ маховика долженъ быть 225 тоннъ, что также невозможно. Поэтому остается только возможность привода въ дѣйствіе маховика и динамо пуска отъ газомотора черезъ передачу, — ремнемъ или канатомъ. Но здѣсь опять являются механичесія потери отъ передачи (0,5%—5%).

Приведенный случай можетъ имѣть мѣсто, когда имѣется водяная сила, какъ напр. на заводѣ Georg Zugmayer & Sohne въ Waldegg. На этомъ заводѣ турбина въ 160 HP, помощью ремня, соединяется съ валомъ динамо пуска, на которомъ, кромѣ динамо пуска, сидятъ также: 5 тонный маховикъ и еще постоянного тока динамо въ 40 к. в. Постоянный токъ отъ послѣдней машины, въ 220 вольтъ напряженія, назначается для различныхъ цѣлей. Число оборотовъ послѣдняго умформера мѣняется отъ 660 до 780 въ минуту, такъ что окружная скорость на маховомъ колесѣ доходитъ до 94 м. сек. Передача отъ становаго мотора къ стану производится зубчатыми колесами съ отношеніемъ 1 : 5, такъ что крутящій моментъ на валу достигаетъ 7900 кгр. м. при 100 оборотахъ въ 1 мин., что соотвѣтствуетъ 1100 PSe. Станъ назначается для прокатки мѣдныхъ листовъ до 3 тоннъ вѣсомъ. Турбина регулируется регуляторомъ, перестановка котораго производится отъ руки.

Такъ какъ работа стана зависитъ, вообще, отъ степени вытяжки и температуры прокатываемаго издѣлія, то опредѣленіе сравнительной стоимости эксплуатаціи электрическихъ и паровыхъ становъ—блуминговъ не всегда можно произвести по количеству выкатаннаго матеріала и въ зависимости отъ его свойствъ. Что потребленіе опредѣленнаго количества пара или электрической энергіи на 1 тонну насадки не можетъ дать правильнаго вывода, слѣдуетъ изъ того, что одна температура прокатываемаго издѣлія можетъ повысить работу при прокаткѣ на 20%; кромѣ того, останется не опредѣленнымъ вліяніе діаметра валковъ, калибровки, состоянія передачи и проч.

Когда по опредѣленной работѣ прокатки въ PS—сек. вычисленъ расходъ работы для одной тонны насадки при опредѣленномъ удлиненіи, то потребленіе энергіи при прокаткѣ, при электрической передачѣ, опредѣляется легко послѣ непосредственныхъ измѣреній коэффиціента полезнаго дѣйствія электрической передачи. Для становъ блуминговъ при прокаткѣ крѣпкаго и мягкаго металла потребленіе энергіи колеблется отъ 1,1 до 1,3 к. в. часовъ при непосредственномъ соединеніи мотора со станомъ, что соотвѣтствуетъ 1 эффектив. лошади въ часъ.

Менѣе легко рѣшить вопросъ при соединеніи стана съ паровымъ двигателемъ. По даннымъ *Ortmann'a* потребленіе пара на эффек. PS—часъ составляетъ 14,35 клгр. при плавномъ соединеніи, или 13 кил. при непосредственномъ; но неизвѣстно, однако, сколько изъ указаннаго количества пара идетъ на потери конденсаціи въ машинѣ и трубопроводахъ, на потери въ парораспределеніи и на потери отъ плохого использованія установки паровыхъ

котловъ. *Ehrhard* полагаетъ послѣднее равнымъ 15%, такъ что приведенная цифра расхода пара должна увеличиться на 16,5 до 15 клгр. на эффект. PS—часъ. Но изъ ряда наблюдений надъ послѣдними машинами можно установить расходъ пара въ 12 клгр. на эффект. PS—часъ, принимая во вниманіе продолжительность работы и остановокъ.

Установленный, такимъ образомъ, расходъ энергіи: 1,1 до 1,3 к. в. часъ, въ случаѣ электрической передачи, и 12 клгр. на эффект. PS часъ, въ случаѣ парового двигателя, позволяетъ уже произвести сравненіе. Приведенныя цифры мѣняются и зависятъ отъ качества и стоимости угля, отъ оцѣнки доменныхъ газовъ и отъ того или другого устройства.

Электрическая передача при блумингахъ, кромѣ часового расхода энергіи, зависитъ отъ затраты и амортизаціи капитала, который въ этомъ случаѣ достигаетъ до 450000 — 600000 мар., между тѣмъ какъ при паровыхъ машинахъ этотъ капиталъ едва доходитъ до 200000 — 350000 мар. Такой перерасходъ долженъ покрываться въ болѣе короткое время, чѣмъ срокъ службы паровыхъ машинъ. Н. В.

**Испытаніе парового реверсивнаго стана.** Сообщение комисіи по опредѣленію силы при прокаткѣ. (*Stahl und Eisen*, 1909, 1297—1301).

Испытуемый станъ имѣлъ діаметръ валковъ 1150 мм. и длину бочки 2750 мм. Машина при станѣ и съ патентованнымъ парораспределеніемъ L. Stuckenholtz'a, двоянная тандемъ, размѣрами 1000—1500 мм. на 1300 мм., передача зубчатыми колесами съ отношеніемъ 2,5. Машина снабжена конденсаторомъ Вейса съ противоположнымъ теченіемъ; воздушный и водяной насосы работаютъ отъ электромотора.

Изъ ряда испытаній надъ прокаткой 772 штукъ слитковъ общимъ весомъ 2291,70 тоннъ, при средней 9,186 кратной вытяжкѣ, получилось:

общій расходъ пара . . . . .	373660,55	кгр.
средній расходъ пара на тонну . . . . .	163,049	„
потеря на конденсацію въ паропроводахъ . . . . .	27	„
„ „ „ машинѣ . . . . .	0,37	кгр. на тонну
средній вакуумъ въ машинѣ . . . . .	76,17%	
среднее давленіе пара въ машинѣ (перевѣсъ) . . . . .	7,291	кгр. на кв. сант.
средняя температура пара въ машинѣ . . . . .	182,77°	
средній перегрѣвъ въ машинѣ . . . . .	12,38°	

Расходъ пара на дѣйствиіе конденсатора былъ опредѣленъ въ 107874 кгр. по расходу тока въ 8298 к. в. часовъ, при цѣнѣ 2 марки за тонну пара и при 2,6 пфениговъ за к. в. часъ.

Конденсаторъ, кромѣ паровой прокатной машины, обслуживалъ еще двое паровыхъ ножницъ и воздухоудку 1300—2000 мм. на 1700 мм., при 50 оборотахъ въ минуту, при томасовской литейной. Расходъ пара для этихъ машинъ опредѣлился въ 64%, такъ что для дѣйствія прокатной машины расходъ пара для конденсатора будетъ  $107874 \cdot 0,36 = 38833$  кгр., или на тонну  $\frac{38833}{2291,7} = 16,94$  клгр., т. е., около 17 клгр.

При сравненіи результатовъ этого испытанія съ результатами подобныхъ же испытаній Ortmanп'а, при которыхъ получилось 159,444 клгр. пара на тонну металла, при 9,222 кратной вытяжкѣ, но безъ расхода пара на дѣйствіе конденсатора, нужно, такимъ образомъ, къ послѣдней цифрѣ прибавить еще расходъ пара около 17 клгр. на тонну металла на дѣйствіе конденсатора.

Н. В.

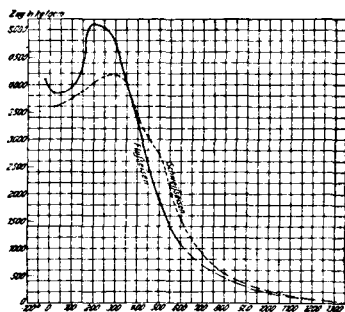
*К. Maleyka.* Опредѣленіе мощности моторовъ для дѣйствія мелкосортныхъ и средяесортныхъ прокатныхъ становъ. (Stahl und Eisen, 1909, 1427).

Качество матеріала. Кривыя, представленныя здѣсь на диаграммѣ (фиг. 3), указываютъ зависимость прочности или, точнѣе говоря, временнаго сопротивления разрыву литого и сварочнаго желѣза отъ той или другой температуры; сопротивление это отъ 300° С. замѣтно понижается къ 600°—800° С.; въ точкѣ плавленія сопротивление равно нулю. Такъ какъ крѣпость оказываетъ вліяніе на измѣненіе формы матеріала, то она должна оказывать вліяніе и на работу при прокаткѣ, хотя послѣдняя происходитъ въ предѣлахъ отъ 800° до 1200°, когда измѣненіе сопротивления, вообще, незначительно.

Температура. Температура зависитъ, главнымъ образомъ, отъ величины и формы прокатываемаго издѣлія, а также и отъ удѣльной теплоты. Фиг. 4 показываетъ измѣненіе отношеній боковой поверхности къ поперечному сѣченію ( $\frac{Q_1}{Q}$ ) при различныхъ профиляхъ на 1 м. длины полосы. Понятно, что балки 1 № 22, съ большой боковой поверхностью, охлаждаются значительно быстрѣе, чѣмъ круглое желѣзо, напр., 70 мм. діам. того же, приблизительно, вѣса, что и I № 22, но съ меньшею поверхностью охлаждения.

Удѣльная теплота желѣза при различныхъ температурахъ различна <sup>1)</sup> и при высокихъ температурахъ выше, чѣмъ при низкихъ. Ясно, что охлажденіе желѣза при температурѣ ниже 1000° С. идетъ быстро и соотвѣтственно этому увеличивается работа прокатки.

Калибровка. Вліяніе калибровки ясно вытекаетъ изъ опытовъ Purre. Калибры, въ которыхъ прокатка сопровождается только прямымъ давленіемъ, требуютъ, при одинаковой температурѣ, меньше работы для перемѣщенія металла, чѣмъ калибры съ непрямымъ давленіемъ. Кромѣ того, здѣсь играетъ замѣтную роль отношеніе боковой поверхности площади сѣченія, такъ какъ при боль-

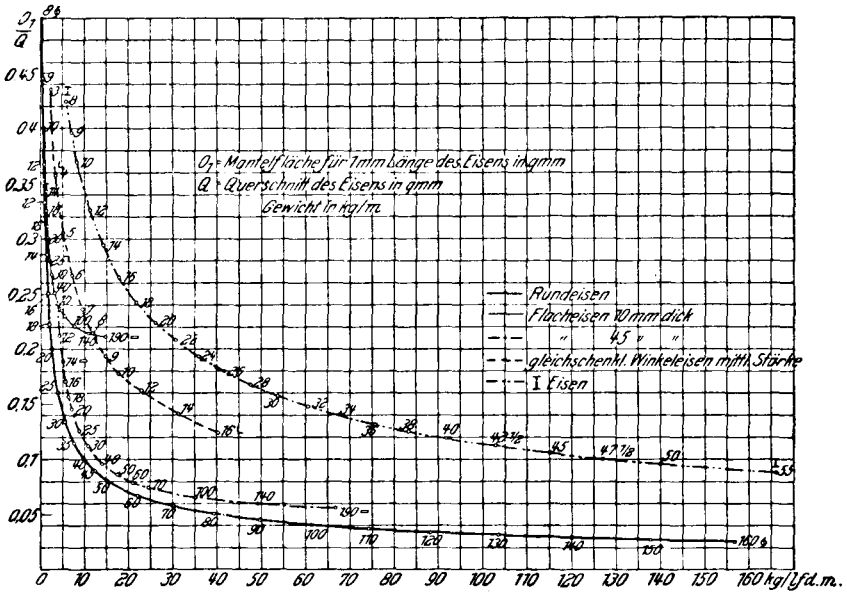


Фиг. 3.

<sup>1)</sup> Въ подлинникѣ заимствовано нѣсколько цифръ изъ металлургіи Н. Wedding'а. Данныя, собранныя послѣднимъ, въ настоящее время не должны примѣняться. Согласно изслѣдованіямъ Oberhoffer'а, интересующія прокатнаго техника теплоемкости таковы:

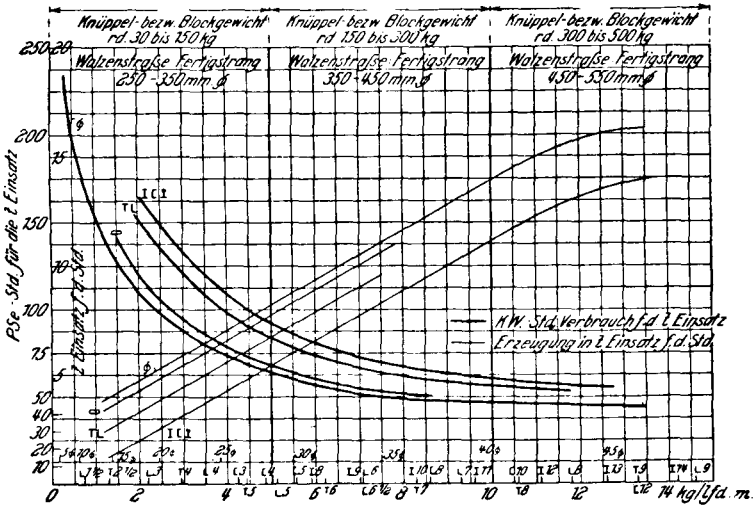
Между	802° и 883°	—0,152,
„	883° и 995°	—0,160,
„	995° и 1123°	—0,161,
„	1123° и 1305°	—0,163.

шой боковой поверхности охлаждение металла больше и работа трения больше, чѣмъ при малой.



Фиг. 4.

Вѣсъ слитка и производительность. Катающий діаметръ валковъ, во всякомъ случаѣ, имѣетъ вліяніе на расходъ работы при прокаткѣ, ибо валки съ меньшимъ діаметромъ тянутъ лучше. Диаграмма 5 даетъ приближенныя среднія значенія для расхода энергіи для мелкосортныхъ и среднесортныхъ становъ, въ связи съ вѣсомъ слитка, діаметромъ валковъ отдѣльнаго стана и производительностью въ часъ. Станы съ большей про-



Фиг. 5.

изводительностью расходуютъ, вообще, меньше энергіи на тонну готоваго продукта, чѣмъ станы съ меньшею производительностью, поэтому приведенныя

на діагр. 5 значенія нужно увеличивать или уменьшать, въ зависимости отъ того меньшая, или большая часовая производительность соотвѣтствуетъ данному стану.

Изъ приведенныхъ кривыхъ можно опредѣлить среднюю мощность мотора, взявъ ее на 50% — 80% выше противъ таблицы, предполагая продолжительную нагрузку и измѣненіе температуры при прокаткѣ.

Нижеслѣдующій примѣръ показываетъ, какъ въ опредѣленномъ случаѣ вычисляется приближенная мощность мотора. Напримѣръ, на 300 мм. станѣ—trio изъ заготовки 50 до 100 клгр. катается круглое отъ 10 до 25 мм. и разное желѣзо мелкихъ профилей отъ 2 до 5 клгр. въ погонномъ метрѣ съ производительностью отъ  $2\frac{1}{4}$  до  $4\frac{1}{2}$  тоннъ.

Фиг. 5 даетъ для желѣза отъ 3 клгр. въ погонномъ метрѣ

88,5 PS<sub>e</sub> — часовъ на тонну круглаго.

95 PS<sub>e</sub> — часовъ на тонну плоскаго и квадратнаго.

120 PS<sub>e</sub> — " " " углового и тавроваго желѣза.

135 PS<sub>e</sub> — " " " двутавроваго и корытнаго.

Достигается слѣдующая часовая производительность:

для круглаго желѣза	около	6	тоннъ
" квадратн.	"	$5\frac{1}{2}$	"
" углового	"	$4\frac{1}{2}$	"
" двутавров.	"	3	"

При прокаткѣ полосоваго	нужно	$88,5 \times 6 = 531$	HP
" " плоск. и квадр.	"	$95 \times 5 = 475$	"
" " углового	"	$125 \times 4 = 480$	"
" " двутавров.	"	$135 \times 3 = 405$	"

или, въ среднемъ, 500 HP; считая 70% на запасъ въ мощности при продолжительной нагрузкѣ и измѣненіи температуры прокатки, нужно поставить моторъ въ 900 HP.

*H. B.*

### Прокатный станъ, приводимый въ движеніе газовой машиной.

(Ir. & Coal Tr. Rev., Sept. 10, 381).

Въ замѣткѣ данъ планъ общаго расположенія и сообщаются нѣкоторыя данныя о проволочно-прокатномъ станѣ Русско-Бельгійскаго общества (Петровскіе заводы), поставленномъ извѣстной фирмой бр. Klein.

Прокатный станъ состоитъ изъ четырехъ частей: 1) одной пары станинъ съ обжимными валами  $d = 450$  мм., съ непосредственной передачей движенія газовой машины (106 оборотовъ нормально); 2) 2-хъ паръ станинъ съ промежуточными обжимными валами  $d = 375$  мм; 3) и 4) двумя рядами отдѣлочныхъ валовъ (9 станинъ), приводимыми въ движеніе съ помощью канатной передачи.

Машина, питаемая доменнымъ газомъ, —сдвоенная, двутактная, нормальной мощности въ 2000 HP, —имѣетъ діам. цил. 800 мм. и ходъ 1200 мм. При 106 оборотахъ скорость поршня машины доходить до 4,4 м. въ секунду, что, однако, не вызывало никакихъ затрудненій въ самую жаркую



погоду на югѣ Россіи, когда температура подводимой для охлажденія воды доходила до 35°; расходъ смазочнаго масла 0,8 гр. на 1 HP въ часъ.

Станъ катаетъ квадратные слитки 150 × 150 мм. въ 6 пуд. вѣсомъ; производительность его до 70 тоннъ проволоки № 5 въ 10¼ час. смѣну по даннымъ представителя фирмы Klein. М. П.

### Новые прокатные станы Вестфальскаго завода (Westfäl. Stahlwerke, Bochum, Stahl und Eisen, 1909, 770).

Новый рельсовый и балочно-прокатный станъ, поставленный заводомъ Benrath, duo-реверсивной системы; діаметръ валковъ 850 мм., длина бочки 2400 мм. Обжимная клѣта лежитъ въ одной линіи съ тремя отдѣлочными и приводится въ дѣйствіе отъ одной машины.

Поступающіе изъ мартеновской сталелитейной слитки, въ 2—3 тонны вѣсомъ, нагрѣваются въ перекатныхъ печахъ съ механическимъ выталкивателемъ, въ которыя они насаживаются въ два ряда. Подача слитковъ къ стану производится кранами, съ особыми устройствами для зажимашия.

При обжимной клѣтѣ предусматривается электрическая пила,—устройство работающее медленно, чѣмъ ножницы, но болѣе дешевое.

Станъ приводится въ дѣйствіе отъ сдвоенной реверсивной машины tandem-compound (съ удерживающимъ клапаномъ) размѣрами 1100—1650 мм. на 1400 мм. Машина безъ зубчатого привода и съ муфтою *Ortmann'a* къ нижнему валку.

Отъ второй отдѣльной клѣтѣ прокатанный продуктъ идетъ по рольгангу къ пилѣ, удаленной на 67,05 м., а затѣмъ, по разрѣзкѣ, при посредствѣ шлипперовъ, поступаетъ на помость для охлажденія.

Особыми кранами охлажденные рельсы подаются, затѣмъ, къ правильнымъ машинамъ, которыя представляютъ послѣдовательно установленные роликовые правильные станки. Балки послѣ правки въ такихъ машинахъ выходятъ совершенно выправленными, рельсы же требуютъ еще разъ дальнѣйшей правки. Выправленные рельсы складываются на особый помость,—стелюги, съ котораго уже идутъ къ сверлильнымъ, фрезернымъ и специальнымъ станкамъ. Размѣры этой мастерской и помоста выбраны такъ, что можно обрабатывать рельсы 26 м. длиной (обслуживается кранами съ пролетомъ въ 36 м.).

Въ концѣ стелюгъ этого стана установлены пресса для правки металлическихъ шпалъ и специальное устройство для нагрузки шпалъ и заготовокъ.

Среднесортный и мелкосортный станы (см. таб. IV), доставленные братьями Klein, представляютъ: первый 350 мм. *doppel-duo*, а второй — 280 мм. *doppel-duo*, съ принадлежащими къ нимъ обжимными клѣтками—къ первому въ 600 мм., и ко второму—400 мм. Программа прокатки 350 мм. стана такая: круглое и квадратное отъ 16 до 45 мм., угловое 35 до 55 мм., полосовое 30—80 мм., плоская заготовка для трубъ до 150 мм. шириной и 6 мм. толщиной. Программа прокатки 280 мм. стана такая: круглое и квадратное отъ 6,5 до 16 мм., полосовое отъ 13 до 30 мм., угловое отъ 13 до 35 мм. и обручное.

Слитки,— 210 мм. въ ефчейи и вѣсомъ 270 кгр.,—доставляются къ печи

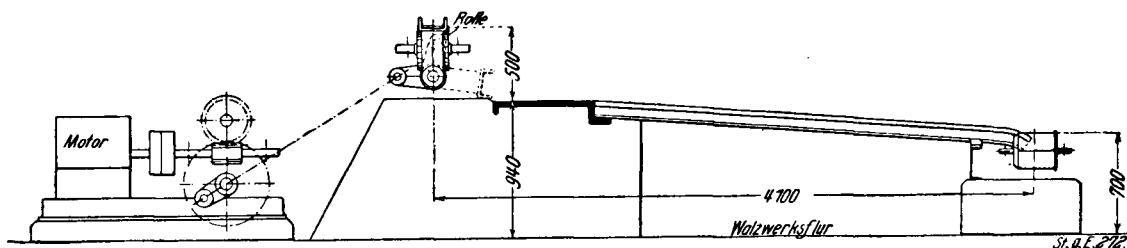
при первомъ станѣ и поелѣ обжимки въ немъ могутъ быть переданы къ печи при второмъ станѣ.

Первый обжимной станъ состоитъ изъ 2 клѣтей  $\text{trio}$  при непосредственномъ соединеніи съ электромоторомъ постоянного тока въ 600 НР, съ маховикомъ въ 25 тоннъ при 105 оборотахъ въ минуту.

При станѣ крышечный подъемъ—платформа. Слитки выкатываются на заготовки отъ 50 до 80 мм. и разрѣзаются подъ ножницами, отъ которыхъ они — по 2 или 3 штуки сразу — идутъ непосредственно къ 350 мм. стану *doppel duo*. Остальная часть металла рѣжется на болѣе короткія части и назначается для прокатки, сначала, въ 400 мм. станѣ, а далѣе—въ 280 мм. *doppel-duo* станѣ. Для подачи этихъ частей къ печи имѣется устройство, показанное на табл. V.

Обжимной 400 мм. станъ приводится въ дѣйствіе также электромоторомъ постоянного тока въ 250 НР при 170 оборотахъ; при станѣ маховикъ въ 12,5 тоннъ. Далѣе, станъ *doppel-duo* въ 350 мм. приводится отъ электромотора въ 950 при 200—300 оборотахъ въ минуту, при станѣ маховикъ въ 28 тоннъ, а станъ *doppel-duo* въ 280 мм. — отъ электромотора въ 800 НР при 280—300 оборотахъ въ 1 мм. Моторы въ продолженіе минуты могутъ переносить перегрузку въ 100%.

Полосы изъ стана 350 мм. идутъ на стелюги длиною 65 м. и здѣсь охлаждаются; при посредствѣ особыхъ пальцевъ переворачиваются и идутъ къ ножницамъ, а затѣмъ, если нужно, — правятся въ особыхъ станкахъ.



Фиг. 6.

Полоса изъ 280 мм. стана идетъ по желобу изъ корытной балки, которая, при поворотѣ на 90°, выкидываетъ прокатанную полосу на стелюги, гдѣ она охлаждается и правится двумя машинами, а затѣмъ, — скатывается на самокатъ (фиг. 6) и идетъ къ ножницамъ.

Обручное желѣзо, до 100 м. длиною въ полосѣ, идетъ на близъ лежащія мотовила.

Н. В.

### Новая листопрокатная мастерская на заводѣ Mossend, близъ Глазго.

(Stahl und Eisen, 1909 г., 707—711).

Въ настоящее время, поелѣ перестройки завода, сталелитейная мастерская имѣетъ 11 мартеновскихъ печей, вмѣстимостью отъ 20 до 40 тоннъ, расположенныхъ въ два ряда. Четыре 5 тоннныхъ подвижныхъ паровыхъ крана подаютъ март. слитки къ регенеративнымъ колодцамъ-печамъ, отопляемымъ газами (системы директора завода Ross).

Изъ печей нагрѣтые слитки двумя подвижными паровыми кранами передаются на посылатель, расположенный въ концѣ самоката при блумингѣ, который работаетъ отъ сдвоенной реверсивной паровой машины размѣрами  $1145 \times 1525$  мм. (См. табл. V). По оставленіи стана раскатанная болванка разрѣзается подъ паровыми ножницами на части (размѣры паровой машины:  $740 \times 840$  мм.); ножницы могутъ рѣзать раскатки до  $965 \times 280$  мм.

Давленіе пара какъ для этой машины, такъ и для машины при блумингѣ, равно 7 атм.; котлы Babcock & Wilcox.

Обжимной станъ изготовленъ по американскому типу, т. е. съ короткой длиной бочки (2540 мм.) и съ большимъ подъемомъ (1016 мм.). Валки имѣютъ, кромѣ калибра для тяжелой плоской болванки для 1016 мм. длиной, еще четыре широкихъ калибра. При посредствѣ очень простаго приспособленія для поворачиванія плоская болванка проходитъ черезъ особый калибръ, изъ котораго выходитъ повернутая на  $90^\circ$ , съ размѣрами:  $1016 \times 102$  мм. Установка нажимныхъ винтовъ производится посредствомъ паровой машины, поставленной наверху станинъ.

На этомъ станѣ можно катать слитки отъ 3 до 5 тоннъ вѣсомъ, наибольшаго поперечнаго сѣченія  $550 \times 550$  мм., при производительности въ день до 500 тоннъ.

Выкатанныя на блумингѣ полоса разрѣзается на ножницахъ, а болванка поступаетъ на маленькую платформу, а затѣмъ, при посредствѣ крановъ системы Wellmann-Seaver Eng. Co, поступаютъ частью въ три нагрѣвательныя регенеративныя печи съ горизонтальнымъ подомъ  $8,2 \times 2,75$  м. при листопрокатномъ станѣ, а частью остаются на столѣ и поступаютъ потомъ въ склады, или идутъ на прокатку тонкокательнаго; дверецъ въ печахъ всего три, шириною каждое 1,6 м.; поднимаются онѣ при посредствѣ гидравлическихъ цилиндровъ; нагрѣтая болванка краномъ подается на качающійся столъ при листопрокатномъ станѣ trio.

Листопрокатный станъ trio—Lauth построенъ Дуисбургскимъ машиностроительнымъ заводомъ и приводится въ дѣйствіе одноцилиндровымъ газомоторомъ Oechelheiser 1800 PH, построеннымъ самой фирмой. Газомоторъ, при 1100 мм. діаметрѣ цилиндра и 800 мм. ходѣ поршня, дѣлаетъ 80 оборотовъ въ 1'. Маховикъ въ 90 тоннъ, ободъ стальной литой, а ручки изъ кованаго желѣза. Между станомъ и моторомъ пружинная муфта Линдзее. Давленіе воздуха при пускѣ мотора со станомъ измѣняется отъ 15 до 17,5 атм., такъ что пружинную муфту можно было бы замѣнить и прочно закрѣпленной стальной литой. Моторъ, при посредствѣ главнаго соединительнаго вала діаметромъ 350 мм., соединенъ со среднимъ валкомъ стана.

Шестерни изъ ковальной стали съ прямымъ нарѣзнымъ зубомъ, а самая клѣтъ—закрытаго типа и чугунная. Діаметръ шестеренъ 720 мм., діаметръ цапфъ 490 мм., а длина ихъ 590 мм.

Соединительные стержни діаметромъ 350 мм. и муфты, которые соединяютъ ихъ съ верхними и нижними валками, стальные литые; верхшій уравнивается гидравлическимъ устройствомъ, и цилиндръ для этого укрѣпляется на двухъ колоннахъ сверху.

Рабочія станины очень солидной конструкціи и отлиты изъ стали. Діаметръ верхняго и нижняго валка 750 мм. и длина бочки 2350 мм., длина

цапфы 430, ихъ діаметръ 490. Концы четырехгранные. Средній валокъ діаметромъ 550 мм., діаметръ цапфы 300 мм. Уравновѣшиваніе средняго и верхняго валка производится гидравлическимъ устройствомъ, для чего имѣются три цилиндра, установленные на балкѣ между станинами (лучпій контроль, меньше грязи и пыли). Установка валковъ производится обыкновеннымъ образомъ. нажимными винтами, для чего служитъ электромоторъ въ 12,5НР съ винтовой передачей (расходуетъ только 4НР). Поднятіе верхняго валка доходитъ до 320 мм. при скорости 7 мм. въ секунду.

По обѣимъ сторонамъ стана установлены качающіеся столы солидной конструкціи съ кривошинной передачей къ роликамъ; полная длина становъ достигаетъ 10020 мм., діаметръ роликовъ 450 мм., разстояніе роликовъ отъ валковъ 500 мм. Рамки по концамъ столовъ, приближающихся къ стану, устроены короче и по три ролика съ каждой стороны приводятся въ дѣйствіе отъ зубчатой передачи. Подъемъ столовъ производится отъ электромотора въ 36,5НР при помощи зубчатой передачи и рычаговъ; при моторѣ два магнитныхъ тормазса, чтобы столы удержать въ любомъ положеніи. Подъемъ происходитъ въ 1,75 секундъ и листъ въ 25 пропусковъ выкатывается въ течение 2'40".

Ролики изготовлены изъ котельнаго желѣза съ чугунными вставными и приклепанными днищами, въ которыя вставляются цапфы; передача для вращенія роликовъ (20 штукъ) отъ электромоторовъ въ 10НР и, позади, для 16 роликовъ въ 8НР.

Этотъ trio станъ является первымъ въ Шотландіи; выборъ конструкціи вполне оправдалъ ожиданія, — до 230 тоннъ слитковъ можетъ быть прокатано на немъ въ 10 часовъ. Всѣ, слитка, въ среднемъ, отъ 1500 до 1800 клгр., толщина отъ 100 до 150 мм., толщина желѣза отъ 12,7 до 13,6 мм., а длина доходитъ до 30 м.

Является вопросъ: выгодно ли раскатывать легкіе, плоскіе слитки непосредственно, или, — какъ было до сихъ поръ, — тяжелые слитки, отъ 3 до 5 тоннъ вѣсомъ, катать сначала на плоскія заготовки съ дальнѣйшей обрѣзкой, перерѣзкой и надрѣвомъ? Въ Шотландіи предпочитается послѣдній способъ, такъ какъ потеря матеріала очень незначительна, лучше удаляется рыхлый конецъ слитка и матеріалъ лучше обрабатывается.

Выкатанный листъ идетъ по самокату въ 40,5 м. длиной къ стелюгамъ, гдѣ можетъ быть осмотрѣнъ (перевернуть); далѣе онъ поступаетъ на второй самокатъ и идетъ къ ножницамъ, которыя рѣжутъ его на части; затѣмъ уже эти части передаются по гусинымъ шейкамъ къ серіи другихъ ножницъ, гдѣ обрѣзаются, а потомъ, если нужно, правятся и удаляются изъ мастерской.

*Н. В.*

#### *U. Lohse. Машины для отквашиванія желѣза.*

(Stahl und Eisen, 1909 г., 893—899 и 946—950).

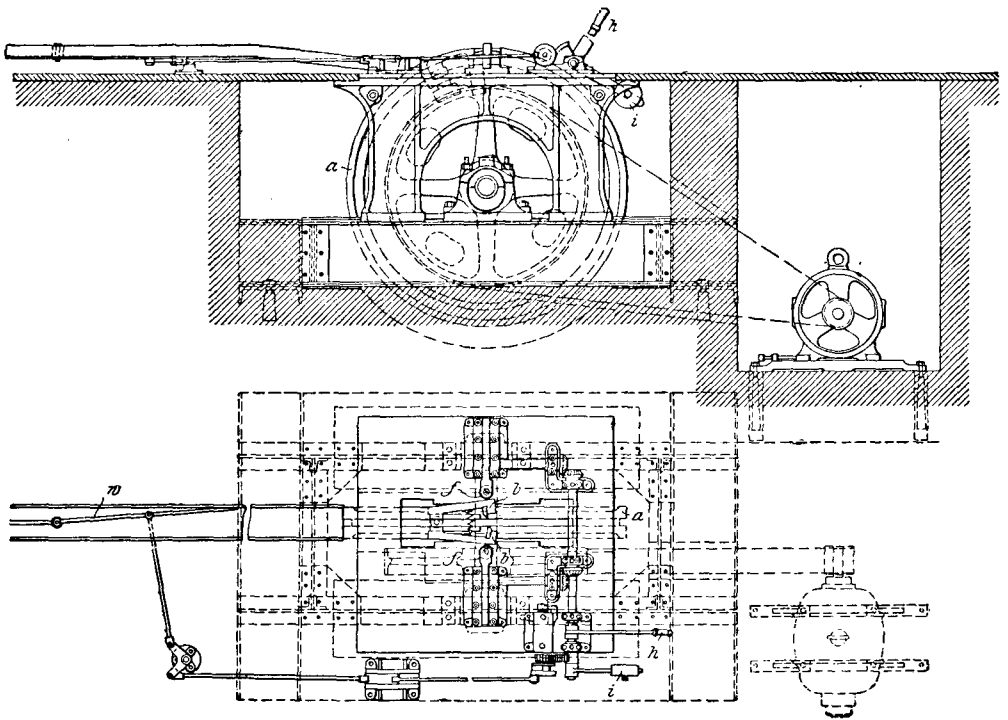
Приводится описаніе устройства и дѣйствія простыхъ и сдвоенныхъ машинъ для отквашиванія желѣза съ различнымъ расположеніемъ ямъ. Описаніе сопровождается рисунками и таблицей чертежей, объясняющими общее расположеніе и устройство въ различныхъ случаяхъ.

*Н. В.*

### Вращающіяся ножницы. (Stahl und Eisen. 1909, 1608—1610).

Онѣ состоятъ изъ вращающагося диска, окружная скорость котораго равна скорости выхода прокатываемаго металла изъ отдѣлочныхъ валковъ. Самодѣйствующія проводки за ножницами направляютъ разрѣзанный металлъ въ различныя канавки, такъ что всякая слѣдующая полоса находится въ другой канавкѣ.

Передача къ ножницамъ производится или непосредственно отъ прокатнаго стана, или отъ электромотора—всего лучше ремнемъ. Ножницы устанавливаются за отдѣлочнымъ станомъ такъ, чтобы рѣзцы ихъ находились обыкновенно на уровнѣ пола, или самоката, или другого подающаго устройства, по которому идетъ металлъ. Дискъ ножницъ *a* (фиг. 7) снабженъ направляющей



Фиг. 7.

трубкой, въ которую входитъ прокатываемый металлъ при посредствѣ проводки. Въ одномъ или нѣсколькихъ мѣстахъ диска находятся горизонтально дѣйствующіе надвигающіеся ножи *b*, которые при помощи пружинъ, или противовѣсовъ, стремятся раздвинуться, такъ что всегда образуется свободный проходъ для полосы. При поворачиваніи диска эти ножи двигаются между отбоями *f*, разстояніе между которыми настолько измѣняется, что ножи доходятъ одинъ до другого и производятъ разрѣзаніе.

Отбой *f*, которые состоятъ здѣсь изъ роликовъ, могутъ быть взаимно сближаемы, напр., при посредствѣ ручнаго рычага *h*; противовѣсъ же *j* приводитъ ихъ въ начальное положеніе, какъ только прекратитъ дѣйствіе на ручной рычагъ. При перерѣзаніи полосы на опредѣленные короткія полосы

число оборотовъ диска соответственнымъ образомъ измѣняется, и въ этомъ случаѣ ножницы дѣйствуютъ вполне автоматически.

Послѣ достигнутаго перерѣзанія происходитъ автоматическая перестановка проводокъ позади ножницъ, чтобы направить слѣдующую часть полосы въ другую канавку. Представленные на чертежѣ ножницы имѣютъ діаметръ диска 1,5 м. и скорость на окружности при направляющихъ 7,854 м. въ секунду. При холостомъ ходѣ ножницы потребляютъ 3 и, самое большое,— 4 НР. При разрѣзаніи нагрѣтаго круглаго желѣза діам. 15 мм. расходъ силы, послѣ повторныхъ измѣреній, оказался въ 7 НР; при разрѣзкѣ этого же желѣза въ холодномъ состояніи расходъ силы 9 НР.

Н. В.

### Прокатные станы завода Gary фирмы Indiana Steel Co.

(Iг. Age, 1909, Apr. 1,1037—1046; Oct. 21, 1226—1231; Iг. Tr. Rev., Apr. 1,626—633; Oct. 21, 701—706; St & E., 11 Aug., 1229—1233).

Станы для прокатки заготовокъ. Станы предназначены для прокатки заготовокъ, разнообразнаго поперечнаго сѣченія (кончая  $1\frac{3}{4} \times 1\frac{3}{4}$  д.) въ одну полосу, изъ слитковъ въ 3,63 т. вѣсомъ,  $20 \times 24$  д. поперечнаго сѣченія и рассчитаны на суточную производительность въ 4000 тоннъ. Расположеніе всѣхъ валовъ—параллельное для, такъ называемой, „непрерывной“ прокатки.

Станъ блумингъ имѣетъ 9 паръ станинъ съ валами duo. Первые двѣ пары имѣютъ діаметръ 42, а вторыя 2 пары—40 дюйм.; пройдя ихъ (4 ручья) болванка оборачивается на поворотномъ кругѣ и поступаетъ въ валы 32'' діам., гдѣ дѣлаетъ 5 проходовъ (5 паръ валовъ).

Въ каждой изъ 2-хъ первыхъ паръ этихъ валовъ заточено всего по 2 ручья (у шейки),—бочка вала въ срединѣ оставлена, для прочности, нетронутой. Въ 3-хъ остальныхъ парахъ въ срединѣ валовъ сдѣланъ фальшивый ручей (для пропуска готовой болванки  $11\frac{1}{2} \times 9\frac{1}{2}$  дм.).

Валы первыхъ 4 ставовъ блуминга приводятся въ движеніе (съ помощью зубч. передачи) 2 моторами въ 2000 НР (каждый на 2 пары). Валы 32'' стана приводятся въ движеніе непосредственно моторами въ 6000 НР (6600 в. напряж.), дѣлающими  $83\frac{1}{3}$  обор. въ мин.

Выйдя изъ 32'' стана, болванка можетъ разрѣзаться на части желаемой длины и вѣса, или же поступаетъ, для дальнѣйшей прокатки, въ 24'' и 18'' станы Morgan'a, каждый изъ которыхъ имѣетъ 6 паръ валовъ duo и приводятся въ движеніе моторами въ 6000 НР (6600 в. напряженія), дѣлающими  $83\frac{1}{2}$  оборот. въ мин.

Приводимъ сѣченія послѣдовательно проходимыхъ ручьевъ и число оборотовъ валовъ.

#### 40 дюйм. валы (1016 мм.).

	1	2	3	4	5	6
Число обор. въ 1 мин.	7,1	7,1	14,1	14,1	нѣтъ	нѣтъ
Ручья (дюйм.)	$19 \times 19\frac{1}{4}$	$15 \times 19$	$14\frac{1}{2} \times 15$	$11\frac{1}{2} \times 14\frac{1}{2}$	„	„

#### 32 дюйм. валы (813 мм.).

Число обор. въ 1 мин.	40,2	40,2	40,2	40,2	50,7	нѣтъ
Ручья (дюйм.)	$11\frac{1}{2} \times 12$	$9\frac{5}{8} \times 11\frac{3}{4}$	$9\frac{1}{2} \times 9\frac{7}{8}$	$8 \times 9\frac{5}{8}$	$8 \times 8$	„
„ (2 серія).	$11\frac{1}{2} \times 12$	$9 \times 11\frac{1}{2}$	$9 \times 9\frac{1}{4}$	$7\frac{1}{2} \times 9\frac{1}{8}$	$7\frac{1}{2} \times 7\frac{1}{2}$	„



## 24 дюйм. валы (610 мм.).

Число обор. въ 1 мин.	20,34	24,68	28,47	37,76	44,43	56,8
Ручьи 1 серіи . . .	$8\frac{3}{8} \times 6\frac{1}{2}$	$6\frac{5}{8} \times 6\frac{5}{8}$	$7 \times 4\frac{5}{8}$	$5 \times 5$	$5\frac{3}{8} \times 3\frac{5}{8}$	$3\frac{7}{8} \times 3\frac{7}{8}$
„ 2 серіи . . .	$8 \times 8$	$8\frac{1}{8} \times 7\frac{5}{16}$	$8\frac{5}{8} \times 5\frac{1}{8}$	$6 \times 6$	$6\frac{1}{2} \times 4\frac{7}{16}$	$4\frac{5}{8} \times 4\frac{5}{8}$

## 18 дюйм. валы (457 мм.).

Числа обор. въ 1 мин.	39,33	48,29	66,36	81,86	108,29	132,52
Ручьи 1 серіи . . .	$4\frac{9}{16} \times 3\frac{9}{16}$	$3\frac{3}{8} \times 3\frac{3}{8}$	$3\frac{1}{8} \times 2\frac{11}{16}$	$2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{8}$	$2\frac{5}{8} \times 2$	$2 \times 2$
„ 2 серіи . . .	$3\frac{9}{16} \times 3\frac{1}{16}$	$3 \times 3$	$2\frac{3}{4} \times 2\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{4} \times 2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{8} \times 1\frac{11}{16}$	$1\frac{3}{4} \times 1\frac{3}{4}$

Въ станахъ Morgan'a прокатываемая полоса поелтъ 1-ой, 3-ей и 5-ой пары валовъ автоматически поворачивается на  $90^\circ$  съ помощью специальныхъ проводокъ.

Рельсопрокатный станъ. Онъ рассчитанъ на суточную производительность въ 4000 тоннъ и обслуживается, какъ и болваночный станъ, 12 вертикальными подогрѣвательными печами (колодцами) на 16 слитковъ по 3,6 тоннъ каждый (см. стр. 147).

Обжатіе слитка, сѣченіемъ  $20 \times 24$  д., въ готовый рельсъ производится въ 18 проходовъ, изъ которыхъ въ 9 слитокъ прокатывается въ болванку  $8 \times 8$  д. сѣченіемъ, а въ остальныхъ 9—болванка превращается въ рельсъ. Прилагаемая фигура 8 даетъ схему прокатки (на ней указаны діаметры и длина бочекъ валовъ); ручьи отъ 5 до 12 заточены въ валахъ trio, всѣ остальные валы работаютъ какъ duo. Въ табл. 1 текста указаны: форма ручьевъ этого стана, ихъ поперечное сѣченіе въ кв. см., вѣсъ 1 погон. метра полосы, уменьшеніе поперечнаго сѣченія, длина полосы въ мм. и расходъ энергіи при обжатіи полосы въ каждомъ ручьѣ въ лошади. силахъ.

Станъ приводится въ движеніе шестью электромоторами общей мощности въ 24000 HP: первыя 4 пары 2 эл. моторами по 2000 HP, (214 оборотовъ, причемъ валы дѣлають 6 оборотовъ и 10—последніе два). 5-й ставъ (trio)—эл. моторомъ въ 6000 HP, дѣлающимъ 75 оборотовъ (прямая передача); ставы: 6, 10 и 11 — однимъ моторомъ въ 6000 HP, (83 обор.), точно такъ же, какъ и ставы: 8, 9 и 12-тый (83 обор.); наконецъ, валы 7-ой пары работаютъ отъ отдѣльнаго эл. мот. въ 2000 HP, дѣлающаго 68 оборотовъ.

Прокатная фабрика занимаетъ площадь  $990 \times 76$  фут. и обслуживается 2-мя 50 тон. кранами. Моторы помѣщаются въ особой пристройкѣ, отдѣляющейся отъ прокатной кирпичной стѣной.

*М. П.*

**В. Wiley. Расходъ энергіи при прокаткѣ высокоуглеродистой стали на мелкосортномъ станѣ. (Gr. Age, July 1, 12—13).**

Станъ (d валковъ 225 мм.) имѣлъ 7 ставовъ: 6 валовъ trio и 1 пару отдѣлочныхъ; они приводятся въ движеніе ременной передачей отъ эл. мотора 2-хъ фазн. тока (60 період., 2200 в.), дѣлающаго 600 или 450 оборотовъ (станъ—въ 2 раза менше). Сталь катается съ содержаніемъ отъ 0,8 до 1,29% С., въ полосы легкаго развѣса ( $1\frac{3}{16} \times 1\frac{1}{32}$  и кругл.  $\frac{5}{16}$  дюйм.).

Было сдѣлано 8 наблюденій надъ расходомъ энергіи при прокаткѣ (въ



статьѣ сообщаются подлинныя діаграммы); результаты одного изъ нихъ приводимъ ниже:

Содержаніе углерода въ стали . . . . .	1,29%
Размѣръ и вѣсъ заготовки: сѣч. $1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4}$ д.; .	29 $\frac{1}{4}$ фунт. (рус.)
Размѣръ катаныхъ полосъ: сѣч. $1 \times 0,193$ д.; .	36 ф. длина
Число полосъ и вѣсъ прокатной стали: 1121 шт.	820 пуд.
Продолжительность работы прокатки . . . . .	408 мин.
Продолжительность потерянного времени . . . . .	126 мин.
Расходъ энергіи к. в. часовъ: всего . . . . .	1140
"    "    "    "    на холост. ходъ . . . . .	408
"    "    "    "    на 1 t продукта . . . . .	71,2

Авторъ отмѣчаетъ, что холостой ходъ поглощалъ значительную часть израсходованной энергіи потому, что треніе въ станѣ очень велико, что, въ свою очередь, вызывалось значительнымъ нажатіемъ валовъ (твердая сталь и, отсюда, прокатка при низкой температурѣ). М. П.

## Нагрѣвъ, сварка. Отжигъ, закалка, отпускъ.

### I. Бернацкій. Къ теоріи перекатныхъ печей въ прокатномъ дѣлѣ.

(Зап. Екатериносл. отд. И. Р. Т. О., 1909, ноябрь—дек., 498—502).

Въ технической литературѣ нѣтъ данныхъ для рациональнаго расчета перекатныхъ нагрѣвательныхъ печей, такъ какъ теорія работы этихъ печей совершенно неразработана металлургами. Это побудило автора сообщить нѣкоторые выводы изъ своихъ наблюдений,—въ видѣ прилагаемыхъ 2-хъ діаграммъ (фиг. 9) и расчета теплового баланса перекатной печи (2 случая). Изъ разсмотрѣнія діаграммъ авторъ дѣлаетъ слѣдующіе выводы:

1) Пониженіе температуры газовъ въ рабочемъ пространствѣ печи равно, приблизительно,  $82^\circ$  на погонный метръ длины пода;

2) для достиженія температуры въ  $300^\circ$  въ покидающихъ рабочее пространство продуктахъ горѣнія достаточно было удлинить подъ печей до 14 метр. <sup>1)</sup>;

3) въ удлиненной печи разность температуръ газовъ и нагрѣваемаго желѣза меньше, что влечетъ за собой болѣе равномерный нагрѣвъ и уменьшеніе угара;

4) производительность печи возрастаетъ пропорціонально удлинению пода.

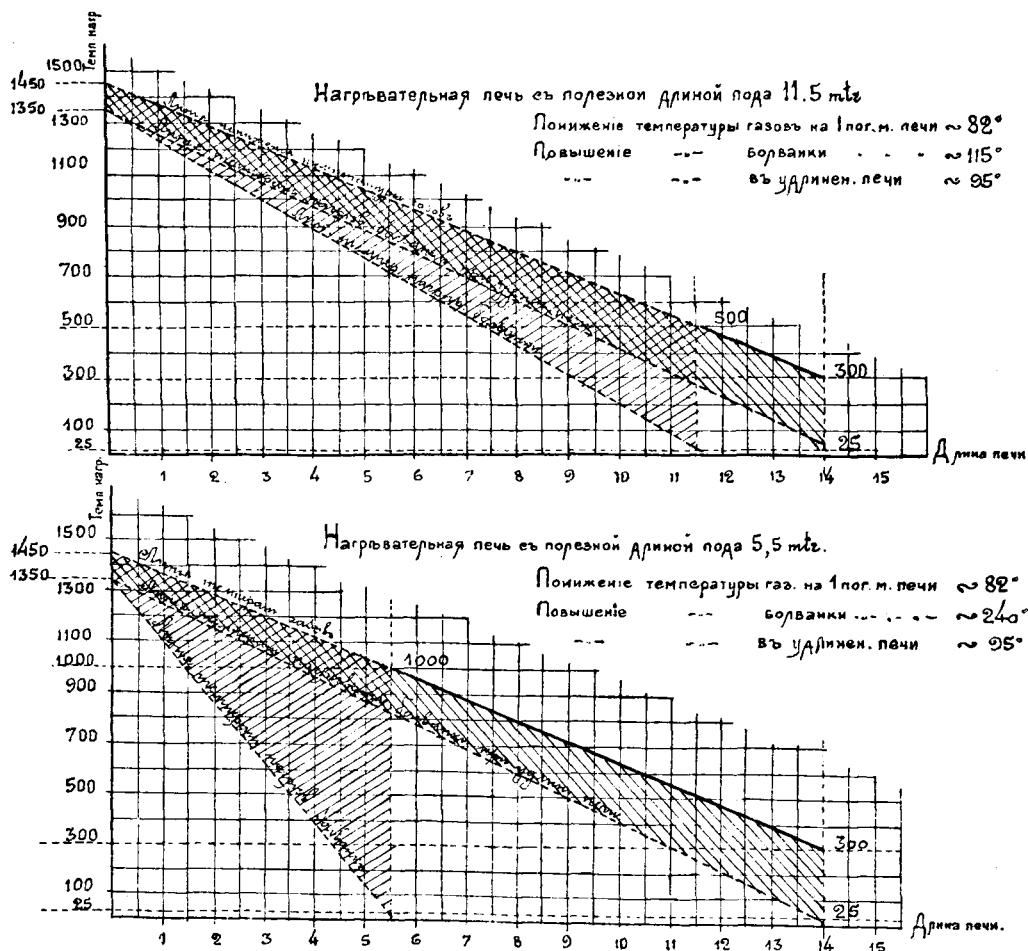
Что касается балансовъ тепла, то мы приводимъ здѣсь одинъ, въ нѣсколько измѣненномъ видѣ. Данныя для составленія его слѣдующія: производительность печи—2606 пуд. въ 12 часовъ (слитки въ 50 пуд.), расходъ угля, — съ теплопроизводительной способностью 7000 кал. и содержаніемъ золы въ  $10\%$ ,— $7,8\%$ ; потеря угля чрезъ колосники  $5\%$  всего его расхода;

<sup>1)</sup> Выводъ, очевидно, основанъ на предположеніи, что печь сохраняетъ не только тоже поперечное сѣченіе, но и тотъ же расходъ горячаго въ единицу времени.

расходъ воздуха—двойной противъ теоретическаго количества; половина его (дополнительный подводъ) подогревалась до  $125^{\circ}$  въ рекуператорахъ при печи.

Печь, къ которой относится расчетъ, имѣла подѣ 11,5 м. длины и 2,6 м. ширины; площадь колосниковой рѣшетки была 2,1 кв. м. <sup>1)</sup>

Коэффициентъ полезнаго дѣйствія тепла въ рабочемъ пространствѣ печи получился весьма высокимъ, что, отчасти, объясняется хорошей производительностью печи и очень малымъ, потому, относительнымъ расходомъ горю-



Фиг. 9.

чаго; отчасти же—тѣмъ, что количество дымовыхъ газовъ,—отъ засасывающаго наружнаго воздуха чрезъ многочисленныя рабочія отверстія,—принято меньшимъ, чѣмъ могло быть въ дѣйствительности. Для правильнаго учета избытка воздуха необходимъ анализъ продуктовъ горѣнія; его, повидимому, не было сдѣлано.

<sup>1)</sup> Реферируемая замѣтка, въ видѣ отдѣльнаго оттиска, прислана въ редакцію для отзыва; онъ данъ далѣе въ библиографическомъ отдѣлѣ журнала.

ПРИХОДЪ ТЕПЛА.	Колич. кгр.	Темпе- ратура.	Тепло- емкость.	Калорій.	°/°/°
Отъ горѣнія угля. . . . .	266 <sup>1)</sup>	—	—	1862000	—
„ дополнительнаго воздуха	2940	125	0,238	88200	—
Итого въ приходѣ. . .				1950200	100
РАСХОДЪ ТЕПЛА.					
Желѣзо уносить . . . . .	3430 <sup>2)</sup>	1350	0,167 <sup>3)</sup>	773300	39,65
Дымовые газы уносятъ . . .	6140	500	0,24	736800	37,78
Расплавленный шлакъ уносить	260	1400	0,25	103600	5,31
Зола и негор. уголь уносятъ	40	500	0,25	5000	0,26
На потери лучеиспускаемъ и охлажденіемъ стѣнъ печи воздухомъ остается . . . .	—	—	—	331500	17,00
Балансъ . . .				1950200	100,00

*М. П.*

#### *H. Rinne.* Автогенная сварка. (Stahl und Eisen, 1909, 1814).

Авторъ сообщаетъ результаты опытовъ, произведенныхъ на заводѣ Schulz Knaudt'a въ Эссенѣ, которые рѣшительно говоритъ въ пользу автогенной сварки. Особенностью автогенной сварки и, вмѣстѣ съ тѣмъ, выгодной стороной ея является возможность полученія утолщеннаго шва, тогда какъ при обыкновенной кузнечной сваркѣ и при сваркѣ водянымъ газомъ шовъ получается болѣе тонкій, чѣмъ свариваемыя стѣнки.

Благодаря этой особенноти автогенной сварки, обычное механическое испытаніе на разрывъ сваренныхъ образцовъ не даетъ правильнаго представленія о дѣйствительной механической устойчивости свареннаго желѣза. Для механическаго испытанія утолщеніе нива обтачивается, поэтому разрывъ происходитъ всегда по мѣсту сварки; въ этомъ случаѣ получается пониженное сопротивленіе разрыву и очень малое удлиненіе. Правильнѣе было бы производить испытаніе на разрывъ необточенныхъ образцовъ; и, еще лучше,—производить испытаніе самыхъ сваренныхъ издѣлій.

Изъ котельнаго желѣза въ 15 мм. толщ. былъ приготовленъ автогенной сваркой котелъ (діам. 1200 мм., длина цилиндрической части—1500 мм.) съ выпуклыми днищами, причемъ получилось три шва, — одинъ продольный и два поперечныхъ. Котелъ былъ наполненъ водой, давленіе которой было доведено постепенно до 91,5 кгр. кв. см. Несмотря на то, что окружность котла въ средней части увеличилась на 6,3%, — никакихъ поврежденій въ немъ не было обнаружено.

Изъ котла послѣ опыта были вырѣзаны, какъ въ мѣстахъ сварки, такъ и въ свѣжихъ мѣстахъ образцы для испытаній на разрывъ; сваренные образцы подвергались испытанію на разрывъ, какъ въ не обточенномъ, такъ и въ обточенномъ видѣ.

<sup>1)</sup> Сгорѣло угля 280—14=266 кгр. *М. П.*

<sup>2)</sup> Если считать теплоту, уносимую шлакомъ, какъ дѣлаетъ авторъ (прибавлено 50 кал. на 1 кгр. скрытой теплоты плавленія), то нужно соотвѣтственно уменьшить колич. желѣза, т. е. считать выданное, а не посаженное. *М. П.*

<sup>3)</sup> Теплоемкость желѣза отъ 0° до 1350° по Oberhoffer'у, — цифра, въ 1½ раза большая, чѣмъ принятая авторомъ. *М. П.*

	Разрыв. ус.	Удли.
Образцы изъ свѣжихъ мѣсть дали: . . . . .	39 кгр. 1 кв. мм.	29 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Сваренные образцы необточенные . . . . .	37 " " "	17 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Сваренные образцы обточенные, разорваннiеся по мѣсту сварки . . . . .	36 " " "	10 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Сваренные образцы обточенные, разорваннiеся не по мѣсту сварки. . . . .	37 " " "	20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Изъ этихъ цифръ видно, что, во-первыхъ, испытанiе котла давлениемъ отразилось болѣе всего на мѣстахъ сварки и что, во-вторыхъ, обточенные и необточенные образцы показываютъ значительную разницу механическихъ свойствъ. Правда, эта равница получается только тогда, когда разрывъ происходитъ по мѣсту сварки; если же разрывъ происходитъ не по мѣсту сварки, то разницы между обточенными и необточенными образцами не наблюдается, какъ видно изъ вышеприведенныхъ цифръ.

Это подтверждаютъ также механичеснiя испытанiя сваренныхъ желѣзныхъ листовъ (10, 13, 16, 19 и 22 мм. толщ.): обточенные и необточенные сваренные образцы даютъ совершенно одинаковыя механичеснiя свойства, если только разрывъ происходитъ не по мѣсту сварки.

Въ заключенiе авторъ полемизируетъ съ Diegel'емъ, который на основанiи собственныхъ опытовъ (St. & E., 1909, 776) считаетъ автогенную сварку далеко несовершенной.

Авторъ полагаетъ, что сварка въ опытахъ Diegel'я была произведена неправильно, такъ какъ получался шовъ не утолщенный, а утонченный; кромѣ того, — сварка производилась безъ особой тщательности.

Авторъ не соглашается съ мнѣнiемъ Diegel'я, что автогеннымъ методомъ можно сваривать желѣзо не толще 8—10 мм.: на заводѣ Knautd't'a производилась сварка желѣза въ 30 мм. толщ., а въ одномъ случаѣ была произведена сварка стѣнокъ толщиной въ 105 мм.

По мнѣнiю автора, пережога стали на мѣстѣ сварки не слѣдуетъ опасаться, такъ какъ горѣлки обыкновенно даютъ пламя съ избыткомъ  $C_2H_2$  или  $H_2$ , слѣдовательно, — возстановительное; да и регулированiе пламени, особенно ацетиленоваго, производится очень легко, тѣмъ болѣе, что рабочему приходится сосредоточивать вниманiе только на небольшомъ участкѣ свариваемаго мѣста.

М. О.

#### G. Waterhouse. Температура отжига стального литья. (Foundry, Sept., 39).

Опредѣленiе подходящей температуры для отжига стального литья имѣетъ существенное значенiе для производства литья наилучшихъ качествъ. Немало изслѣдованiй было произведено съ цѣлью точнѣе опредѣлить температуру, при которой исправляется крупно-зернистое строенiе пережженной стали, но до послѣдняго времени не было данныхъ для сужденiя о томъ, при какой температурѣ мѣняется крупнокристаллическое строенiе, прибрѣтаемое сталью при охлажденiи изъ жидкаго состоянiя. Авторъ, основываясь на результатахъ изслѣдованiй H. Howe, Dr. Campbell и W. Koken, доложенныхъ послѣднему митингу америк. о-ва испытанiя матеріаловъ, обращаетъ вниманiе техниковъ на то обстоятельство, что, въ то время какъ перегрѣвъ стали исправляется

между 804° и 840°,— крупнокристаллическое строение стали, приобретенное при переходѣ изъ жидкаго состоянія, мѣняется лишь между 1180° и 1194° и что, поэтому, *отжигъ литья* долженъ производиться *при болѣе высокихъ температурахъ*, чѣмъ до сихъ поръ это считалось нужнымъ дѣлать.

М. П.

### Цементация (прямая и обратная).

*J. Olsen* и *J. Weisenback*. **О цементации газами** (Amer. Machinist, Aug. 14, 1916—158).

Авторы даютъ обстоятельный обзоръ того, что извѣстно по настоящее время о процессѣ, такъ называемой, „поверхностной“ цементации, имѣющей цѣлью сообщить твердую оболочку для издѣлій изъ мягкаго литого металла и находящемъ себѣ въ настоящее время весьма широкое примѣненіе; въ концѣ своего сообщенія (долженнаго амер. о-ву инженеровъ-химиковъ) они даютъ результаты своихъ опытовъ надъ обуглероживающей способностью газовъ: окиси углерода, метана, свѣтильнаго газа, ацетилена и смѣсью этихъ газовъ съ амміакомъ. Табличка результатовъ прилагается здѣсь.

	Качество газа.	Глубина слоя.	Содерж. С.
Свѣтильный, съ примѣсью	2,3 <sup>0</sup> / <sub>10</sub> NH <sub>3</sub> . . . . .	0,1 м.м.	0,57 <sup>0</sup> / <sub>10</sub>
„ „	4,8 „ „ . . . . .	0,2 „	0,66 „
„ „	11,4 „ „ . . . . .	0,2 „	0,91 „
„	безъ примѣси NH <sub>3</sub> . . . . .	нѣтъ	нѣтъ
Окись углерода съ примѣсью	11,4 <sup>0</sup> / <sub>10</sub> NH <sub>3</sub> . . . . .	0,4 „	1,45 „
„ „	безъ „ „ . . . . .	0,4 „	1,36 „
Ацетиленъ съ	11,4 <sup>0</sup> / <sub>10</sub> NH <sub>3</sub> . . . . .	0,3 „	0,98 „
„	безъ „ „ . . . . .	не могло быть опред.	0,41 „
Метанъ съ	11,4 <sup>0</sup> / <sub>10</sub> „ . . . . .	„ „ „ „	0,32 „
„	безъ „ „ . . . . .	„ „ „ „	0,26 „

Въ поясненіе къ ней нужно указать, что цементация подвергалось шведское желѣзо въ прутьяхъ  $\frac{3}{8}$  д. діам. и 6 д. длины; процессъ продолжался 4 часа при тѣхъ опытахъ, результаты которыхъ приведены здѣсь; температура цементации была все время 815° С; толщина цементированнаго слоя опредѣлялась съ помощью микроскопа. Цѣлью прибавленія амміака было провѣрить мнѣніе практиковъ, что этотъ газъ ускоряетъ процессъ цементации. Какъ видно изъ таблицы, онъ не оказываетъ замѣтно вліянія на цементацию окисью углерода, послѣдняя изъ всѣхъ изученныхъ газовъ является наиболѣе энергичнымъ дѣятелемъ цементации; за ней идутъ: ацетиленъ и метанъ, что же касается свѣтильнаго газа, то, въ виду переменнаго состава, его трудно сравнивать съ другими химически-однородными газами. Примѣсь амміака, дѣйствительно, ускоряетъ ходъ цементации. Количество поглощаемаго желѣзомъ углерода пропорціонально времени,—по крайней мѣрѣ, въ теченіе 4 часовъ.

М. П.

*L. Guillet* и *Ch. Griffith*. **О цементации углемъ.** (Revue de Métallurgie, 1909, 1013).

Несмотря на значительное число работъ по цементации желѣза углемъ (*Margueritte, Caron, Roberts—Austen, Hampel, Charpy, Guillet*), остается не-

выясненнымъ вопросъ, способенъ ли химически-чистый уголь производить цементацию желѣза.

Большинство авторовъ даетъ положительный отвѣтъ на этотъ вопросъ, но постановка ихъ опытовъ не даетъ увѣренности, что изъ цементируемаго и цементирующаго веществъ были удалены всѣ газы, которые могли производить цементацию; другіе изслѣдователи (Caron, Guillet) даютъ отрицательный отвѣтъ, но нѣтъ увѣренности, что цементирующее вещество при ихъ опытахъ приходило въ достаточно тѣсное соприкосновеніе съ цементируемымъ желѣзомъ.

Поэтому, авторы произвели опыты цементациі желѣза чистымъ углемъ въ такихъ условіяхъ, чтобы не оставалось никакихъ сомнѣній, что всѣ газы, заключающіеся въ желѣзѣ и углѣ, совершенно удалены и что желѣзо и уголь находятся во время опыта въ тѣсномъ соприкосновеніи.

Желѣзо для опытовъ бралось самое мягкое (0,80%, 0,05% и 0,1% С.), причемъ оно, предварительно, нагрѣвалось до т-ры около 850°. Уголь готовился изъ сахара, очищался хлоромъ при 1000° и затѣмъ нагрѣвался до этой же т-ры въ пустотѣ.

Для опытовъ желѣзо и уголь помѣщались въ длинную фарфоровую трубку, соединенную съ одной стороны съ ртутнымъ насосомъ, съ другой — съ манометромъ; она нагрѣвалась въ газовой печи до 450°—500°, причемъ изъ нея выкачивался воздухъ; при 800° производилось окончательное удаленіе выдѣлявшихся газовъ; затѣмъ, т-ра поднималась до 1000° и оставалась постоянной (колеб.  $\pm 10^\circ$ ) въ продолженіе опыта (5—6 часовъ). Изслѣдованіе подвергнутыхъ цементациі образцовъ производилось химическимъ и микроскопическимъ методами.

Первые опыты цементациі производились съ матеріалами, предварительно прокаленными, но хранившимися въ лабораторіи въ теченіе нѣсколькихъ дней; при этихъ опытахъ всегда замѣчалось выдѣленіе газовъ при 800°, а въ желѣзѣ были замѣтны слѣды цементациі: до опыта: С—0,05%, послѣ опыта—С—0,18%; кромѣ того, — ясно было замѣтно увеличеніе количества перлита.

Когда авторы въ слѣдующихъ опытахъ стали употреблять матеріалы свѣже-прокаленные въ пустотѣ, то выдѣленія газовъ при 800° уже не было и цементациа совсѣмъ не шла (до опыта: С—0,05%, послѣ опыта: С—0,05%).

Не наблюдалось также слѣдовъ цементациі и въ томъ случаѣ, когда въ трубку помѣщались двѣ наложенныя другъ на друга пластинки съ углемъ между ними; давленіе верхней пластинки на нижнюю, очевидно, было недостаточно для цементациі.

Чтобы производить цементацию подъ нѣкоторымъ давленіемъ, авторы воспользовались стальной закрытой съ одного конца трубкой, въ которую по внутренней винтовой нарѣзкѣ ввинчивается стальной стержень. Въ закрытомъ концѣ трубки имѣется отверстіе для удаленія изъ нея воздуха. Желѣзо бралось въ видѣ стержней, какъ разъ входившихъ въ трубку.

Передъ опытомъ приборъ и матеріалы прокаливались въ пустотѣ затѣмъ, — по охлажденіи, — на дно трубки помѣщались послѣдовательно три пластинки (1, 2, 3), слой угля, пластинка (4), слой угля и опять три пластинки

(5, 6 и 7). Затѣмъ, стальной стержень ввинчивался въ трубку, производилъ давленіе на пластинки, и весь приборъ нагрѣвался въ пустотѣ при  $1000^{\circ}$ .

При слабомъ надавливаніи винта на пластинки онѣ цементовались очень слабо: до опыта:  $C=0,08\%$ , послѣ опыта:  $C=0,15\%$ .

Когда же стержень былъ ввинченъ очень сильно, то цементация происходила гораздо энергичнѣй:

въ пластинкѣ (4)	до опыта: $C=0,08\%$	послѣ опыта: $C=0,32\%$
въ пластинкахъ (3 и 5)	„ „ „ $0,08\%$	„ „ „ $0,15\%$
„ „ (1, 2, 6 и 7)	„ „ „ $0,08\%$	„ „ „ $0,10\%$

Авторы приходятъ къ заключенію, что чистый уголь въ безвоздушномъ пространствѣ не цементуетъ желѣза, если только нѣтъ тѣснаго соприкосновенія между ними. Чѣмъ тѣснѣе соприкосновеніе, тѣмъ энергичнѣй идетъ цементация.

М. О.

*Проф. Rodolfo Namias. О ковкомъ чугунѣ (Engineering, 1909 г., Nov. 12, 669).*

Какъ извѣстно, ковкій чугунъ получается при нагрѣваніи бѣлаго чугуна въ присутствіи окислителей. Физическія превращенія бѣлаго чугуна въ этомъ процессѣ играютъ огромную роль. Металлографическое изслѣдованіе ковкаго чугуна обнаруживаетъ въ немъ, въ противоположность бѣлому, присутствіе графита, но не въ видѣ относительно большихъ включеній, нарушающихъ однородность матеріала, какъ въ сѣромъ чугунѣ, а въ мелкодробленномъ состояніи, среди участковъ феррита и перлита. Конечно, такое физическое измѣненіе чугуна имѣетъ большое значеніе, но отрицать какія бы то ни было химическія превращенія, претерпѣваемые бѣлымъ чугуномъ при превращеніи его въ ковкій, какъ это нѣкоторыя дѣлаютъ, глубоко ошибочно.

Въ качествѣ примѣра хорошаго ковкаго чугуна, можно привести чугунъ одной нѣмецкой фирмы, специализировавшейся на изготовленіе мелкихъ машинныхъ частей изъ этого матеріала, имѣющей слѣдующій хим. составъ:

Si	C	Mn	P	S
0,31	0,29	0,54	1,08 i	0,102%

Бѣлый чугунъ, какъ матеріалъ для производства ковкихъ издѣлій, долженъ удовлетворять нѣкоторымъ специальнымъ условіямъ, благодаря которымъ облегчалось бы удаленіе тѣхъ примѣсей, которыя уменьшаютъ или уничтожаютъ ковкость.

Авторъ ознакомился съ этимъ родомъ производства на нѣсколькихъ итальянскихъ заводахъ и собралъ много аналитическихъ данныхъ, характеризующихъ какъ составъ исходнаго и конечнаго продуктовъ, такъ и роль различныхъ окислителей.

Составъ чугуна долженъ удовлетворять двумъ условіямъ: съ одной стороны, чугунъ долженъ быть пригоденъ для мелкихъ отливокъ, а съ другой,— долженъ удовлетворять условіямъ передѣла. Чугуномъ, подходящимъ для превращенія его въ ковкій продуктъ, является бѣлый чугунъ съ сравнительно низкимъ содержащемъ Si и Mn; S и P, въ количествѣ совершенно недопустимомъ для стали, и мягкаго желѣза, мало вліяютъ на качества ковкаго чугуна. Авторъ находилъ эти два элемента въ сравнительно большихъ

количествахъ, напр., рекомендуемый одной Миланской фирмой материалъ для передѣла на ковкій чугуны, имѣлъ слѣдующій составъ:

C	Si	Mn	P	S
2,3	2,15	0,62	0,085	0,14%

Этотъ чугуны, послѣ переплавки съ соответствующими добавками, даетъ мелкія отливки, очень удобныя для передѣла, особенно,—если остываше ихъ шло очень быстро. Тѣмъ не менѣе, результаты получаются еще лучше, если первоначально взятый чугуны содержитъ меньше кремнія. Авторъ рекомендуетъ чугуны слѣдующаго состава:

C	Si	Mn	P	S
3,1	0,37	0,68	0,194	0,081.

Небольшой избытокъ кремнія сверхъ 0,5% всегда желателенъ, такъ какъ при этомъ легче совершается переходъ связаннаго углерода въ свободный графитъ въ мелко раздробленномъ состояніи, но, съ другой стороны,—избытокъ Si уменьшаетъ ковкость продукта. Правда, съ поверхности кремній можно еще удалить въ весьма значительныхъ количествахъ, удаленіе же Si изъ внутреннихъ частей отливокъ совершенно невозможно.

Въ боръ о к и с л и т е л я имѣетъ большое значеніе; авторъ рекомендуетъ желѣзную руду (съ желѣзомъ въ видѣ  $Fe_2O_3$ ) въ смѣси съ кварцевымъ пескомъ; смѣсь эта въ настоящее время въ ходу на многихъ заводахъ. Прибавленіе инертнаго вещества къ окиси желѣза необходимо, такъ какъ безъ него химическое воздѣйствіе окислителя будетъ слишкомъ энергично и быстро; въ послѣднемъ случаѣ химическія превращенія будутъ идти быстрѣе физическихъ и поверхность отливки сильно окислится. Добавленіе кварцеваго песка имѣетъ ту невыгоду, что происходитъ частичное ошлакованіе окисловъ желѣза, причемъ получается плотная масса, крѣпко пристающая къ литью и портящая его.

Авторъ считаетъ, что замѣна кварцеваго песка въ окислительной смѣси известью можетъ дать очень хорошіе результаты, съ одной стороны—потому, что ошлакованіе будетъ затруднено, а съ другой, — потому, что примѣненіе извести позволить въ большихъ количествахъ удалить нѣкоторыя примѣси желѣза, а именно: Si и S. Слѣдующая табличка резюмируетъ результаты опытовъ, поставленныхъ авторомъ, при примѣненіи довольно кремнистаго чугуна и двухъ смѣсей, изъ которыхъ одна состояла изъ 50% оолитоваго краснаго желѣзняка (90%  $Fe_2O_3$ ) и 50% извести, а другая—изъ 50% кварцеваго песка и 50% той же руды. Чугуны были взяты со значительнымъ содержаниемъ Si для того, чтобы возможно рѣзче выразилась разница въ выгораніи этого элемента.

	C	Si	Mn	P	S
Чугуны для литья. . . . .	3,12	1,80	0,34	0,059	0,053
Ковкій чугуны, полученный при примѣненіи руды съ пескомъ. . .	0,86	0,39	0,35	0,052	0,038
Ковкій чугуны, полученный при примѣненіи руды съ известью . .	0,49	0,30	0,30	0,050	0,028
Тоже, послѣ болѣе продолжительнаго нагрѣванія . . . . .	0,07	0,03	0,20	0,040	0,033



Эти данные доказываютъ, что, при одинаковыхъ условіяхъ, дѣйствіе окислительной смѣси, содержащей известь, энергичнѣе, чѣмъ дѣйствіе смѣси, содержащей кварцевый песокъ. При удлиненіи процесса передѣла—что совершенно невозможно со смѣсью, содержащей кремнеземъ, вслѣдствіе шлакованія—возможно почти полное удаленіе Si и C. Правда, при послѣднемъ экспериментѣ, поверхность образца сильно пострадала, но она пострадала бы еще сильнѣе, если бы образецъ то же самое время подвергался дѣйствію смѣси, содержащей кремнеземъ. Опыты автора доказали, что можно удалить Si и C этимъ способомъ, практически говоря, сполна, но что, съ другой стороны, содержаніе S и P въ продуктѣ остается прежнимъ.

Одна изъ итальянскихъ фирмъ, послѣ долгихъ опытовъ полученіи хорошаго ковкаго чугуна, остановилась на смѣси изъ желѣзныхъ опилокъ и окалины, слѣдующаго состава:

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Mп	C
50,0	40,6	5,0	с	л	ѣ	д	ы
						3,2	0,3%

(Авторъ приводитъ анализъ въ такой формѣ, хотя въ смѣси находится и Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, но опредѣленія FeO не было сдѣлано).

Присутствіе металлическаго желѣза имѣетъ ту выгоду, что, съ одной стороны, оно замедляетъ химическій процессъ окисленія, а съ другой, — окислительная масса сохраняетъ свою пористость, что предохраняетъ поверхность отливки отъ разѣдаанія. Цѣлый рядъ опытовъ доказалъ съ очевидностью, что настоящая смѣсь является лучшей изъ предложенныхъ до сихъ поръ.

Ковкій чугунъ, получившійся изъ чугуна того же состава, что и приведенный раньше (предъидущій опытъ), отъ примѣненія этой смѣси оказался содержащимъ:

C	Si	Mn	P	S
0,80%	0,47%	0,59%	0,058%	0,155%
0,36 „	1,22 „	0,63 „	0,101 „	0,133 „

При обработкѣ очень мелкихъ отливокъ, когда окисленіе идетъ по всей массѣ образца, ковкій чугунъ получился слѣдующаго состава:

C	Si	Mn	P	S
0,28%	0,062%	0,62%	0,100%	0,133%

Проба, взятая на глубинѣ 1—2 сант. отъ поверхности большой отливки, дала слѣдующіе результаты.

C графит.	C связ.	Si	Mn	P	S
1,36%	0,35%	1,59%	0,61%	0,103%	0,148%

Сравненіе этихъ данныхъ доказываетъ, что,—какая бы окислительная смѣсь ни примѣнялась, — окисляются лишь Si и C.

По сравненію съ предыдущей, послѣдняя смѣсь, въ общемъ, дѣйствуетъ слабѣе. Наконецъ, степень выгоранія Si и C быстро падаетъ съ увеличеніемъ толщины обрабатываемаго предмета.

Далѣе авторъ поставилъ серію опытовъ, примѣняя въ качествѣ окислителя смѣсь окиси желѣза и извести или магнезіи, въ атмосферѣ угле-

кислоты. Теоретически, окислительное дѣйствіе  $\text{CO}_2$  при температурѣ печи должно облегчить выгораніе углерода согласно уравненію:  $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ .

Окись углерода, дѣйствуя на окись желѣза, даетъ снова  $\text{CO}_2$ . Небольшое количество  $\text{CO}_2$  образуется также непосредственно, благодаря дѣйствію  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  на углеродъ чугуна. Цѣлью автора и было увеличеніе количества реагирующей  $\text{CO}_2$ , чего онъ достигъ прибавленіемъ къ окислительной смѣси графита и антрацита въ мелкихъ кускахъ. При такомъ добавленіи углерода вокругъ обрабатываемой вещи получается атмосфера изъ  $\text{CO}_2$ , дѣйствіе которой должно быть сильнѣе дѣйствія поронковатой смѣси и распространяться должно глубже. Смѣсь, которая дала лучшіе результаты, состояла изъ 1000 гр.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 50 гр. графита и 150 гр. магнезні.

Дѣйствіе ея было почти такое же, какъ и смѣси изъ желѣзныхъ опилокъ съ окалиной, преимущество же передъ послѣдней заключается въ простотѣ приготовленія (на нѣкоторыхъ заводахъ трудно получить достаточное количество окалины).

Устройство печи, примѣняемой для нагрѣва отливокъ, имѣетъ большое значеніе на результатъ работы: повышеніе температуры въ ней должно быть по возможности равномернымъ и легко регулируемымъ.

Производство издѣлій изъ ковкаго чугуна значительно облегчается на тѣхъ заводахъ, гдѣ примѣняется бессемерованіе, такъ какъ годный для передѣла металлъ можетъ быть удобно получаемъ предварительной продувкой бессемеровскаго чугуна въ конвертерѣ.

*Б. С.*

*W. Hadfield.* Физико-химическія явленія обезуглероживанія желѣзо-углеродистыхъ сплавовъ (*Journ. Iron & Steel Inst.*, 1909, I, 242—260).

Докладъ *W. Hadfield*'а обществу желѣза и стали содержитъ въ себѣ изложеніе результатовъ спеціальнаго изслѣдованія, предпринятаго для доказательства ложности заключенія *Wüst*'а, нанедевшихъ себѣ поддержку среди нѣкоторыхъ нѣмецкихъ металлурговъ, о выгораніи углерода въ состояніи графитовиднаго углерода отжига при процессѣ полученія ковкаго чугуна. Придерживаясь мнѣнія, раздѣлявшагося до послѣдняго времени всѣми металлургами, что для выгоранія углерода вовсе не требуется выдѣленія его въ состояніи углерода отжига и что, наоборотъ, послѣдній прежде выгоранія долженъ раствориться въ желѣзѣ, докладчикъ поставилъ 2 ряда опытовъ, имѣвшихъ цѣлью дать прямой и безонибочный отвѣтъ на спорный вопросъ.

1) Въ обыкновенную цементационную печь были положены, въ 3-хъ горникахъ, образцы цементной стали съ содержаніемъ 1,64% С, окруженные древеснымъ углемъ, пескомъ и желѣзной рудой (краснымъ желѣзнякомъ). Термопара, расположенная въ пространствѣ между горниками, указывала температуру во все время продолженія процесса полученія ковкаго чугуна (240 часовъ). Углеродъ находился въ стали исключительно въ химически-соединенномъ состояніи (цементитѣ).

Черезъ 110 часовъ отъ начала нагрѣванія сталь достигла температуры 960°, которая поддерживалась 50 часовъ, послѣ чего загруженные образцы вмѣстѣ съ печью охлаждались въ теченіе 80 часовъ.

При изслѣдованіи образцовъ оказалось, что содержаніе С въ первомъ изъ нихъ (въ углѣ) не измѣнилось, во второмъ (въ пескѣ) понизилось до 0,75%, а въ третьемъ донло до 0,15%. Но въ какомъ состояніи выгоралъ углеродъ? Такъ какъ въ первыхъ двухъ образцахъ химическій и микроскопическій анализъ не обнаружилъ и слѣдовъ углерода отжига, то выгоралъ углеродъ, *растворившійся въ желѣзъ* послѣ разложенія цементита.

2) Образцы бѣлаго чугуна, содержащаго 3,5% С въ видѣ цементита исключительно, были подвергнуты обычному процессу обезуглероживанія съ помощью желѣзной руды, но вынимались изъ печи въ разное время, — какъ въ періодъ ея нагрѣванія, такъ и въ періодъ охлажденія. Первые 4 образца, — взятые: чрезъ 51 часъ ( $t=750^\circ$ ), 65 час. ( $830^\circ$ ), 80 час. ( $910^\circ$ ) и 92 часа ( $990^\circ$ ) отъ начала нагрѣванія, — обнаружили одно и то же строеніе: оболочку феррита, постепенно утолщающуюся по мѣрѣ хода процесса; промежуточный слой перлита и ядро цементита, постепенно сокращающееся отъ окисленія углерода. Только въ образцѣ, взятомъ чрезъ 105 часовъ ( $960^\circ$ ), изъ остывающей уже печи, появляются первые признаки присутствія углерода отжига. Въ образцѣ, взятомъ чрезъ 220 часовъ, послѣ того какъ печь остыла до  $600^\circ$ , определено: 1,1% углерода отжига и 0,65% раствореннаго въ желѣзѣ углерода; микроскопическій анализъ обнаружилъ перлитовое ядро, съ вѣдреннымъ углеродомъ отжига, и хороню развитую оболочку феррита, — т. е., обыкновенное строеніе ковкаго чугуна.

Авторъ дѣлаетъ, основываясь на результатахъ этого опыта, слѣдующее заключеніе: выгораніе углерода и выдѣленіе углерода отжига — *два различные процесса*, идущіе независимо другъ отъ друга, причемъ развитіе перваго предшествуетъ во времени второму.

Съ этимъ заключеніемъ согласились всѣ, принявпіе участіе въ обсужденіи доклада, причемъ проф. *Turner* подкрѣпилъ выводы докладчика соображеніемъ теоретическаго характера, указавъ на то, что при раствореніи углерода въ желѣзѣ поглощается тепло, поэтому горѣніе раствореннаго углерода сопровождается большимъ тепловымъ эффектомъ, чѣмъ горѣніе свободнаго углерода и, потому, должно начинаться раньне (т. е. при болѣе низкой температурѣ).

М. П.

### Перековка металловъ.

*O. Simmersbach*. Литейный коксъ. (St. & E., 1909, 1551—1557).

Профессоръ *Wüst*, изслѣдуя составъ различныхъ сортовъ вестфальскаго кокса, — доменнаго и литейнаго, — получилъ слѣдующіе результаты:

Коксъ одного происхожденія.

Анализъ.	Лит. коксъ. %	Дом. коксъ. %	Разность.
Золы . . .	9,85	8,95	+ 0,90
Сѣры . . .	1,11	1,06	+ 0,06
Углерода . .	86,22	87,06	— 0,44

Коксъ одного происхожденія, высокаго достоинства.

Зола . . .	9,13	6,74	+ 2,13
Сѣры . . .	1,32	1,11	+ 0,21
Углерода . .	85,30	87,80	— 2,50

Коксъ разнаго происхожденія, высшій сортъ.

Зола . . .	13,07	7,30	+ 5,77
Сѣры . . .	1,58	0,77	+ 0,81
Углерода . .	83,35	89,66	— 6,31

Изъ нихъ можно сдѣлать нѣсколько неожиданный выводъ: несмотря на болѣе высокую цѣну литейнаго кокса на рынкѣ, онъ по качеству оказывается ниже болѣе дешеваго доменнаго. Это объясняется пріемкой литейнаго кокса *по наружному виду*.

Хорошій литейный коксъ, по мнѣнiю автора, долженъ быть *возможно болѣе плотнымъ*; такъ какъ объемъ поръ въ коксѣ колеблется, вообще, отъ 25% до 50%, то для литейнаго кокса слѣдуетъ требовать *не болѣе 40% поръ* и, чѣмъ менѣе ихъ будетъ, тѣмъ лучше.

*Удельный вѣсъ* его не долженъ быть ниже 1,8.

*Содержанiе зола* должно быть возможно меньше, но заслуживаетъ вниманiя и плавкость ея или количество флюса, необходимое для оплакованiя зола. Напр., коксъ съ 8% зола и 88% углерода можетъ быть равноцѣненъ, въ случаѣ не самоплавкой зола, коксу съ 12% зола самоплавкой, содержащему лишь 84% углерода.

Для уменьшенiя содержанiя *влаги* слѣдуетъ отдавать преимущество коксу, получаемому въ печахъ *безъ рекуперации и изъ прессованнаго* угля, какъ менѣе способному поглощать воду.

*Содержанiе сѣры* не должно, обычно, превосходить 1%; только въ исключительныхъ случаяхъ можно допускать 1,25% ея и, даже, —1,5%.

Авторъ критикуетъ установленныя комиссiей при Обществѣ нѣмецкихъ металлурговъ нормы для литейнаго кокса Рурскаго бассейна, указанныя ниже:

	I сортъ.	II сортъ.
Влаги . . . . .	5%	5%
Зола . . . . .	8 "	9 "
Сѣры . . . . .	1 "	1,25 "

и находитъ допускаемое содержанiе примѣсей слишкомъ высокимъ. Англiйскiе сорта литейнаго кокса гораздо выше, какъ видно изъ нижеслѣдующаго:

	C	Зола.	S	Лег. вѣщ.	Уд. вѣсъ.	Порист.
Ланкаширъ . . . .	92,57	6,53	0,58	0,32	1,827	40,0%
Уэльсъ . . . . .	93,16	5,76	0,46	0,46	1,760	49,8 "

Въ заключенiе, авторъ призываетъ специалистовъ литейнаго дѣла отказаться отъ привычки судить о качествѣ принимаемаго кокса по наружному его виду и удѣлять болѣе вниманiя лабораторнымъ изслѣдованiямъ физическихъ его свойствъ и химическаго состава.

В. П.

А. Messerschmitt. Вагранки и переплавка чугуна въ нихъ (Stahl & Eisen, 1909, 1182—1190, 1384—1391, 1558—1562, 1730—1738, 1887—1896) <sup>1)</sup>.

Дутье. Авторъ считаетъ, что—для обезпеченія возможно полного горѣнія углерода (въ  $\text{CO}_2$ ) и равномернаго распредѣленія газовъ въ поясѣ плавленія—*давленіе дутья* у фурмъ должно быть около 100 мм. водяного столба и никакъ не менѣе 70 мм. на каждый метръ высоты столба плавильныхъ матеріаловъ (считая выше фурмъ), а *количество дутья*, получаемое вагранками должно сообразоваться съ размѣрами поперечнаго сѣченія пояса плавленія такъ, чтобы скорость воздуха была не менѣе 1,77 м. въ секунду, считая вагранку пустой; другими словами: на 1 кв. м. поперечнаго сѣченія на горизонтѣ фурмъ вагранка должна получать не менѣе 1,77 куб. м. дутья въ секунду (около 106 куб. м. въ минуту). Въ вагранкахъ съ очень форсированнымъ ходомъ эта величина доходить до 5 куб. м., но, по опытамъ автора, отличные результаты, въ смыслѣ высокой интенсивности плавки и низкаго расхода горючаго, получались при скорости 2,33 м. въ секунду (т. е.,—при количествѣ дутья около 140 куб. м. въ минуту на 1 кв. м. сѣченія). На 1 кгр. сожигаемаго кокса, въ среднемъ, расходуется 13 куб. м. дутья (измѣняется отъ 11 до 15 куб. м.).

Съ точки зрѣнія *равномернаго распредѣленія дутья* идеальной формой фурмъ является кольцевая щель по всей окружности пояса плавленія. Наибольшая площадь сѣченія всѣхъ фурмъ равна сѣченію пояса плавленія, но, обыкновенно, первая значительно меньше второй. Наименьшей площадью сѣченія фурмъ авторъ считаетъ  $\frac{1}{5}$  до  $\frac{1}{10}$  площади сѣченія пояса плавленія (первая цифра относится къ вагранкамъ съ наиболѣе интенсивнымъ ходомъ, а вторая — къ обыкновеннымъ или среднимъ). Авторъ рекомендуетъ отношенія  $\frac{1}{3}$  и  $\frac{1}{7}$  для перваго и втораго случаевъ. Что касается числа фурмъ, то каждая вагранка должна ихъ имѣть, по крайней мѣрѣ, 4; фурмы должны быть нѣсколько наклонены къ поду горна.

Устройство *верхнихъ фурмъ* можетъ быть и полезно, и вредно: полезно — при большой производительности и продолжительномъ періодѣ переплавки, т. е., интенсивной работѣ вагранки, требующей большого количества и высокаго напряженія дутья. Верхнія фурмы въ этомъ случаѣ какъ бы разгружаютъ нижнія. Разстояніе между верхнимъ и нижнимъ рядами фурмъ дѣлаютъ 350 мм. или нѣсколько больше.

Вредны верхнія фурмы тогда, когда количество дутья только что достаточно для поддержанія интенсивнаго горѣнія на нормальномъ горизонтѣ въ поясѣ плавленія.

*Высота пояса плавленія*, по автору, не должна быть менѣе (въ малыхъ вагранкахъ) 1 м., въ большихъ—она доходитъ до 2,5 м. и даже бываетъ больше. Подготовительный поясъ, въ которомъ подогрѣваются колонии и чугунъ, доводится до тѣсто-образнаго состоянія, измѣняется отъ 2 до 3 м.

<sup>1)</sup> Въ 19 главахъ обширной монографіи А. Messerschmitt сообщается немало того, что, будучи въ сущности вѣрнымъ, можетъ однако считаться хорошо извѣстнымъ читателямъ техническихъ журналовъ, а также и то, что представляется явно ошибочнымъ съ теоретической точки зрѣнія. Въ рефератѣ опущены такія мѣста и передано лишь то, что можно считать результатомъ многолѣтней практической дѣятельности автора реферируемой статьи.

*Конструкція вагранок.* Авторъ высказывается за вагранки съ глубокимъ горномъ для скопа чугуна подъ фурмами; передовыхъ горновъ онъ совѣтуетъ избѣгать (болѣе холодный чугунъ), за исключеніемъ тѣхъ случаевъ, когда требуется имѣть скопъ чугуна не менѣе 3000 кгр. (Конструкція такого передового горна дана на табл. VI).

Цилиндрическая форма шахты считается болѣе экономичной, такъ какъ требуетъ меньше кокса на разогрѣваніе, но авторъ приводитъ въ примѣръ небольшую вагранку съ прямоугольнымъ сѣченіемъ  $1 \times 0,5$  м., работавшую весьма интенсивно и съ малымъ расходомъ горючаго (7,5% при переплавкѣ 10 т. гематита и только 6,66% при большей производительности).

*Размѣръ колошъ.* Вѣсъ чугуна въ колошѣ долженъ составлять 10% часовой производительности вагранки; количество кокса, необходимое для плавленія чугуна (не считая разогрѣва вагранки) равно 7% вѣса послѣдняго, если коксъ хорошаго качества и въ крупныхъ кускахъ. Количество извести въ колошѣ должно быть отъ 25% до 33% вѣса кокса (для многозольнаго кокса даже 40%); плавиковога шпата для замѣны извести достаточно имѣть  $\frac{1}{2}$  этого количества.

При такомъ количествѣ флюса только  $\frac{1}{2}$  всей сѣры кокса переходитъ въ чугунъ, 35% ея выгораетъ, а 15%—переходитъ въ шлакъ.

Примѣрный расчетъ вагранки. Положимъ, что требуется построить вагранку, дающую въ часъ 1500 кгр. чугуна и со скопомъ въ 500 кгр. (См. табл. VI).

1) *Диаметръ на уровнѣ фурмъ* берется въ 550 мм., а металлопріемника— 700 мм. (площади сѣченія: 0,2376 и 0,385 кв. м.).

2) *Распаръ* дѣлается въ 700 мм., чтобы сообщить наклонъ стѣнкамъ шахты и уменьшить наклонность къ образованію настывлей въ верхней части ея.

3) *Высота горна* отъ пода до нижней кромки фурмъ опредѣляется въ предположеніи, что объемъ промежутковъ между кусками кокса =  $\frac{1}{2}$  видимаго его объема:

$$0,385 \times h \times 0,5 \times 7000 = 500 ; h = 371 \text{ мм.}$$

Прибавивъ высоту слоя шлака (вѣсъ его = 13% вѣса чугуна) и небольшое разстояніе на запасъ (чтобы фурмы были всегда сухими), получимъ достаточную глубину въ 600 мм. Такой горнъ вмѣщаетъ около 92 кгр. кокса.

4) *Высота вагранки*, считая высоту пояса плавленія по вѣсу кокса (8% расплавляемаго въ часъ чугуна) равной 1,07 м., опредѣляется такъ:  $1,07 + 2 = 3,07$  м. (взято 3,12 м., отъ лещадки 3720 мм.).

5) *Отступорная кладка.* Въ этомъ случаѣ достаточно сдѣлать толщину кладки въ 130 мм., но для возможности увеличенія діаметра шахты (до 625 мм.) оставлена пазуха около 125 м., заполненная пескомъ или шлакомъ.

6) *Составъ колошъ.* Кокса для плавленія чугуна:  $1500 \times 0,07 \times 0,1 = 10,5$  кгр., чугуна:  $1500 \times 0,1 = 150$  кгр.; флюса 3,5 кгр.; на коксъ, идущій въ холостую колошу и на разогрѣвъ вагранки, вводится дополнительное количество флюса.

7) *Количество дутья.* Количество кокса, сжигаемое нормально въ часъ

собственно для расплавления чугуна, равно  $1500 \times 0,07 = 105$  кгр.; для покрытия потерь тепла и поддержания въ вагранкѣ надлежащей температуры въ подготовительномъ поясѣ и поясѣ плавления, авторъ считаетъ достаточнымъ 45 кгр. кокса и рассчитываетъ дутье по часовому расходу въ 150 кгр. кокса такъ:

$$150 \times 13 : 60 = 32,5 \text{ куб. м. въ 1 минуту.}$$

Но для перегрѣва чугуна для мелкихъ отливокъ расходъ кокса на плавление чугуна можетъ доходить до 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> вѣса чугуна, а часовое его потребление до 195 кгр. (150 + 45), что требуетъ 42 куб. м. дутья въ 1 мин.

При принятыхъ размѣрахъ горна это даетъ около 137 и, соответственно, 177 куб. м. дутья на 1 кв. м. сѣченія пояса плавления (или, по терминологіи автора, около 2 м. для скорости дутья въ пустомъ горну, что является нормальной величиной).

Вентиляторъ долженъ быть заказанъ на наибольній расходъ дутья въ 50 куб. м. (т. е. на 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> болѣе предполагаемой наибольшей подачи дутья).

8) *Воздухотроводъ* можно рассчитывать на наибольшую скорость воздуха при 0° до 25 м. Авторъ беретъ діаметръ его равнымъ 200 мм., а площадь сѣченія, значить, 0,0314 кв. м., что даетъ не болѣе 18 м. скорости для нормального количества дутья (32,5 куб. м. въ 1 мин.).

Развѣтвленія воздухопроводовъ у вагранки, по которымъ проходитъ  $\frac{1}{2}$  всего количества дутья, сдѣланы квадратнаго сѣченія 130×130 мм. (площадь обоихъ половинъ 0,0338 кв. м.); фурмы, — двѣ, — имѣя сѣченіе 200×100 м., даютъ отношеніе площади къ сѣченію горна, равное  $\frac{1}{6}$ , т. е., — лежащее въ рекомендованныхъ раньше предѣлахъ.

9) *Детали устройства и металлическая арматура* вагранки, неподдающіяся расчету, указаны на прилагаемой таблицѣ VI въ крупномъ масштабѣ.

П. Н.

## Свойства готовыхъ продуктовъ; ихъ классификація. Спецификаціи.

*C. Jüngst.* Испытаніе прочности чугунаго литья. (St. & E., 1909, 1177—1182).

Прочность пробъ чугунаго литья, подвергаемыхъ механическимъ испытаніямъ, зависитъ не только отъ химическаго состава чугуна, но и отъ многихъ другихъ факторовъ, какъ то: температуры металла при отливкѣ, скорости охлажденія отлитыхъ пробъ, формы и размѣровъ ихъ.

Пользуясь данными *F. Meyer*'а, завѣдывающаго литейной машиностроительнаго завода Зульцера въ Винтертурѣ, авторъ составилъ нижеприведенныя таблицы испытаній чугуна одного и того же состава, но въ видѣ пробъ разныхъ размѣровъ, формъ и взятыхъ различнымъ образомъ.

I. Прочность чугуныхъ пробъ различного сѣченія, отлитыхъ отдѣльно и взятыхъ отъ литья.  
Чугунъ выешаго качества.

ОТЛИТЫЯ ОТДѢЛЬНО ПРОБЫ.

К р у г л а г о с ѣ ч е н і я .									П р я м о у г о л ь н а г о с ѣ ч е н і я .								
Номера пробъ.	Диаметръ пробъ.	Длина между кер-нами.	Сопротивле-ние на из-гибъ.	Стрѣла про-гиба.	Сопротив-леніе на разрывъ.		Сопротивле-ние раздав-ливанію.	Сопротивле-ние удару.	Номера пробъ.	Размѣры пробъ.	Расстояніе между кер-нами.	Сопротивле-ние на из-гибъ.	Стрѣла прр-гиба.	Сопротив-леніе на разрывъ.		Сопротивле-ние раздав-ливанію.	Сопротивле-ние удару.
	Миллиметр.	Клгр. мм. кв.	Мил-лиметр.	Милл.	Килограммъ миллим. кв.	Клгр. метр.	Миллиметр.	Клгр. мм. кв.		Мил-лиметр.	Милл.	Килограммъ миллим. кв.	Клгр. метр.				
I—III	60	1200	44,9	29,2	40	23,8	—	—	I—III	60×60	1000	33,0	16,3	40	18,1	—	—
IV—VI	50	1000	44,3	22,8	40	24,2	—	—	A	500	33,1	4,4	—	—	—	—	
VII—IX	40	800	44,2	19,3	34	24,1	94,0	—	IV—VI	50×50	1000	35,0	17,3	38	19,4	—	—
X—XII	30	600	45,4	18,3	20	25,5	96,6	—	A	500	35,2	4,5	—	—	—	—	
XIII—XV	20	400	55,8	9,0	14	35,3	—	—	VII—IX	40×40	1000	37,0	19,2	28	23,2	82,0	31,2
XVI—XVIII	10	250	57,3	5,0	—	—	—	—	A	500	37,1	5,7	—	—	14,1%	—	
									X—XII	30×30	1000	42,5	27,0	18	25,6	77,9	—
									A	500	42,4	8,5	25	25,6	15,7%	—	—

ПРОБЫ, ВЗЯТЫЯ ОТЪ ПУСТОТЪЛАГО ЛИТЪЯ.

Ф о р м а и с е р д е ч н и к ъ и з ъ п е с к у .									П е с ч а н а я ф о р м а , г л и н я н ы й с е р д е ч н и к ъ .									
Номера пробъ.	Размѣры пробъ.	Длина между кер-нами.	Сопротивле-ние на из-гибъ.	Стрѣла про-гиба.	Кв./кр.	Сопротив-леніе на разрывъ.		Сопротивле-ние раздав-ливанію.	Сопротивле-ние удару.	Номера пробъ.	Размѣры пробъ.	Длина между кер-нами.	Сопротивле-ние на из-гибъ.	Стрѣла прр-гиба.	Сопротив-леніе на разрывъ.		Сопротивле-ние раздав-ливанію.	Сопротивле-ние удару.
						Милл.	Килограммъ миллим. кв.								Милл.	Килограммъ миллим. кв.		
I—III	60×60	1000	32,3	18,8	60—45	18,0	—	—	—	I—III	60×60	1000	32,1	19,3	60—45	17,7	—	—
A	500	33,9	5,4	40	40	19,7	—	—	—	A	500	34,2	5,7	40	19,0	—	—	
V—VI	50×50	1000	33,1	22,4	50—45	18,2	—	—	—	IV—VI	50×50	1000	32,1	20,8	50—45	18,0	—	—
A	500	34,5	6,2	40	40	19,2	—	—	—	A	500	34,4	6,3	40	19,3	—	—	
VII—IX	40×40	1000	33,0	28,4	40—50	18,0	72,1	36,0	—	VII—IX	40×40	1000	33,2	27,1	40—50	19,0	70,5	36,6
A	500	33,4	7,4	30	30	19,2	15,0%	—	—	A	500	33,9	7,7	30	19,2	15,2	—	
X—XII	30×30	1000	33,1	32,0	30—40	18,8	72,8	—	—	X—XII	30×30	1000	32,4	33,5	30—40	18,8	71,2	—
A	500	33,8	11,0	25	25	19,3	17,7%	—	—	A	500	33,0	12,0	25	19,5	17,9	—	



II. Прочность чугунныхъ пробъ различнаго сѣченія, отлитыхъ отдѣльно и взятыхъ отъ литья.  
Обыкновенный чугунъ для машиннаго литья.

ОТЛИТЫЯ ОТДѢЛЬНО ПРОБЫ.

К р у г л а г о с ѣ ч е н і я .									К в а д р а т н а г о с ѣ ч е н і я .								
Номера пробъ.	Диаметръ пробъ.	Расстояніе между нернами.	Сопрогнвленіе на изгибъ.	Стрѣла прогиба.	Сопрогнвленіе на разрывъ.		Сопрогнвленіе раздавливанію.	Ударное сопрогнвленіе.	Номера пробъ.	Размѣры пробъ.	Расстояніе между нернами.	Сопрогнвленіе на изгибъ.	Стрѣла прогиба.	Сопрогнвленіе на разрывъ.		Сопрогнвленіе раздавливанію.	Ударное сопрогнвленіе.
I—III	60	1000	34,70	13,03	48	18,17	—	—	I—III	60×60	1000	28,37	12,30	48	17,27	—	—
IV—VI	50	1000	35,33	16,60	38	18,23	—	37,1	IV—VI	50×50	1000	29,10	12,80	38	17,70	—	52,8
VII—X	40	800	36,33	13,67	30	20,00	83,15	10,8	VII—IX	40×40	1000	29,55	16,37	30	18,55	84,30	10,8
XI—XIV	30	600	38,13	10,78	20	23,03	88,03	1,8	X—XIV	30×30	1000	32,29	22,62	20	22,40	15,0%	5,7
XV—XVIII	20	400	40,29	7,87	15	24,87	10,6%	—	XV—XVIII	20×20	1000	33,59	31,24	15	23,37	12,7	—

ПРОБЫ, ВЗЯТЫЯ ОТЪ ОТЛИВОКЪ:

П л о с к о й ( п л и т ы ).									П у с т о т ѣ л о й .								
1—III	60×60	1000	27,5	12,53	48	16,13	—	—	I—III	60×60	1000	28,60	14,73	48	16,43	—	—
IV—VI	50×50	1000	27,56	15,87	38	17,30	—	95,7	IV—VI	50×50	1000	27,27	16,27	38	16,35	—	81,6
VII—IX	40×40	1000	28,96	18,97	30	17,30	66,50	24,0	VII—IX	40×40	1000	26,17	21,00	30	16,68	63,80	20,8
X—XIV	30×30	1000	29,76	25,63	20	18,53	15,5%	9,0	X—XI	30×30	1000	27,56	26,57	20	17,63	17,5%	7,2
XV—XVIII	20×20	1000	31,31	41,50	15	21,10	73,00	—	—	—	—	—	—	—	14,0%	—	—
							13,3%										

*H. Le-Chatelier.* Сопротивленіе металловъ повторному изгибу.

(Revue de Métallurgie, 1909, 1156).

Въ настоящемъ сообщеніи, сдѣланномъ на Копенгагенскомъ конгрессѣ международного общества испытанія матеріаловъ, авторъ указываетъ на необходимость изученія сопротивленія металловъ повторному изгибу. Наилучшимъ способомъ опредѣленія этого свойства металловъ авторъ считаетъ тотъ, который былъ предложенъ *Guillet*, такъ какъ онъ наиболее простъ, скоръ, дёшевъ и въ то-же время, совершенно точенъ и даетъ вполне надежные результаты.

*М. О.*

*L. Guillet* и *L. Revillon.* Испытаніе на ударъ при переменныхъ температурахъ.

(Rev. de Métallurgie, Janv., 1909, 94—101).

Въ 1899 году опубликованы были результаты работъ *Charpy* по испытаніямъ на ударъ при мѣняющихся температурахъ. *Charpy* нашелъ, что работа, поглощаемая образцомъ при ударной пробѣ, возрастаетъ при возрастаніи температуры образца примѣрно до  $150^{\circ}$  С., затѣмъ падаетъ и проходитъ черезъ minimum между  $400^{\circ}$  и  $500^{\circ}$ . Авторы реферируемой статьи произвели цѣлый рядъ опытовъ для опредѣленія измѣненія работы при ударной пробѣ при разныхъ температурахъ и для установленія температуры такъ называемой „синеломкости“.

Опыты авторовъ указали на постоянство температуръ наибольшаго и наименьшаго сопротивленія удару; они производились надъ образцами обыкновенной стали съ различнымъ содержаніемъ углерода, а затѣмъ и со специальными сортами стали. Для каждаго сорта стали приготовлялась серія (50 до 60 шт.) образцовъ типа *Mesnager* съ соответствующими надрѣзами. Чтобы получить сравнимые результаты, образцы передъ испытаніемъ отжигались при температурѣ, соответствовавшей наибольшему улучшенію качества разсматриваемой стали (отъ  $600^{\circ}$  до  $800^{\circ}$ ).

Испытанія образцовъ производились на копрѣ *Guillery*, обладавшемъ наибольшимъ запасомъ живой силы въ 60 кгр. м. Нагрѣваніе образцовъ велось въ электрической печи; практиковалась изоляція концовъ образца асбестомъ. Для измѣренія температуры примѣнялся пирометръ *Le-Chatelier*. Пара вводилась въ наклонное отверстіе, высверленное въ образцѣ близъ надрѣза.

Отъ каждаго сорта стали испытывали по 2—3 образца при обыкновенной температурѣ и одинъ образецъ при  $100^{\circ}$  С. При опредѣленіи точекъ кривой дѣлали по крайней мѣрѣ по 2 испытанія черезъ каждые 2,5 милливольта ( $30^{\circ}$ — $35^{\circ}$  С.), а у критическихъ точекъ—и ближе. Полученные результаты представлены на прилагаемой діаграммѣ 1.

Выводы авторовъ таковы:

1) При измѣненіи температуры стали сопротивленіе удару возрастаетъ до  $200^{\circ}$  С., приблизительно, затѣмъ уменьшается. Наибольшую хрупкость металлъ пріобрѣтаетъ при  $475^{\circ}$  С., т. е. при начинающемся красномъ каленіи, а не при температурѣ  $300^{\circ}$ — $325^{\circ}$  С. („синеломкость“).

2) Существованіе наименьшаго сопротивленія удару отмѣчено, какъ у обыкновенныхъ, такъ и у специальныхъ сортовъ стали.

3) Наибольшее сопротивление у различных сортов стали обнаруживается при разных температурах.

4) Минимум при  $475^{\circ}\text{C}$ . не всегда оказывается ниже сопротивления при обыкновенной температурѣ, чаще, однако минимальное сопротивление ниже сопротивления при обыкновенной температурѣ на 6—7 кгр. м.; это уменьшение тѣмъ чаще наблюдается, чѣмъ мягче сталь.

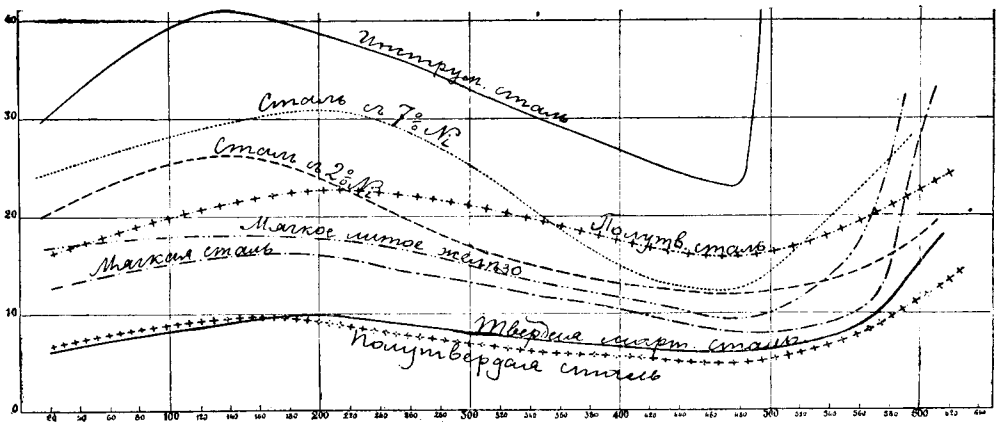


Диаграмма 1.

5) Для никелевой стали опредѣлена большая разница между сопротивленіемъ удару при обыкновенной температурѣ (20—25 кгр. м.) и при  $475^{\circ}\text{C}$ . (12 кгр. м.).

6) Для стали хромо-никелевой было обнаружено небольшое измѣненіе сопротивления удару при измѣненіи температуры, причемъ сопротивление при обыкновенной температурѣ и минимальное оказалось однимъ и тѣмъ же (16 кгр. м.).

7) Повидимому нѣтъ связи между измѣненіемъ сопротивления и критическими точками.

К. Д.

#### А. Le-Chatelier. Вліяніе времени и температуры при испытаніяхъ на ударъ.

(Rev. de Métallurgie, Août, 1909, 914—17).

Ознакомившись съ работой *Guillet* и *Reyillon*, авторъ напоминаетъ о своихъ работахъ въ этой области, результаты которыхъ были доложены въ 1900 г. международному конгрессу по испытанію матеріаловъ.

Выводы *Le-Chatelier* таковы: начиная съ  $80^{\circ}$ — $100^{\circ}\text{C}$ . желѣзо и сталь подъ вліяніемъ остаточныхъ деформаций обнаруживаютъ измѣненіе механическихъ свойствъ. Измѣненіе это при разрывѣ, на примѣръ, характеризуется: 1) увеличеніемъ разрывающаго груза, приблизительно, на 10 кгр./кв. мм.; 2) уменьшеніемъ удлиненія до 8—10%; 3) сокращеніемъ поперечнаго сѣченія. Вышеуказанное измѣненіе свойствъ металла сопровождается оригинальнымъ явленіемъ, до сихъ поръ необъясненнымъ, — прерывистымъ (скачками) удлиненіемъ. Амплитуда скачка достигаетъ 2—3% всей деформации и одна часть удлиненія бываетъ отдѣлена отъ другого промежуткомъ, на которомъ нагрузка увеличивалась на 5—8 кгр./кв. мм., не производя удлиненія.

При температурах  $200^{\circ}$ — $250^{\circ}$  этого измѣненія свойствъ матеріала уже не замѣчается, — оно парализуется отжигомъ. *Le-Chatelier* настаиваетъ и въ настоящей статьѣ на томъ, что механическія свойства металловъ при высокихъ температурахъ зависятъ не только отъ температуры, но и отъ остаточныхъ деформаций.

Въ подтвержденіе своего мнѣнія авторъ указываетъ на слѣдующій опытъ: образецъ при  $t = 150^{\circ}$  былъ подвергнутъ растяженію до 2—3% удлинненія; послѣ охлажденія испытаніе при обыкновенной температурѣ дало увеличеніе разрывающаго груза, уменьшеніе продольнаго удлинненія и поперечнаго суженія. Это измѣненіе свойствъ исчезало при нагрѣвѣ въ теченіе достаточнаго времени до  $250^{\circ}$ — $300^{\circ}$ . При температурахъ выше  $100^{\circ}$  оказываетъ огромное вліяніе на результаты испытанія *продолжительность* опыта. Образецъ, давній при обыкновенной температурѣ разрывающей грузъ 36 кгр./кв. мм. и удлинненіе 35%, при  $t = 170^{\circ}$  далъ, при продолжительн. опыта 20 минутъ, разрыв. груза 45 кгр. и удлинненіе 10%, а при разрывѣ въ теченіе 2 секундъ разрыв. грузъ оказался равнымъ 27 клгр. и удлинненіе 28%.

Эти результаты, по мнѣнію *Le-Chatelier*, могутъ быть объяснены лишь измѣненіемъ свойствъ металла. Измѣненіе это требуетъ извѣстнаго промежутка времени, — тѣмъ большаго, чѣмъ ниже температура, — и не могло сказаться въ теченіе, напримѣръ, 22 секундъ.

При температурахъ  $250^{\circ}$ — $300^{\circ}$  уже имѣетъ мѣсто отжигъ, результатъ котораго тоже зависитъ отъ времени. При медленномъ механическомъ испытаніи отжигъ парализуетъ вліяніе измѣненія металла, что было подтверждено специальными опытами. Указавъ на вліяніе времени, *Le-Chatelier* высказываетъ предположеніе, что характерныя точки кривыхъ испытанія должны перемѣщаться въ зависимости отъ скоростей испытанія, напр., — величина разрывающаго груза должна расти съ увеличеніемъ скорости, а удлинненіе падать. Онъ полагаетъ, далѣе, что найденная *Guillet* и *Revillon* температура ( $475^{\circ}$ ) наибольшей хрупкости отвѣчаетъ только той скорости, съ которой велось ими испытаніе; что при уменьшеніи скоростей температура наибольшей хрупкости опустится ниже ( $350^{\circ}$ — $400^{\circ}$ ), а при увеличеніи скорости повысится.

К. Д.

*L. Guillet* и *L. Revillon*. Новые ударныя испытанія обыкновенной и специальной стали при нагрѣваніи. (Rev. de Métallurgie, Août, 1909, 918—924).

1) Для выясненія вопроса, затронутого въ вышецитированной статьѣ *A. Le-Chatelier* — о вліяніи скорости испытанія на механическія свойства желѣза и стали — произведены были слѣдующія испытанія. Сталь состава —  $C = 0,35$ ;  $Si = 0,20$ ;  $Mn = 0,51$ ;  $S = 0,048$ ;  $P = 0,068\%$  — была отожжена, при температурѣ  $850^{\circ}$  въ закрытомъ сосудѣ въ теченіе  $\frac{1}{2}$  часа. Изломъ производился на копрѣ *Guillery* при различныхъ температурахъ и при различныхъ начальныхъ живыхъ силахъ диска копра. Живыя силы были: 60, 40, 20 кгр. м., т. е., скорости были во второмъ и третьемъ случаѣ въ 1,23 и 1,75 разъ менѣе, чѣмъ въ основномъ случаѣ и въ прежнихъ опытахъ. Результаты испытаній видны изъ прилагаемыхъ кривыхъ (фиг. 2).

Никакихъ замѣтныхъ отклоненій въ очертаніи кривыхъ не получилось.



f) Сталь, содержащая 5% W и 0,5% C. Измѣненіе при повышеніи температуры сопротивленія удару чрезвычайно мало. К. Д.

*H. Le-Chatelier.* Нѣсколько соображеній объ испытаніи матеріаловъ.  
(Revue de Métallurgie, 1909, 1218).

Пріемнын испытанія матеріаловъ имѣють большое значеніе для прогресса техники, т. к. побуждаютъ фабриканта улучшать качество его фабрикатовъ.

Въ настоящее время испытаніе матеріаловъ производится, или путемъ наблюденія результатовъ, полученныхъ при ихъ употребленіи, или же путемъ точнаго опредѣленія ихъ свойствъ съ помощью приборовъ и маннинъ. Первый способъ неудобенъ, т. к. онъ позволяетъ судить о качествѣ матеріаловъ только послѣ ихъ употребленія; второй—очень дорогъ и доступенъ лишь крупнымъ потребителямъ.

Существуетъ еще третій способъ испытанія матеріаловъ, — грубое и ускоренное опредѣленіе самыхъ существенныхъ качествъ матеріала. Это испытаніе доступно каждому потребителю, между тѣмъ оно заставляетъ поставщика заботиться о качествѣ поставляемаго матеріала. Примѣромъ такого ускореннаго испытанія авторъ приводитъ испытаніе каменнаго угля во французскихъ казармахъ; 50 клгр. угля сжигаютъ въ жаровнѣ, наблюдаютъ высоту пламени, а затѣмъ взвѣшиваютъ золу по этимъ даннымъ и опѣниваютъ уголь.

Другой примѣръ, — испытаніе извести, принятое при французскихъ общественныхъ работахъ: замѣниваютъ известь въ видѣ тѣста, хранятъ подъ водой въ теченіе 17 дней и затѣмъ испытываютъ твердость ея сильнымъ давленіемъ пальца; затѣмъ эту известь помѣщаютъ въ кипящую воду и наблюдаютъ измѣненіе ея.

Для металловъ можно было бы принять упрощенное испытаніе твердости посредствомъ вдавливанія шарика при ударѣ и испытаніе ломкости посредствомъ удара молоткомъ по одному концу надрѣзаннаго бруска, другой конецъ котораго зажать въ тиски. Конечно, при такихъ испытаніяхъ должно быть строгое однообразіе, чтобы получать сравнимыя величины.

Еще лучшій примѣръ упрощеннаго испытанія можно привести изъ области писчебумажнаго производства. Примѣсь древесной клѣтчатки къ бумагѣ сильно понижаетъ качества ея; между тѣмъ флороглюцинъ является очень чувствительнымъ реактивомъ на древесную клѣтчатку, и каждый потребитель можетъ обнаружить присутствіе ея и избѣжать ея тамъ, гдѣ она нежелательна.

Авторъ надѣется, что съ нирокимъ распространеніемъ подобныхъ упрощенныхъ испытаній промышленность сдѣлаетъ значительные успѣхи по пути къ прогрессу. М. О.

*G. Charpy.* Объ упрощенныхъ испытаніяхъ матеріаловъ.  
(Revue de Métallurgie, 1909, 1222).

Авторъ не соглашается съ взглядомъ H. Le-Chaletier на упрощенныя испытанія матеріаловъ.

Когда испытанно подвергаются цѣнные матеріалы (напр., спеціальныя стали), то разница въ стоимости полного и упрощеннаго испытаній дѣлается незначительной, а иногда упрощенное испытаніе обходится дороже, такъ какъ при немъ расходуется больше матеріала. Между тѣмъ упрощенное испытаніе вноситъ неувѣренность въ достоинствахъ матеріала и можетъ вызвать несогласія между поставщикомъ и пріемщикомъ.

Испытаніе матеріаловъ должно быть обставлено по возможности строго и точно еще и потому, что въ этомъ только случаѣ исключается возможность субъективной оцѣнки достоинствъ матеріала, какъ со стороны поставщика, такъ и со стороны пріемщика.

При испытаніи матеріаловъ лучше, поэтому, грѣшить избыткомъ точности чѣмъ недостаткомъ ея.

*М. О.*

#### *А. Байковъ. О структурѣ стали при высокихъ температурахъ.*

(*Revue de Métallurgie*, 1909, 829).

До сихъ поръ аустенитъ въ чистомъ видѣ, т. е. въ видѣ полиэдрическихъ кристалловъ  $\gamma$ -железа, получался только въ спеціальныхъ сплавахъ съ большимъ содержаніемъ Ni и Mn; въ обыкновенной же углеродистой стали въ условіяхъ самой полной закалки получается смѣсь аустенита и мартенсита. Поэтому, авторъ примѣнилъ къ обыкновенной стали методъ травленія при высокихъ температурахъ, чтобы обнаружить ихъ аустенитную структуру при этихъ температурахъ.

Въ фарфоровую трубку, нагрѣваемую въ печи Negeus'a, помещается полированный образецъ стали; въ теченіе 2—3 часовъ черезъ трубку пропускается водородъ для вытѣсненія воздуха и трубка нагрѣвается до температуры, при которой аустенитъ является устойчивымъ (по Le-Chatelier аустенитъ устойчивъ при температурахъ отъ  $700^\circ$  до  $1200^\circ$ ). Затѣмъ, въ трубку вводится нѣкоторое количество сухого HCl, который и производитъ травленіе изслѣдуемаго образца при данной температурѣ. Избытокъ HCl вытѣсняется водородомъ, затѣмъ производится охлажденіе трубки при непрерывномъ пропусканіи водорода.

Очевидно, образецъ въ такихъ условіяхъ долженъ сохранить то строеніе, которое онъ имѣлъ при температурѣ травленія.

Авторъ изслѣдовалъ сталь съ 0,12%, 0,34%, 0,81%, 1,34% и 1,94% C и незначительными количествами другихъ примѣсей; сталь, будучи протравлена при  $1120^\circ$ , показываетъ характерную аустенитную структуру, какая свойственна марганцовой и никелевой стали. Конечно, аустенитная структура обнаруживается только въ самомъ поверхностномъ слое: отполированный образецъ показываетъ обычное строеніе отожженной стали.

Сталь съ 0,5%—0,8% C, подвергнутая авторомъ травленію при  $870^\circ$ , также обнаруживаетъ аустенитную структуру.

Авторъ считаетъ описанный имъ методъ примѣнимымъ, вообще, къ изученію строенія металловъ при различныхъ температурахъ.

На прилагаемыхъ 8 фигурахъ таблицы VII дано изображеніе строенія образцовъ стали съ различнымъ содержаніемъ углерода, вытравленныхъ какъ при высокой температурѣ, такъ и при обыкновенной.

*М. О.*

*E. Maltitz.* Вліяніє титана на сталь вообще и рельсовую въ особенности.  
(Stahl und Eisen, 1909, 1593).

Металлическіи титанъ, получаемый изъ титановыхъ рудъ въ электрическихъ печахъ или по способу Goldschmidt'a, не растворяется въ жидкой стали вслѣдствіе очень высокой температуры его плавленія (около 2300°) и вслѣдствіе его малаго удѣльнаго вѣса (5,17). Поэтому, для введенія титана въ сталь удобнѣй всего пользоваться ферротитаномъ съ 15%—20% Ti, который готовится электрическимъ путемъ въ значит. колич. около Ніагарскаго водопада и находитъ очень широкое распространеніе въ Америкѣ.

Роль титана въ стали удовлетворительно объясняется новѣйшими изслѣдованіями, касающимися вліянія N и O на свойства стали. Съ одной стороны, изслѣдованія Н. Брауне показали, что N всегда имѣется въ стали въ замѣтныхъ количествахъ и является для нея столь же вредною примѣсью, какъ и P.

Съ другой стороны, титанъ обладаетъ способностью поглощать азотъ съ выдѣленіемъ тепла и легко окисляться. Такимъ образомъ, роль титана въ стали сводится къ поглощенію находящихся въ ней азота и послѣднихъ слѣдовъ кислорода. Очевидно, прибавляя ферротитанъ въ уже раскисленную ферромарганцемъ или другимъ раскислителемъ стальную ванну, мы можемъ получить совершенно безъазотистую и безкислородную сталь.

Кромѣ того, присутствіе въ ваннѣ титана значительно уменьшаетъ процессъ ликваціи въ отлитыхъ болванкахъ и величину усадочныхъ раковинъ.

Вліяніе титана на ликвацію стальныхъ слитковъ можно объяснить тѣмъ, что титанъ поглощаетъ N и O, вслѣдствіе чего не можетъ образоваться CO; слѣдовательно, въ слиткахъ уже не выдѣляются газы (CO, N), которые обычно своимъ выдѣленіемъ способствуютъ всплыванію вверхъ болѣе легкихъ примѣсей стали (S и P).

Труднѣе объяснить вліяніе Ti на величину усадочныхъ раковинъ; объясненіе нужно искать въ наблюденномъ, но не объясненномъ фактѣ, что титановая сталь остываетъ и нагрѣвается гораздо медленнѣе, чѣмъ обыкновенная; титанъ, замедляя остываніе слитка, уменьшаетъ и усадочныя раковины.

Въ подтвержденіе указаннаго вліянія титана на ликвацію авторъ приводитъ анализы четырехъ болванокъ бессемеровской титановой стали, причемъ пробы были взяты по длинѣ каждой болванки изъ 22—23 различныхъ мѣстъ. Разница въ % содержаніи примѣсей (C, Si, Mn, S и P) въ верхней и нижней частяхъ болванокъ настолько незначительна, что, практически, можно говорить о полномъ отсутствіи ликваціи. Эти анализы, равно какъ и всѣ послѣдующіе опыты съ рельсами изъ титановой стали были произведены на заводѣ Maryland Steel Co въ Sparrow Point'ѣ (Соед. Шт. С. А.).

Для сравненія службы бессемеровскихъ титановыхъ и бессемеровскихъ обыкновенныхъ рельсъ въ пути, тѣ и другіе были положены на крутомъ поворотѣ, гдѣ движеніе было очень оживленное. Черезъ четыре мѣсяца для тѣхъ и другихъ рельсъ было опредѣлено среднее изнашиваніе; для титановыхъ рельсъ изнашиваніе равнялось 0,72 кгp./м., для обыкновенныхъ — 2,07 кгp./м. Въ теченіе слѣдующихъ семи недѣль изнашиваніе титановыхъ



рельсѣ равнялось 0,047 кгр./м., а обыкновенныхъ — 0,36 кгр./м. Въ теченіе девяти мѣсяцевъ среднее изнашиваше обыкновенныхъ рельсѣ было на 294<sup>0</sup>/<sub>0</sub> больше, чѣмъ титановыхъ.

Не менѣе ясно обнаруживается стойкость титановыхъ рельсѣ въ пути при разсмотрѣніи профилей титановыхъ и обыкновенныхъ рельсѣ, служившихъ на указанномъ изгибѣ ж. д. пути въ теченіе 9 мѣсяцевъ. Изъ 24 приводимыхъ авторомъ профилей ясно видно, что рельсы, неспіе одинаковую службу, сработались неодинаково — титановые едва замѣтно, тогда какъ у обыкновенныхъ рельсовъ профили измѣнились очень значительно.

Одновременно съ этими опытами были произведены и лабораторныя испытанія рельсовъ.

Химическій составъ титановыхъ рельсѣ колебался въ слѣдующихъ предѣлахъ:

С	Si	Mn	S	P	Ti
0,48—0,64; 0,122—0,187; 0,81—0,90; 0,036—0,065; 0,1—0,2; 0,083—0,118 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> .					

Ударныя испытанія бабой (42,1 кгр./м.) были произведены съ отрѣзками рельсѣ длиной въ 1067 мм.; послѣ каждаго удара измѣрялся прогибъ рельса. Разстояніе между подставками равнялось 915 мм., падающій грузъ — 907,2 кгр., высота паденія 5,18 м. Первые три удара производились по головкѣ рельса, послѣ этого рельсѣ переворачивался и удары производились по подошвѣ его. При каждомъ изъ первыхъ трехъ ударовъ рельсы давали прогибъ въ 30—35 мм.; при послѣдующихъ ударахъ по подошвѣ, рельсы ломались чаще всего при второмъ ударѣ, но иногда выдерживали еще 1—2 удара.

Испытанія на разрывъ дали слѣдующія цифры:

Предѣлъ упругости .	58—66 кгр./кв. мм. (для обыкн. рельсѣ 36 кгр./кв. мм.)
Спротивленіе разрыву	76—87 кгр./кв. мм. (для обыкн. рельсѣ 51 кгр./кв. мм.)
удлиненіе . . . . .	14—16 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
сжатіе площ. при разрывѣ.	18—20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> .

Удлиненіе и ежатіе почти такіе же, какъ и у обыкновенныхъ рельсѣ.

Твердость по Вгінелл'ю для титановыхъ рельсѣ нѣсколько меньше, чѣмъ для обыкновенныхъ и колеблется въ предѣлахъ отъ 200 до 250; меньшая твердость титановыхъ рельсѣ зависитъ отъ особенности ихъ микроструктуры, которая показываетъ болѣе развитую ферритовую сѣть, чѣмъ въ обыкновенныхъ рельсахъ того же состава.

Макроструктура титановыхъ рельсѣ выгодно отличается отъ макроструктуры обыкновенныхъ рельсѣ: въ обыкновенныхъ рельсахъ, въ шейкахъ и головкахъ ихъ, ясно видны слѣды ликваціи слитка, въ титановыхъ же рельсахъ все сѣченіе совершенно однородно, — въ нихъ не замѣтно и слѣдовъ ликваціи слитковъ.

Прибавка къ стали пяти процентовъ ферротитана съ 14<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Ti удорожаетъ тонну рельсѣ на 3 р. 28 к. Это, сравнительно небольшое, удороженіе рельсѣ настолько улучшаетъ ихъ механическія качества и ихъ стойкость въ пути, что титановые рельсы въ Америкѣ находятъ себѣ все большее и большее распространеніе.

Въ пользу титана говорить еще и то обстоятельство, что  $\frac{0}{100}$  брака и рельс 2-го сорта при примѣненіи его уменьшается очень значительно.

Присадка холодныхъ кусковъ ферротитана производится или въ ковнѣ, или въ изложницу; слѣдуетъ только заботиться о томъ, чтобы шлакъ не обволакивалъ кусковъ ферротитана и не затруднялъ его раствореніе въ жидкой стали.

М. О.

*E. Neun и O. Bauer.* О порчѣ никкелевой стали отъ проковки при слишкомъ высокой температурѣ. (Stahl und Eisen, 1909, 632).

Авторамъ была доставлена для изслѣдованія никкелевая сталь такого состава:

C	Ni	Si	Mn	Cu	S	P
0,09	5,49	0,22	0,59	0,12	0,03	0,01 $\frac{0}{100}$ $\frac{0}{100}$

Крупныя поковки изъ этой стали получались съ рванинами и трещинами; нужно было найти причину появленія этихъ недостатковъ. Въ структурѣ металла авторы не могли обнаружить при макро-и микроскопическомъ изслѣдованіяхъ никакой неоднородности; очевидно, причина появленія рванинъ заключалась въ неправильной тепловой обработкѣ. Дѣйствительно, изломъ образцовъ этой стали былъ очень крупнозернистый; ударная проба надрѣзанныхъ образцовъ указывала на большую хрупкость стали; хрупкость исчезала только послѣ проковки при  $800^{\circ}$ ,—все это указывало на перегрѣвъ стали. Авторы, поэтому, поставили задачей опредѣлить подходящую т-ру для проковки такой стали обработкой ея до различныхъ т-ръ въ теченіе различнаго времени и послѣдующей проковкой. Образцы были двухъ размѣровъ— $4 \times 6 \times 60$  мм. и  $45 \times 45 \times 150$  мм.

Малые образцы, нагрѣваемые до  $1300^{\circ}$  въ теченіе  $\frac{1}{4}$  часа и проковываемые при  $1100^{\circ}$ , совсѣмъ не давали рванинъ; только послѣ 2—5 часового нагрѣванія при  $1200^{\circ}$ — $1300^{\circ}$  образцы при ковкѣ давали рванины. Большіе образцы при т-рахъ до  $1100^{\circ}$  ковались безъ всякихъ недостатковъ, только при ковкѣ выше  $1100^{\circ}$  появлялись рванины и трещины.

Авторы приходятъ къ заключенію, что для никкелевой стали имѣется нѣкоторая температурная граница ковки; при т-рѣ выше этой границы ковка вызываетъ рванины и трещины. Эта граница находится въ зависимости отъ величины поковки и отъ продолжительности ея предварительнаго нагрѣва; для крупныхъ поволокъ эта граница ниже, чѣмъ для мелкихъ; при продолжительномъ предварительномъ нагрѣвѣ эта граница понижается.

М. О.

*Demozay.* Вліяніе термической обработки на линейную деформацию стали. (Revue de Métallurgie, 1909, 413).

Въ своей работѣ авторъ изучаетъ измѣненіе линейныхъ размѣровъ стальныхъ брусковъ въ зависимости отъ тепловой обработки. Для этой цѣли изъ стали съ 0,19 $\frac{0}{100}$ , 0,46 $\frac{0}{100}$ , 0,55 $\frac{0}{100}$ , 0,72 $\frac{0}{100}$ , 0,92 $\frac{0}{100}$ , 1,11 $\frac{0}{100}$  и 1,15 $\frac{0}{100}$  C были приготовлены бруски прямоугольнаго сѣченія  $5 \times 10$  мм. и длиной 100 мм. Такіе бруски были подвергаемы слѣдующимъ тепловымъ обработкамъ: 1) за-

калкѣ въ маслѣ при  $800^{\circ}$ — $950^{\circ}$ , 2) закалкѣ въ маслѣ при  $600^{\circ}$ , 3) закалкѣ въ водѣ при  $600^{\circ}$  и 4) отжигу при  $950^{\circ}$ .

Чтобы яснѣе обнаружить вліяніе тепловой обработки на линейные размѣры брусковъ, послѣдніе подвергались по меньшей мѣрѣ десяти послѣдовательнымъ и одинаковымъ тепловымъ обработкамъ; послѣ каждой тепловой обработки производилось измѣреніе линейныхъ размѣровъ; такимъ образомъ, измѣрялись линейныя деформаціи въ зависимости отъ числа послѣдовательныхъ тепловыхъ обработокъ. Такъ какъ вліяніе отжига слабѣе, чѣмъ вліяніе закалки, то число послѣдовательныхъ отжиговъ пришлось увеличить до 50; измѣреніе линейныхъ размѣровъ производилось послѣ каждыхъ пяти отжиговъ.

Измѣренію подвергались только два размѣра—ширина (10 мм.) и толщина (5 мм.) брусковъ, причемъ эти размѣры опредѣлялись на концахъ и въ срединѣ брусковъ. Отношеніе линейной деформаціи къ первоначальному линейному размѣру авторъ называетъ коэффициентомъ линейной деформаціи.

Нанося на оси ординатъ коэффициентъ деформаций, а на оси абсциссъ число послѣдовательныхъ одинаковыхъ тепловыхъ обработокъ, авторъ получаетъ цѣлый рядъ кривыхъ, причемъ каждому образцу, отвѣчаютъ двѣ кривыя, одна, — относящаяся къ ширинѣ, другая, — относящаяся къ толщинѣ бруска. Эти кривыя показываютъ, что *измѣненіе* линейныхъ размѣровъ почти пропорціонально числу тепловыхъ обработокъ и, во всякомъ случаѣ, измѣненіе идетъ для одной и той же стали при одинаковыхъ обработкахъ въ одномъ и томъ же направленіи.

Изъ направленія кривыхъ авторъ вычисляетъ угловые коэффициенты этихъ линій и считаетъ угловой коэффициентъ величиной, характеризующей склонность металла къ деформациямъ. Положительный угловой коэффициентъ отвѣчаетъ металлу, размѣры котораго послѣ тепловой обработки *увеличиваются*; отрицательный—отвѣчаетъ металлу, размѣры котораго послѣ тепловой обработки *уменьшаются*.

Кривыя линейныхъ деформаций показываютъ, что при послѣдовательныхъ закалкахъ въ маслѣ при  $800^{\circ}$ — $950^{\circ}$  размѣры брусковъ уменьшаются почти пропорціонально числу закалокъ; отрицательные угловые коэффициенты всѣхъ этихъ кривыхъ очень значительны, причемъ угловые коэффициенты для ширины и толщины мало отличаются другъ отъ друга.

При закалкахъ въ маслѣ при  $600^{\circ}$  угловые коэффициенты значительно меньше; для толщины угловые коэффициенты положительные, для ширины—отрицательные.

Очень большая разница угловыхъ коэффициентовъ ширины и толщины наблюдается и при закалкѣ въ водѣ при  $600^{\circ}$ ; для малоуглеродистой стали угловые коэффициенты въ этомъ случаѣ отрицательные, для высокоуглеродистыхъ сталей — положительные.

Угловые коэффициенты кривыхъ отжига при  $950^{\circ}$  имѣютъ значительную величину только для толщины, для ширины же они очень близки къ нулю.

Угловые коэффициенты каждой серіи кривыхъ авторъ изображаетъ графически, причемъ на оси ординатъ отложены угловые коэффициенты, а на оси абсциссъ — содержаніе углерода въ стали; получаются кривыя, показывающія зависимость угловыхъ коэффициентовъ отъ состава стали. Изъ этихъ кривыхъ можно ясно видѣть, во-первыхъ, что угловые коэффициенты для

толщины (5 мм.) всегда больше, чѣмъ для ширины (10 мм.) и, во-вторыхъ, что по угловымъ коэффициентамъ сталь рѣзко раздѣляется на три группы— сталь до 0,55% С, сталь отъ 0,55% С до 0,85% С и сталь съ содержаниемъ С выше 0,85%.

Изъ кривыхъ деформаций и кривыхъ угловыхъ коэффициентовъ ясно видно вліяніе характера тепловой обработки и состава стали на измѣненіе линейныхъ размѣровъ. Но склонность металла къ деформациямъ зависитъ также и отъ быстроты тепловой обработки: такъ, при медленномъ охлажденіи уменьшеніе линейныхъ размѣровъ незначительно; при болѣе быстромъ охлажденіи уменьшеніе размѣровъ дѣлается больше; при извѣстной быстротѣ охлаждения оно достигаетъ maximum'a; а при еще болѣе быстрой измѣненіе размѣровъ уменьшается.

Въ твердой стали максимальное сокращеніе размѣровъ имѣетъ мѣсто при менѣе быстромъ охлажденіи, чѣмъ въ мягкой стали.

Такъ какъ охлажденіе любого образца происходитъ не съ одинаковой скоростью во всѣхъ его точкахъ и такъ какъ, слѣдовательно, сокращеніе происходитъ не одинаково во всѣхъ точкахъ, то этимъ объясняются трещины, образующіяся при закалкѣ стали.

Послѣдовательныя тепловыя обработки измѣняютъ прямоугольное сѣченіе брусковъ, причемъ стороны прямоугольника искривляются, а углы дѣлаются тупыми или острыми въ зависимости отъ того, увеличиваются или уменьшаются линейные размѣры; при увеличеніи линейныхъ размѣровъ сѣченіе стремится изъ прямоугольнаго перейти въ овальное.

Авторъ обратилъ вниманіе на тотъ фактъ, что закаленные образцы съ теченіемъ времени показываютъ замѣтное измѣненіе линейныхъ размѣровъ: такъ, черезъ 6 мѣсяцевъ всѣ закаленные образцы показали замѣтное увеличеніе линейныхъ размѣровъ; въ этомъ авторъ видитъ стремленіе образцовъ къ первоначальнымъ линейнымъ размѣрамъ.

Наконецъ, чтобы выяснитъ вопросъ, одинаково ли относится сталь къ различной предварительной тепловой обработкѣ, авторъ подвергалъ послѣдовательнымъ отжигамъ сталь закаленную, сталь отожженную при высокой т-рѣ и сталь прокатанную, — кривыя деформаций получились одинаковыя только для стали закаленной и прокатанной, отожженная же показываетъ большія деформации, чѣмъ двѣ другія. М. О.

#### *J. Robin.* Твердость стали при низкихъ температурахъ.

(Revue de Métallurgie, 1909, 162).

Исслѣдованіе твердости стали при низкихъ температурахъ уже было произведено Hadfield'омъ; авторъ распространилъ это исслѣдованіе на большее число простыхъ и специальныхъ сортовъ стали. Исслѣдованіе твердости было произведено по методу Grinnell'я, причемъ передъ каждымъ опытомъ исслѣдуемый образецъ и части пресса Grinnell'я охлаждались до соответствующей температуры. Основными температурами при которыхъ исслѣдованы всѣ образцы, были—20°,—80° и—185°. Исслѣдованные сорта углеродистой стали содержали отъ 0,12% до 2,0% С и незначительныя количества Mn, Si, Si и P; передъ исслѣдованіемъ нѣкоторые сорта стали были отожжены при 800°—900°.

Сталь при пониженіи температуры обнаруживаетъ значительное увеличеніе твердости, особенно при  $-185^{\circ}$ ; для мягкой стали твердость при  $-185^{\circ}$  почти вдвое больше твердости при  $+15^{\circ}$ . Въ отожженной стали увеличеніе твердости съ пониженіемъ температуры идетъ быстрѣе, чѣмъ въ стали неотожженной.

Изъ специальныхъ сортовъ стали были изелѣдованы: сталь съ Si, Cr, W, Mo и V и никкелевая сталь. Какъ и углеродистая сталь, специальная сталь обнаруживаетъ также увеличеніе твердости съ пониженіемъ температуры; также особенно рѣзкое увеличеніе твердости наблюдается при  $-185^{\circ}$ . У отожженной стали увеличеніе твердости идетъ быстрѣе, чѣмъ у неотожженной.

Кремнистая и никкелевая сталь показываютъ *меньше быстрое* возрастаніе твердости съ пониженіемъ температуры; не наблюдается иногда и рѣзкаго увеличеніа твердости при  $-185^{\circ}$ , такъ что линія твердости въ этихъ случаяхъ является почти прямой.

Изслѣдованіе стали въ закаленномъ состояніи часто невозможно по методу Grinnell'я, такъ какъ шпатель лопається. Изъ тѣхъ опытовъ, которые удалось произвести авторамъ, можно вывести заключеніе, что закаленная сталь также показываетъ увеличеніе твердости при пониженіи температуры.

Сильная закалка малоуглеродистой стали нисколько не вліяетъ на измѣненіе твердости при охлажденіи.

Почти всѣ изелѣдованные сорта стали послѣ охлажденія до  $-185^{\circ}$  показываютъ при обыкновенной температурѣ большую твердость, чѣмъ до охлажденія, но увеличеніе слишккомъ незначительно, чтобы можно было утилизировать его для цѣлей практики.

Авторы поставили нѣсколько опытовъ съ аустенитными сталями, чтобы прослѣдить превращенія аустенита при  $-185^{\circ}$ . Никкелевая немагнитная сталь, состоящая исключительно изъ аустенита ( $\gamma$ -железа), послѣ охлажденія до  $-185^{\circ}$  показываетъ большую твердость и появленіе магнитныхъ свойствъ. Микроскопическое изслѣдованіе подвергнутыхъ охлажденію образцовъ обнаруживаетъ признаки распаденія аустенита и появленіе мартенсита.

Точно также, сталь съ 1,8% и 2,0% C, закаленная при  $1150^{\circ}$  и состоящая въ значительной степени изъ аустенита, послѣ обработки жидкимъ воздухомъ ( $-185^{\circ}$ ) показываютъ значительно большую твердость, чѣмъ до обработки. Микроскопическое изслѣдованіе подвергнутыхъ охлажденію образцовъ обнаруживаетъ появленіе на аустенитѣ зигзагообразныхъ линій, свидѣтельствующихъ о происшедшемъ распаденіи аустенита.

Аналогичныя превращенія аустенита никкелевой немагнитной стали обнаруживаются при проковкѣ, послѣ которой также увеличивается твердость и появляются на поверхности аустенита зигзагообразныя линіи.

М. О.

#### G. Mars. Магнитная сталь и остаточный магнетизмъ.

(Stahl und Eisen, 1909, 1673).

Въ электротехникѣ находитъ примѣненіе сталь съ двумя прямо противоположными свойствами. Для якорей динамоманинъ примѣняется сталь, легко намагничивающаяся, но столь же легко и теряющая полученный магнетизмъ,

т. е. сталь съ наибольшей магнитной воспримчивостью и наименьшим остаточным магнетизмом (гистерезисъ). Для постоянныхъ магнитовъ применяется сталь съ большой магнитной воспримчивостью и хорошо сохраняющая полученный магнетизмъ, т. е. сталь съ большимъ остаточнымъ магнетизмомъ.

Первому требованію вполне удовлетворяетъ кремнистая сталь съ 2%—3,5% Si и 0,0—0,1% C, которая и применяется въ настоящее время въ электротехникѣ; для магнитовъ же признается въ настоящее время наилучшей вольфрамовая сталь. Первая по микроструктурѣ очень походитъ на мягкое желѣзо и состоитъ исключительно изъ очень крупныхъ зеренъ феррита, магнитная же сталь очень мелкозерниста и состоитъ изъ мартенсита или изъ смѣси мартенсита и перлита. Конечно, и во всѣхъ другихъ отношеніяхъ, магнитная сталь также отличается отъ якорной, какъ твердая закаленная сталь отъ мягкой отожженной.

До сихъ поръ нѣтъ рациональныхъ основаній для сужденія о томъ, какой составъ должна имѣть наилучшая магнитная сталь и чѣмъ обуславливается большая или меньшая способность стали сохранять полученный магнетизмъ. Для рѣшенія этихъ вопросовъ авторъ изучилъ магнитныя свойства цѣлага ряда простыхъ и специальныхъ сталей, мѣняя ихъ составъ и тепловую обработку.

Изъ изучавшихся сортовъ стали выковывались прутья съ поперечнымъ сѣченіемъ 20 × 10 мм., и такимъ прутьямъ придавалась форма дугообразныхъ магнитовъ (выс. 125 мм.) по типу телефонныхъ; изогнутые прутья подвергались тщательной закалкѣ при такой температурѣ, при которой послѣ закалики они показывали наибольшую твердость и наиболѣе мелкозернистый изломъ. Затѣмъ, изогнутые прутья намагничивались сильнымъ электромагнитомъ и, въ приготовленномъ такимъ образомъ магнитѣ, опредѣлялся остаточный магнетизмъ непосредственно послѣ намагничиванія и черезъ 8 дней; опредѣлялась, такимъ образомъ, потеря магнетизма въ теченіе 8 дней.

Остаточный магнетизмъ опредѣлялся магнитометромъ Siemens'a, устройство котораго основано на томъ же принципѣ, что и устройство гальванометровъ. Въ гальванометрахъ имѣется постоянное магнитное поле, въ которомъ катушка вращается въ зависимости отъ силы проходящаго черезъ нее тока. Въ магнетометрѣ же является постояннымъ проходящій черезъ катушку токъ, а мѣняется величина магнитнаго поля; въ зависимости отъ величины магнитнаго поля и поворачивается катушка на большую или меньшую величину.

Въ табл. 1 (стр. 370) приведены результаты опредѣленій для магнитовъ изъ углеродистыхъ сортовъ стали. Изъ нея видно, что maximum остаточнаго магнетизма отвѣчаетъ содержанію C = 0,97%; при этомъ же содержаніи сталь достигаетъ и максимальной твердости; при большемъ содержаніи C остаточный магнетизмъ падаетъ, твердость не измѣняется.

Второй рядъ изслѣдованныхъ авторомъ сортовъ стали — вольфрамовая сталь, которая въ настоящее время и служитъ, главнымъ образомъ, для приготовленія магнитовъ. Въ табл. 2 приведены полученные авторомъ результаты для этихъ сортовъ стали. Изъ нея видно, что остаточный магнетизмъ вольфрамовой стали на 20%—50% выше остаточнаго магнетизма

Т а б л и ц а 1.  
УГЛЕРОДИСТАЯ СТАЛЬ.

№ магнита.	Анализъ.			Температура закалки въ °С.	Жидкость для закалки.	Твердость по Brinell'ю		Остаточный магнитизмъ.						Видъ излома.
								Послѣ намагничиванія.		Черезъ 8 дней.		Потеря магнитизма въ %.		
	C	Si	Mn			Отд. опред.	Сред. нее.	Отд. опред.	Сред. нее.	Отд. опред.	Сред. нее.	Отд. опред.	Сред. нее.	
1	0,11	0,016	0,16	880	Вода при 10—15°С.	149	143	18	18,0	17	17	5,6	5,6	Волокнистый.
2						137		18		17		5,6		
3	0,40	0,10	0,30	860	"	402	410	57	57,5	57	56,5	—	3,4	"
4						418		58		56		3,4		
5	0,65	0,15	0,12	850	"	600	600	55	58,5	52	56,5	5,5	3,0	Мелкозернист.
6						600		62		61		1,6		
7	0,81	0,08	0,20	820	"	664	674	67	64,5	65	62	3,0	3,9	Оч. мелкозерн.
8						683		62		59		4,8		
9	0,97	0,20	0,15	810	"	683	674	70	70,5	68	69	2,9	2,2	"
10						664		71		70		1,4		
11	1,17	0,18	0,23	780	"	627	627	56	55,5	54	53	3,6	4,6	"
12						627		55		52		5,5		
13	1,23	0,17	0,33	780	"	683	668	55	54,5	49	50,5	5,5	7,4	"
14						652		54		52		9,3		
15	1,28	0,18	0,25	765	"	683	668	57	55,5	55	53,5	3,5	3,6	"
16						652		54		52		3,7		
17	1,48	0,20	0,22	755	"	683	683	60	60,5	57	58	5,0	4,2	"
18						683		61		59		3,3		
19	1,50	0,12	0,30	750	"	627	627	54	46,0	53	44,5	1,9	3,6	Мелкозернист.
20						627		38		36		5,3		
21	1,70	0,12	0,65	740	"	627	640	38	37,5	37	36	2,6	4,0	"
22						652		37		35		5,4		

Т а б л и ц а 2.  
ВОЛЬФРАМОВАЯ СТАЛЬ.

№ магнита.	Анализъ.				Температура закалки въ °С.	Жидкость для закалки.	Твердость по Brinell'ю		Остаточный магнитизмъ.						Видъ излома.
									Послѣ намагничиванія.		Черезъ 8 дней.		Потеря магнитизма въ %.		
	C	Si	Mn	W			Отд. опред.	Сред. нее.	Отд. опред.	Сред. нее.	Отд. опред.	Сред. нее.	Отд. опред.	Сред. нее.	
1	1,15	0,20	0,23	0,68	780	Вода при 10—15°С.	600	600	69	69,5	67	68,5	2,9	2,9	Оч. мелкозерн.
2							600		70		70		—		
3	1,16	0,19	0,20	1,20	750	"	744	744	79	76,5	78	76	1,3	1,3	"
4							744		74		74		—		
5	0,64	0,25	0,26	1,12	820	"	713	713	78	76,5	75	73,5	3,8	3,9	"
6							713		75		72		4,0		
7	0,62	0,22	0,20	1,96	800	"	782	782	86	85,5	84	84	2,3	1,8	"
8							782		85		84		1,2		
9	1,20	0,28	0,29	3,22	740	"	782	782	66	66,5	63	65	4,5	4,5	"
10							782		67		67		—		
11	0,57	0,18	0,26	5,47	930	"	782	782	90	90,5	90	90,5	0	0	Гладкій, блестящій.
12							782		91		91		0		
13	1,25	0,27	0,30	8,65	930	"	782	782	62	61	60	58,5	3,2	4,1	"
14							782		60		57		5,0		
15	1,25	—	—	30,0	850	Масло.	578	578	19	19	—	—	—	—	Крупнозерн.
16							578		19		—		—		

Т а б л и ц а 3.  
Х Р О М О В А Я С Т А Л Ь.

№ магнита.	Анализъ.				Температура закалки в °С.	Жидкость для закалки.	Твердость по		Остаточный магнетизмъ.						Видъ излома.
							Brinell'ю.		Послѣ намагничиванія.		Черезъ 8 дней.		Потеря магнетизма въ %.		
	С	Si	Mn	Cr			Отд. опред.	Сред. нее.	Отд. опред.	Сред. нее.	Отд. опред.	Сред. нее.	Отд. опред.	Сред. нее.	
1	1,01	0,20	0,25	1,21	720	Вода.	713	713	88	86	85	83,5	3,4	2,9	Оч. мелкозерн.
2							713		84		82		2,4		
3	0,82	0,19	0,18	1,40	750	„	652	652	94	94	90	90	4,3	4,3	Гладкій, блестящій.
4							652		94		90		4,3		
5	1,05	0,15	0,24	1,62	750	„	652	652	95	95	94	94	1,1	1,1	„
6							652		95		94		1,1		
7	0,78	0,19	0,20	1,30	750	„	782	782	95	93,5	93	92,5	2,1	1,0	„
8							782		92		92		—		
9	1,02	0,21	0,23	2,14	750	„	600	600	93	93	90	90	3,2	3,2	„
10							600		93		90		3,2		
11	0,54	0,18	0,26	4,25	750	Масло.	532	514	85	84,5	82	82	3,5	3,0	Матовый, оч. мелкозернист.
12							495		84		82		2,4		
13	1,20	0,22	0,25	4,05	730	„	683	655	86	86	84	83,5	2,3	2,9	„
14							627		86		83		3,5		
15	1,80	0,21	0,24	12,45	760	„	652	640	55	55	54	53,5	1,8	2,7	Крупнозерн.
16							627		55		53		3,6		
17	2,60	0,27	0,26	2,46	750	„	713	713	50	50,5	48	48,5	4,0	4,0	„
18							713		51		49		3,9		

Т а б л и ц а 4.  
Х Р О М О - В О Л Ь Ф Р А М О В А Я С Т А Л Ь.

№ магнита.	Анализъ.			Температура закалки в °С.	Жидкость для закалки.	Твердость по		Остаточный магнетизмъ.						Видъ излома.
						Brinell'ю.		Послѣ намагничиванія.		Черезъ 8 дней.		Потеря магнетизма въ %.		
	С	Cr	W			Отд. опред.	Сред. нее.	Отд. опред.	Сред. нее.	Отд. опред.	Сред. нее.	Отд. опред.	Сред. нее.	
1	1,03	1,23	1,25	760	Вода.	600	600	84	84	83	82,5	1,2	1,8	Оч. мелкозерн.
2						600		84		82		2,4		
3	1,22	1,23	0,96	760	„	600	600	98	97	96	95,5	2,0	1,5	Оч. мелкозерн., блестящій.
4						600		96		95		1,0		
5	0,51	1,05	1,27	750	„	600	578	81	80	—	—	—	—	„
6						555		79		—		—		
7	1,38	0,66	1,33	750	„	627	627	91	87,5	88	85	3,3	2,9	„
8						627		84		82		2,4		
9	1,32	0,65	3,89	740	„	857	837	84	84,5	84	84,5	—	—	„
10						817		85		85		—		
11	0,54	3,52	10,42	1100	Масло.	857	837	84	84,5	83	82,5	1,2	2,4	„
12						817		85		82		3,5		



углеродистыхъ сортовъ стали; кромѣ того, не трудно замѣтить, что только до известнаго процентнаго содержанія вольфрама и углеродъ увеличиваютъ остаточный магнетизмъ стали ( $5\%$  W и  $0,6\%$  C); при большемъ содержаніи W и C остаточный магнетизмъ *уменьшается*.

Точно такъ же, какъ вольфрамъ, дѣйствуетъ въ магнитной стали и хромъ: остаточный магнетизмъ увеличивается только до известнаго процентнаго содержанія Cr, выше котораго остаточный магнетизмъ уменьшается.

Въ табл. 4 приведены результаты для хромо-вольфрамовой стали; сталь съ  $1,22\%$  C,  $1,23\%$  Cr и  $0,96\%$  W обладаетъ наилучшими магнитными свойствами изъ всѣхъ изслѣдованныхъ авторомъ сортовъ стали.

Изъ другихъ изслѣдованныхъ авторомъ сортовъ стали (табл. 5) ни одна не можетъ найти примѣненія для приготовленія магнитовъ. Полученные авторомъ для этихъ сортовъ результаты показываютъ вліяніе различныхъ примѣсей на магнитныя свойства стали. Изъ нихъ видно, во-первыхъ, что одного C недостаточно для стали съ наибольшимъ остаточнымъ магнетизмомъ,—необходимы другія спеціальныя примѣси; что, во-вторыхъ, наибольшій остаточный магнетизмъ стали не связанъ съ присутствіемъ какого-нибудь одного опредѣленнаго элемента и что различныя элементы могутъ повышать остаточный магнетизмъ стали.

Кромѣ состава большое значеніе для магнитной стали имѣетъ величина зерна. Чтобы показать это, авторъ приготовилъ изъ стали съ  $0,57\%$  C и  $5,47\%$  W нѣсколько магнитовъ, отличавшихся другъ отъ друга только тепловой обработкой и величиной зерна. Для этихъ магнитовъ были опредѣлены: твердость, остаточный магнетизмъ, изломъ и микроструктура. Въ табл. 6 приведены результаты для магнитовъ, закаленныхъ при различныхъ температурахъ, причемъ закалка была производима сразу же, какъ только магнитъ достигалъ данной температуры; въ табл. 7 приведены данныя для магнитовъ, выдерживавшихся въ теченіе 10 минутъ при температурѣ закалки.

Сопровождающія статьи микрофотографій показываютъ также полный параллелизмъ между величиной остаточнаго магнетизма и величиной зерна: сталь съ наибольшимъ остаточнымъ магнетизмомъ являются вмѣстѣ съ тѣмъ и мелкозернистой.

Но, очевидно, и величина зерна не имѣетъ рѣшающаго значенія для остаточнаго магнетизма, такъ какъ наиболѣе мелкозернистыя инструментальныя стали не показываютъ того остаточнаго магнетизма, какъ сталь съ  $0,6\%$  C и  $5,0\%$  W. Важнымъ факторомъ, опредѣляющимъ величину остаточнаго магнетизма стали, авторъ считаетъ *содержаніе въ стали свободного желѣза*. Чистое желѣзо является наиболѣе магнитнымъ тѣломъ; но оно не способно вслѣдствіе своей мягкости удерживать полученный магнетизмъ. Чтобы сообщить желѣзу эту способность, необходимо сдѣлать его твердымъ, что достигается введеніемъ въ него примѣсей. Но примѣси, входя въ составъ стали, образуютъ съ желѣзомъ немагнитныя соединенія и, такимъ образомъ, уменьшаютъ количество магнитнаго желѣза; слѣдовательно, поскольку онѣ сообщаютъ стали твердость, постольку повышаютъ остаточный магнетизмъ и постольку онѣ желательны; поскольку же примѣси связываютъ свободное желѣзо, постольку онѣ понижаютъ остаточный магнетизмъ стали и постольку же онѣ являются нежелательными.

Т а б л и ц а 5.  
СТАЛИ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА.

№ магнита.	А н а л и з ь.		Темпера- тура заковки въ °С.	Жидкость для заковки.	Твердость по Brinell'ю.		О с т а т о ч н ы й м а г н и т и з м ь.						Видъ излома.
							Послѣ намагни- чивания.		Черезъ 8 дней.		Потеря магни- тизма въ %.		
	С	Спеціальныя примѣси. % <sup>0</sup> / <sub>10</sub> .			Отд. опред.	Среднее.	Отд. опред.	Среднее.	Отд. опред.	Среднее.	Отд. опред.	Среднее.	
1	0,92	Mn—0,99	800	Вода.	600	600	72	71	71	70,5	1,4	0,7	Мелкозернистый.
2		Cr—0,43			600		70		70		—		
3		Si—0,94			578		78		75		3,8		
4	0,45	Cr—0,78	800	"	578	578	76	77	74	74,5	2,6	3,2	"
5		Si—0,5; Cr—1,1			600		88		87		1,1		
6	0,50	W—1,0; Mo—i,i	800	"	600	600	80	84	84	85,5	2,3	1,7	"
7		V—0,37			946		64		61		4,7		
8	0,82		800	Масло.	946	946	70	67	68	64,5	2,9	3,8	"
9					Mo—3,85		600		66		65		
10	1,22		800	"	600	600	62	64	61	63	1,6	1,6	Очень мелкозернистый. матовый.
11					Si—1,63		782		86		84		
12	0,68	Mn—0,58	820	Вода.	782	782	83	84,5	81	82,5	2,4	2,4	Зернистый.
13					223		6		6		0		
14	0,10	Si—3,70	830	"	228	226	6	6	6	6	0	0	Оч. крупнозернистый.
15					228		6		6		0		
16	0,95	Mn—12	860	"	228	228	Н е м а г н и т н а.						Очень мелкозернистый.
17					Mn—0,50		228	19	18	5,3			
18	0,20	Ni—5,0	850	"	228	228	—	—	—	—	—	5,3	Волокнистый.
19*		Mn—0,50			418		44		41		6,8		
20*	0,20	Ni—5,0	830	"	418	418	45	44,5	42	41,5	6,6	6,7	"
21		Mn—0,4; Cr—1,0			364		34		32		5,9		
22	0,18	Ni—4,0	830	"	364	364	—	—	—	—	—	5,9	"
23*		Mn—0,4; Cr—1,0			430		46		44		4,3		
24*	0,18	Ni—4,0	830	"	444	437	46	46	44	44	4,3	4,3	"
25		Mn—0,4			131		—		—		4,3		
26	0,40	Ni—25.	900	"	—	131	Н е м а г н и т н ы.						"
27		Mn—0,4			143		Н	е	м	а	г	н	
29	0,40	Ni—36.	850	"	146	145	146	145	146	145	146	145	"

\* Передъ закалкой нагрѣвались при 900° въ теченіе двухъ часовъ.

Т а б л и ц а 6.

№ магнита.	Тепловая обработка магнита.	Твердость по Вринелл'ю.		Остаточный магнитизмъ.						Видъ излома.	
				Послѣ намагничиванія.		Черезъ 8 дней.		Потеря магнитизма въ %.			
		Отд. опред.	Сред. ное.	Отд. опред.	Сред. ное.	Отд. опред.	Сред. ное.	Отд. опред.	Сред. ное.		
1 } 2 } 3 } 4 } 5 } 6 } 7 } 8 } 9 } 10 } 11 } 12 } *11a } *12a }	Закалены, какъ только достигли температуры закали.	750	269 387	328	40 32	36	38 30	34	5,0 6,3	5,7	Крупнозернистый.
800		782 555	669	85 72	78,5	82 69	75,5	3,5 4,2	3,9	"	
850		713 713	713	85 87	86	83 83	83	2,4 4,6	3,5	"	
900		782 744	763	93 92	92,5	86 88	87	7,5 4,3	5,9	Очень мелкозернистый, матовый.	
930		713 782	748	93 90	91,5	89 87	88	4,3 3,3	3,8	Очень мелкозернистый, блестящий.	
950		857 817	837	91 96	93,5	87 91	89	4,4 5,2	4,8	Очень мелкозернистый.	
1000		782 782	782	92 92	92	89 88	88,5	3,3 4,3	3,8	Очень мелкозернистый.	
1050		744 817	781	92 92	92	88 89	88,5	4,3 3,3	3,8	Очень мелкозернистый, блестящий.	
1100		782 817	800	79 86	82,5	79 85	81	0 3,5	3,5	Очень мелкозернистый, матовый.	
1150		817 817	817	86 88	87	84 85	84,5	2,3 3,4	2,9	"	

\* Литые.

Т а б л и ц а 7.

1 } 2 } 3 } 4 } 5 } 6 } 7 } 8 } 9 } 10 } 11 } 12 } 13 } 14 } 15 } 16 } 17 } 18 }	Нагрѣты до 900° и прокованы при этой температурѣ.  Передъ закалкой нагрѣвались въ течение 10 мин. при температурѣ закали.	700	269 444	353	47 30	45,5	42 22	41,5	10,6 6,8	8,7	Зернистый.
269		278	60	44	45,5	41	41,5	8,3	8,7	"	
269		257	59	59,5	35	45	45	10,3	9,3	"	
700		262 444	353	30 30	30	28 22	25	6,7 26,7	16,7	"	
800		713 578	646	80 79	79,5	78 70	74	2,5 11,4	7,0	Матовый, крупнозернистый.	
900		578 627	603	91 93	92	88 89	88,5	3,3 4,3	3,8	Мелкозернистый, матовый.	
950		713 652	683	95 93	94	93 92	92,5	2,1 1,1	1,6	"	
1000		555 600	578	86 88	87	84 86	85	2,3 2,3	2,3	"	
1100		555 627	591	79 79	79	77 77	77	2,5 2,5	2,5	Крупнозернистый.	
1200		627 627	627	76 —	76	75 —	75	1,3 —	1,3	Очень крупнозернистый.	

Углеродъ въ стали находится въ видѣ  $\text{Fe}_3\text{C}$ , поэтому каждая единица С связываетъ 14 единицъ желѣза; въ наиболѣе магнитной углеродистой стали съ 1% С имѣется 15%  $\text{Fe}_3\text{C}$  и 85% свободного желѣза. Если же, вмѣсто  $\text{Fe}_3\text{C}$ , имѣется въ стали другой карбидъ, который можетъ сообщить стали такую же твердость, какъ  $\text{Fe}_3\text{C}$ , но для образованія котораго требуется меньше желѣза или совсѣмъ не требуется, то остаточный магнетизмъ стали можетъ повыситься. Такъ, въ вольфрамовой стали съ 5,47% W и 0,57% С вольфрамъ образуетъ карбидъ  $\text{W}_2\text{C}$ , остальное же, количество углерода образуетъ  $\text{Fe}_3\text{C}$ , такъ что въ такой стали количество карбидовъ равно—11,50%, а свободного желѣза—88,50%; вслѣдствіе большаго количества свободного желѣза въ этой стали по сравненію съ углеродистой съ 1% С, остаточный магнетизмъ ея значительно больше. Въ хромовой стали съ 0,82% С и 1,40% Cr хромъ образуетъ карбидъ  $\text{Cr}_7\text{C}_3$ , остальное количество углерода образуетъ  $\text{Fe}_3\text{C}$ ; всего въ такой стали карбидовъ 10,76%, свободного желѣза — 89,24%.

Не трудно также объяснить, съ точки зрѣнія автора, почему хромо-вольфрамовыя стали до извѣстнаго содержанія Cr и W обладаютъ большимъ остаточнымъ магнетизмомъ и почему, съ другой стороны, инструментальныя, содержанія 20%—25% примѣсей и небольшое количество свободного желѣза, обладаютъ небольшимъ остаточнымъ магнетизмомъ.

Съ изложенной точки зрѣнія танія примѣси, какъ Si, Mn, S и Ph, понижаютъ остаточный магнетизмъ стали, такъ какъ понижаютъ % содержание свободного желѣза. М. О.

*Н. Бѣляевъ.* Кристаллизація, структура и свойства стали при медленномъ охлажденіи. (Зап. Имп. Рус. Техн. О-ва., авг., сент., 1909).

Названная работа продолжаетъ печататься въ „Запискахъ“ и въ 1910 году; въ началѣ этого года XI главъ труда Н. Бѣляева вышли въ свѣтъ книгой, о которой будетъ данъ отзывъ въ отдѣлѣ библіографіи слѣдующей книги Ж. Р. М. О. М. Н.

*W. H. Walker.* Электролитическая теорія ржавленія и ея примѣненія. (Journ. Iron. & Steel Inst., 1909, I, 69—80).

Важность проблемы предохраненія желѣза отъ ржавленія побудила общество Iron & Steel Institute поручить разработку этой темы одному изъ стипендіатовъ Carnegie, доктору *I. Newton Friend*. Изъ произведенныхъ имъ опытовъ *Friend* вывелъ заключеніе, что ржавленіе обусловлено растворенной въ водѣ углекислотой и что электролитическая теорія ржавленія противорѣчитъ наблюдавшимся имъ фактамъ и, какъ несостоятельная, должна быть оставлена. Въ реферлируемой работѣ авторъ показываетъ, что наблюденія *Friend*'а нисколько не противорѣчаютъ электролитической теоріи ржавленія.

*Friend* не могъ доказать присутствія іоновъ желѣза въ чистой водѣ,—въ которой онъ долгое время выдерживалъ свои образцы,—потому что примененный имъ аналитическій приемъ недостаточно чувствителенъ. Наблюдавшееся имъ раствореніе желѣза въ содержащей углекислоту водѣ легко

объясняется электролитической теоріей: въ этомъ растворѣ число Н-іоновъ воды больше, чѣмъ въ чистой водѣ. Авторъ подробно излагаетъ электрохимическую теорію ржавленія и иллюстрируетъ приложимость этой теоріи рядомъ опытныхъ данныхъ и чертежей, выясняющихъ роль Zn, Sn, портландъ-цемента и другихъ предохраняющихъ веществъ въ процессѣ ржавленія. Болѣе подробное изложеніе затронутыхъ авторомъ вопросовъ читатель найдетъ въ слѣдующемъ рефератѣ. Ф. Д.

*A. S. Cushman. Предохраненіе желѣза и стали.*

(Journ. Iron & Steel Inst., 1909 I, 33—68).

Авторъ, на онованіи всей совокупности новѣйшихъ наблюдений и опытовъ, считаетъ разѣданіе и ржавленіе желѣза электрическимъ явленіемъ.

Въ отличіе отъ другихъ металловъ, желѣзо чрезвычайно рѣдко растворяется по всей поверхности; почти всегда процессъ идетъ въ немногихъ отдѣльныхъ точкахъ. Если погрузить образцы желѣза или стали въ воду, или, лучше, — въ слабый нейтральный растворъ электролита и прибавить нѣсколько капель индикатора—фенолъ-фталеина, то въ нѣкоторыхъ точкахъ поверхность окрашивается въ слабокрасный цвѣтъ; эта окраска доказываетъ присутствіе здѣсь іоновъ OH'. Прибавленіе къ раствору незначительныхъ количествъ красной соли вызываетъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ желѣзо переходитъ въ растворъ, характерное окрашиваніе турбулльской сини. Для уменьшенія диффузиі къ упомянутому реактиву — „ферроксилу“—прибавляютъ желатинны или агаръ-агаръ. Уже по прошествіи 5 дней авторъ получалъ на изслѣдованныхъ имъ образцахъ вполнѣ отчетливыя синія и красныя пятна; окраска появляется тѣмъ скорѣе, чѣмъ больше концентрація солей въ растворѣ, т. е. чѣмъ электропроводнѣе растворъ. При достаточно продолжительномъ дѣйствіи раствора на синихъ пятнахъ появляется слой ржавчины.

Эти опыты показываютъ, что ржавленію предшествуетъ переходъ желѣза въ іонное состояніе, иначе говоря,—электрохимическое дѣйствіе раствора или воды на желѣзо.

Если бы испытываемые образцы имѣли вполнѣ однородную поверхность, то всюду упругость растворенія была бы одинакова и разѣданіе шло бы по всей поверхности; но такъ какъ поверхность желѣза химически и механически неоднородна, то неодинакова и упругость растворенія въ разныхъ мѣстахъ поверхности. Въ мѣстахъ наименьшей упругости растворенія накапливаются водородные іоны и желѣзо растворяется; OH-іоны выдѣляются на участкахъ болѣе высокой упругости растворенія; соединяясь, оба іона даютъ нейтральную молекулу воды, опять накапливаются Н и OH-іоны и т. д.

По этой теоріи процессъ ржавленія распадается на 2 фазы: 1) образованіе водородныхъ іоновъ, и 2) соединеніе раствореннаго на поверхности желѣза съ кислородомъ. Такимъ образомъ, можно предупредить ржавленіе уменьшеніемъ числа Н-іоновъ окислителями, напр., хромовой кислотой, или же кислородныхъ іоновъ восстановителями, напр., пирогаллоломъ. Ускоряющее ржавленіе дѣйствіе CO<sub>2</sub> сводится къ увеличенію числа Н-іоновъ въ растворѣ. Эта теорія объясняетъ также тотъ странный фактъ, что слабые растворы щелочей усиливаютъ ржавленіе, крѣпкіе же совершенно его остано-

вливаютъ: въ крѣпкихъ щелочахъ концентрація Н-іоновъ очень незначительна, такъ какъ при малой электролитической диссоціаціи воды избытокъ свободныхъ НО-іоновъ влечетъ за собой, по закону дѣйствія массъ, уменьшеніе числа свободныхъ іоновъ Н.

*Предохраненіе желѣза отъ ржавленія.* Менѣе всего, по предыдущему, должно ржавѣть чистое, однородное желѣзо; но такъ какъ производство его и трудно, и дорого, то предпочитаютъ покрывать, гдѣ это возможно, техническое желѣзо защитными слоями изъ другихъ металловъ, красокъ, лаковъ, эмали и окисловъ.

*Цинкъ*, какъ менѣе благородный металлъ, растворяется легче желѣза; поэтому слой цинка вполне предохраняетъ желѣзо отъ ржавленія, если только примѣняемая при цинкованіи кислота нацѣло удалена. Не такъ вреденъ, какъ кислая жидкость, щелочной растворъ ZnO, но лучше обойтись совсѣмъ безъ растворовъ и оцинковывать желѣзо по способу Sherard'a (сухое оцинкованіе). Авторъ въ настоящее время изучаетъ ржавленіе подъ вліяніемъ атмосферныхъ условій нѣсколькихъ сортовъ желѣзной жести, оцинкованной по разнымъ, примѣняемымъ въ техникѣ, способамъ.

*Другіе металлы* (чаще всего—Sn, рѣже—Si или Pb), примѣняемые для покрытія, благороднѣе желѣза и защищаютъ его лишь тогда, когда они вполне плотнымъ слоемъ покрываютъ его, что, какъ показало изученіе луженой жести ферроксидомъ, можетъ быть достигнуто лишь горячей прокаткой луженыхъ предметовъ.

*Краски и лаки.* Малорастворимыя хромовокислыя соли, теоретически, являются лучшими предохранителями отъ ржавленія; но слой этихъ солей легко смывается на воздухѣ и долженъ быть защищенъ еще особымъ покрытиемъ, напр., масляной краской. Льняное масло одно, безъ пигментовъ, не предупреждаетъ ржавленія, такъ какъ оно проникаемо для воды. Дѣйствіе краски зависитъ отъ того, какъ относится пигментъ краски къ желѣзу: если пигментъ, отдѣльно взятый, способствуетъ ржавленію, то краска, изъ него приготовленная, не въ состояніи предохранить желѣза отъ развѣданія.

Авторомъ совмѣстно съ его помощниками поставлены 5 серій опытовъ надъ дѣйствіемъ 50 разныхъ минеральныхъ пигментовъ на желѣзо. Въ обыкновенныя промывалки помѣщали по взвѣшенному куску жести (изъ литого желѣза), поверхностью около 4 кв. дм., наливали 100 куб. сант. воды и около 10 куб. сант. пигмента; всѣ промывалки соединялись послѣдовательно и черезъ нихъ въ теченіе 1—3 недѣль пропускалась струя воздуха. Затѣмъ образцы жести вынимались, очищались мягкой щеткой и взвѣшивались; убыль въ вѣсѣ показывала интенсивность ржавленія.

Изъ обширнаго экспериментальнаго матеріала приводимъ лишь нѣсколько примѣровъ. Ржавленіе *замедляютъ* пигменты: хромовокислыя Zn и Pb; свинцовыя бѣлила, приготовленныя по нѣмецкому способу; ультрамаринъ; ивовый уголь; *безразлично* относятся: свинцовыя бѣлила (основной карбонатъ), глетъ, углекислый кальцій, асбестъ; *ускоряютъ* ржавленіе: сажа, гипсъ, охра, уголь, графитъ.

По электрохимической теоріи ржавленія нужно ожидать, что при наличности незакрашенныхъ участковъ поверхность будетъ развѣдаться тѣмъ сильнѣе, чѣмъ болѣе электропроводность защитнаго слоя. Для провѣрки этого

положенія поставлены опыты съ сажей, графитомъ и ивовымъ углемъ, электропроводности которыхъ относились какъ: 2,28:0,91:0,54. Эти пигменты растирались съ льнянымъ масломъ и скипидаромъ; покрашенные полученными красками отполированные стальные образцы высушивались, завертывались въ мокрую фильтровальную бумагу и выдерживались около 3 недѣль въ водѣ; затѣмъ осторожно снимали окраску и изучали поверхность металла. Какъ и слѣдовало ожидать, сильнѣе другихъ образцовъ ржавѣло покрашенное сажей желѣзо.

Изъ этихъ и еще другихъ, нами не приведенныхъ, опытовъ авторъ выводитъ слѣдующія заключенія:

1) Пигменты, представляющіе хорошіе проводники перваго класса, не пригодны для предохраненія желѣза; отношеніе пигмента къ желѣзу слѣдуетъ опредѣлять въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ особымъ опытомъ.

2) Лучшими предохраняющими отъ ржавленія лаками нужно считать растворъ хромовой кислоты въ спиртовомъ растворѣ шеллака, или, для нѣкоторыхъ цѣлей, каменноугольную смолу.

*Цементы*, благодаря присутствію свободной СаО, имѣютъ сильно щелочную реакцію и уложенное въ нихъ желѣзо не ржавѣетъ, если цементъ непроницаемъ для воды. Въ противоположномъ случаѣ попадающая вода смываетъ щелочь и содѣйствуетъ энергичному ржавленію незащищеннаго уже желѣза.

*Вороненіе, слой фосфида или силицида* примѣняются довольно рѣдко. Такъ какъ желѣзо, содержащее 10% Si, практически не ржавѣетъ, то изобрѣтеніе способа покрыванія стальныхъ вещей слоемъ Fe съ большимъ содержаніемъ Si имѣло было громадное значеніе.

*Незащищенное желѣзо*. Предметы, которые по какимъ-нибудь причинамъ нельзя покрывать защитнымъ слоемъ, слѣдуетъ готовить изъ почти не ржавѣющаго матеріала: желѣза, содержащаго менѣе 0,05% примѣсей, никкелевой, хромовой, ванадіевой стали.

Ф. Д.

## Металлургическіе заводы.

### Оборудованіе. Работа. Производительность.

Индійскій чугуноплавильный и сталелитейный заводъ фирмы Tata Iron Co.  
(Ir. Tr. Rev., 1909, Sept. 23, 545—548).

Заводъ названной фирмы является не первымъ въ Индіи по времени постройки,—тамъ уже нѣсколько лѣтъ работаютъ на коксѣ 2 доменные печи фирмы Bengal Iron & Steel Co; имѣется мартеновская фабрика, построенная правительствомъ; прокатная фабрика, эксплуатируемая желѣзнодорожной компаніей,—но онъ несомнѣнно является первымъ по размѣрамъ производства и по оборудованію.

Основателемъ фирмы былъ туземецъ Tata, но въ настоящее время ведутъ дѣла фирмы его сыновья и нѣсколько туземцевъ, входящихъ въ составъ правленія. Строителемъ завода была фирма Julian Kennedy, Axel Sahlin & Co, а первымъ техническимъ директоромъ — американецъ G. Wells.

Заводъ расположенъ на линіи жел. д. Бенгаль-Нагпуръ у Kalimati, въ 152 миляхъ къ западу отъ Калькутты, и вполне обезпеченъ запасами всѣхъ сырыхъ матеріаловъ изъ принадлежащихъ фирмѣ — собственницы мѣсторожденій.

*Руда*—очень богатый красный желѣзнякъ (отъ 60% до 67% Fe)—добывается изъ мѣсторожденія Gurumaishini, въ 40 миляхъ отъ завода.

Коксуиційся *каменный уголь* доставляется въ заводъ изъ копей, отстоящихъ на 100 миль; уголь даетъ крѣпкій, малосѣрнистый коксъ, содержащій, однако, около 18% золы.

*Флюсомъ* служатъ мѣстные известняки и доломиты.

*Коксъ* получается въ заводѣ въ 180 коксовальныхъ печахъ Corrée въ количествѣ до 700 тоннъ въ 10 ч. смѣну.

*Доменные печи*, двѣ, имѣютъ высоту 23,5 м., 5,75 м. въ діаметрѣ распара и снабжены наклонными подъемами для автоматической завалки матеріаловъ. При каждой печи установлено по 4 воздухонагрѣвателя Kennedy 27,43 м. × 6,71 м. Газы очищаются въ сухихъ и центробѣжныхъ газоочистителяхъ и сжигаются въ центральной котловой на 8000 HP (котлы Babcock-Wilcox).

Дутье подается тремя турбо-воздуходувками (турбины типа Zoelly), всасывающими до 850 куб. м. воздуха въ минуту и подающими его подъ давленіемъ 18 фунт.



Въ центральной электр. станціи установлено 3 турбо-генератора мощностью 1000 к. в. каждый. Трехфазный токъ въ 3000 в. (50 період.) частью преобразуется въ постоянный токъ (250 в.) для дѣйствія крановъ и механизмовъ прокаткой, частью прямо передается въ насосное отдѣленіе, расположенное въ разстояніи 2 миль отъ завода, частью преобразуется въ токъ 440 в. напряженія для передачи въ разныя мѣста завода.

*Сталелитейная*, занимающая площадь около  $200 \times 41$  м., заключаетъ въ себѣ отапливаемый газомъ миксеръ на 300 тоннъ, 4 сорока-тонныхъ основныхъ мартеновскихъ печи и 3 печи-колодца на 5 садочныхъ камеръ каждая. Жидкій чугунъ, въ ковшахъ подвозимый отъ доменныхъ печей, заливается въ миксеръ однимъ изъ 2-хъ разливныхъ крановъ на 75 тоннъ; для загрузки твердаго металла печи оборудованы подвѣшенной машиной. Разливка стали производится въ подвижныя изложницы; разборка ведется стрипперомъ.

Вдоль лиціи печей тянется генераторное зданіе, въ которомъ установлено 16 генераторовъ Morgan'a съ автоматической загрузкой и вращающимся зольникомъ.

*Прокатное отдѣленіе* (строеніе:  $65,8 \times 45,7$  м.) оборудовано станомъ блумингъ и рельсопрокатнымъ, приводимыми въ движеніе одной машиной Ehrhardt & Sehmer (работающей безъ конденсаціи, діам. каждаго изъ 3-хъ цилиндровъ 1300 мм., ходъ тоже 1300 мм.), расположенной между станами.

Стальные валы стана блумингъ имѣютъ діаметръ 840 мм. и бочку, длиной 2030 мм. Рельсопрокатный станъ, о трехъ ставахъ, имѣетъ валы 710 м. въ діаметрѣ.

Статья даетъ перечисленіе всѣхъ вспомогательныхъ мастерскихъ завода и воспроизводитъ планъ завода, но—въ очень маломъ масштабѣ и безъ обозначенныхъ размѣровъ.

*М. П.*

### **Желѣзодѣлательные заводы Buderus въ Wetzlar'ѣ (St. & E., 1632—1643).**

Описываемые заводы перерабатываютъ залежи желѣзныхъ рудъ въ Lahn'ѣ и Dill'ѣ, — самыя значительныя въ Пруссіи. Площадь имѣющихся тамъ 656 рудниковъ достигаетъ 600 мил. кв. метровъ.

Въ ходу находятся заводы: Sophienhütte, Mainweserhütte, Carlshütte и Georgshütte, производящие чугунъ (около 100000 t.), чугунныя трубы (около 50.000 t.) и издѣлія изъ шлака (цементъ, кирпичъ и пр.). Статья даетъ описаніе переоборудованія завода Sophienhütte, которое заключалось: въ постройкѣ третьей доменной печи (21 м. высотой и 380 куб. м. емкости) съ наклоннымъ электрическимъ подъемомъ (см. фиг. 8); устройствѣ эстакады и электрической подвѣсной дороги для доставки сырыхъ матеріаловъ на колошники д. печей; въ постройкѣ новой фабрики для переработки доменнаго шлака въ цементъ, литейной для трубъ (до 1500 мм. діам.) и центральной силовой станціи, работающей доменнымъ газомъ и обслуживающей не только данный, но и сосѣдніе заводы, позволивъ почти цѣликомъ упразднить работу паровыхъ машинъ.

На прилаг. табл. VIII приведены: продольный и поперечный разрѣзы

эстакадъ; планъ эстакадъ, электрической подвѣсной дороги и колонниково-ваго подъема, а также боковой видъ послѣдшаго.

На горизонтальныхъ участкахъ подвѣсной дороги вагонетки приводятся въ движеніе имѣющимися при нихъ моторами; на подъемѣ моторъ автоматически выключается и вагонетка зацѣпляется канатомъ, подающимъ ее на колонникъ.

Провозоспособность подвѣсной дороги при 20 часовой работѣ и скорости вагонетокъ 1 м. въ сек. равна 1000 т. руды, 250 т. известняка и 500 т. кокса. При обычной работѣ разстояніе между вагонетками 24—25 м., при ускоренной 19—20 м.; въ первомъ случаѣ работа канатной подвѣсной дороги на колонниковомъ подъемѣ равна 17 НР, во второмъ—27 НР. Моторы вагонетокъ приводятся въ движеніе постояннымъ токомъ въ 110 в.; для нагруженной вагонетки требуется 0,50 к. в., для порожней—0,30 к. в.

Изъ крупныхъ устройствъ завода слѣдуетъ упомянуть о газоочистителяхъ. Доменные газы проходятъ черезъ сухіе, затѣмъ—черезъ водяные газоочистители и вентиляторы, и часть ихъ—съ содержаніемъ пыли 0,3 гр. въ куб. м.—поступаетъ для отопленія кауперовъ и паровыхъ котловъ; другая часть полуочищенныхъ газовъ проходитъ, затѣмъ, черезъ два Тейсена и, съ содержаніемъ пыли 0,02 гр. въ куб. м., поступаетъ въ газомоторы и въ горѣлки труболитейной. Всего очищается около 65.000 куб. м. въ 1 ч., на что затрачивается около 400 НР.

В. П. и М. О.

### Чугунноплавильный и сталелитейный заводъ фирмы New-York State Steel Co.

(Ir. Age, 1909, Nov. 25, 1623—1629).

Заводъ расположенъ недалеко отъ Buffalo у рѣки того же наименованія, въ 1 милѣ разстоянія отъ берега озера При, съ которымъ онъ будетъ соединенъ впослѣдствіи каналомъ. Пока доставка руды на заводъ производится съ помощью перегрузки ея въ желѣзнодорожные вагоны, разгружающіеся на эстакадахъ между двумя доменными печами (пока имѣется одна), нѣсколько позади ихъ (см. данный на прилагаемой табл. IX планъ).

Доменная печь, съ наклоннымъ подъемомъ и автоматической завалкой, рассчитана на 450 тоннъ суточной производительности и имѣетъ высоту 25,91 м., 6,4 м. въ распарѣ, 4,19 м. діаметръ горна и 4,27 м. у колонника. При ней 4 воздухонагрѣвателя Massicks-Crooke 32 м. высотой и 6,4 м. въ діаметрѣ.

Пока установлено три воздуходувные маныны (діаметры паров. цилиндровъ 1219 и 2134 м.м., а воздуходувныхъ 2134 мм.; ходъ — 1524 м.м.) и 10 паровыхъ котловъ Stirling на 400 НР каждый.

Между двумя доменными печами расположена мартеновская фабрика; поддоменники у печей отсутствуютъ: чугунъ прямо выпускается въ миксеры, расположенные у горна и вблизи мартеновскихъ печей. Въ этомъ и заключается одна изъ *характерныхъ особенностей описываемаго завода* (см. фигуры, дающія планъ и вертикальный разрѣзъ доменной печи и мартеновско фабрики).

Второй особенностью, на которую слѣдуетъ указать, является способъ приведенія въ движеніе миксера,—старого европейскаго типа. Стержень, на-

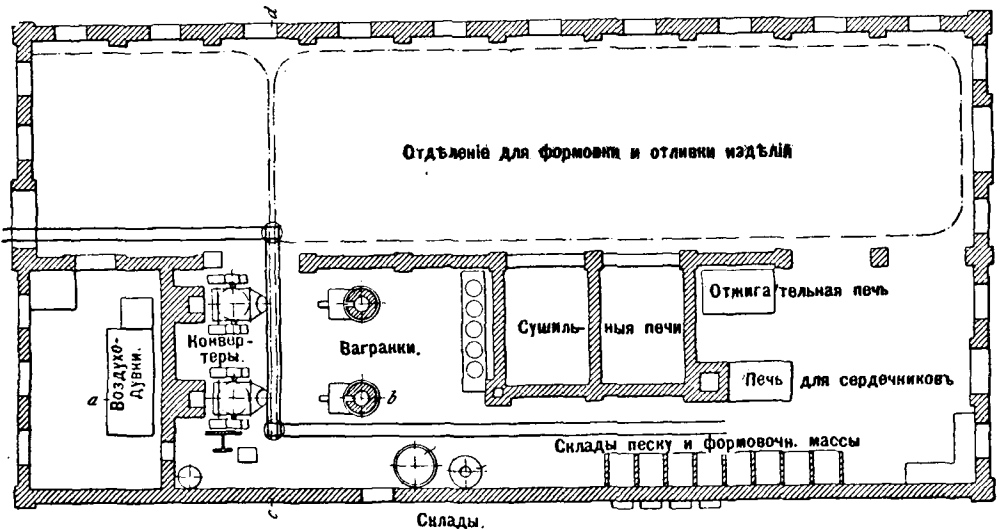
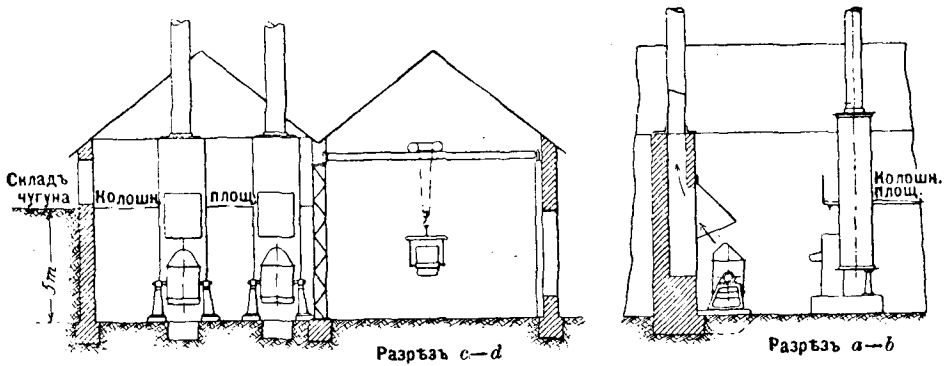
клоняющій миксеръ, соединенъ съ помощью червячной передачи съ 2-мя электромоторами въ 25 HP каждый.

*Мартеновская фабрика* оборудована пока 2 печами (предполагается 5 на 2 доменные печи), работающими по способу Тальбота (разрѣзь фабрики представленъ на табл. IX). Вращеніе печей производится электромоторами; послѣдніе примѣнены и для перекидыванія клапановъ, и для подъема заслонокъ рабочихъ отверстій. Печи даютъ въ сутки 200 тоннъ стали, выпускаемой въ 4 приема.

Пока на заводѣ работаетъ только станъ для прокатки болванокъ и заготовокъ, — сортовой станъ, показанный пунктиромъ въ правомъ нижнемъ углу плана, предположенъ къ постройкѣ впоследствии. *М. П.*

*G. Rott. Сталелитейная съ конвертерной установкой. (St. und E., 1909, 1190—1192)*

Авторъ, будучи извѣстнымъ сторонникомъ примѣненія малаго бессеменованія къ производству стального литья, въ настоящей статьѣ не сообщаетъ никакихъ новыхъ данныхъ по этому вопросу, но даетъ планъ и



разрѣзсы сталелитейной фабрики, недавно построенной на одномъ изъ заводовъ Штирн и оборудованной 2-мя конвертерами, которые и воспроизводятся здѣсь. *М. П.*

*E. Rieke. Механическое оборудованіе металлургическихъ заводовъ.*  
(Stahl und Eisen, 1909, № 47).

Вслѣдствіе введенія за послѣднія 10 лѣтъ почти на всѣхъ металлургическихъ заводахъ большихъ газовыхъ машинъ и электрической передачи силы, механическое оборудованіе значительнымъ образомъ измѣнилось,—тамъ, гдѣ прежде господствовало чисто паровое хозяйство съ распредѣленіемъ пара по болѣе или менѣе длиннымъ паропроводамъ, такая передача встрѣчается теперь все рѣже и рѣже.

Приводимыя прежде паровыми машинами доменные воздуходувки замѣняются газовыми, что стало возможнымъ также и для конвертерныхъ воздуходувокъ. Затѣмъ, сдѣланы были значительныя усовершенствованія въ электрической передачѣ силы для множества вспомогательныхъ механизмовъ и, вообще, устройствъ,—подъемныхъ машинъ, транспортныхъ устройствъ, насосовъ, очистки газа, разнаго рода станковъ и проч.,—а электрическія станціи для обслуживанія всѣхъ этихъ вспомогательныхъ устройствъ и освѣщенія находятся почти на каждомъ заводѣ.

Много позднѣе электрическая передача силы была примѣнена и къ прокатнымъ станамъ,—сначала съ постояннымъ направленіемъ вращенія валковъ. Но такая передача, требовавшая значительно большаго расхода энергіи, и связанная съ потерями въ паро или газодинамо проводахъ и электромоторахъ, не представляла сначала никакихъ преимуществъ противъ прямой паровой передачи и стоила дороже. На практикѣ, однако, оказывается, что теперь въ Германіи и другихъ странахъ значительная часть становъ, съ постояннымъ направленіемъ вращенія валковъ, приводится въ дѣйствіе также отъ электромоторовъ. Фирма А. Е. Д. доставила, въ общемъ, могоровъ для этой цѣли на 98105 НР нормально и 196516 НР максимально.

Наконецъ, 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> года тому назадъ была устроена электрическая передача для одного тяжелаго реверсивнаго стана, на 10000 НР максимально, на заводѣ Trzynietz. Но приходится сказать, что стоимость оборудованія реверсивными электрическими станами въ сравненіи съ новѣйшими сдвоенными реверсивными tandem-compound машинами съ кондененціей значительно выше. Однако, и въ этомъ случаѣ поставлено уже 50 электрическихъ реверсивныхъ становъ, не считая малыхъ, по 100 НР для прокатки мѣди. Кромѣ этого, на центральныхъ станціяхъ въ послѣднее время, на ряду съ газовыми машинами, появляются все чаще и чаще паровыя турбины, не смотря на много разъ выражавшееся мнѣніе, что дешевая электрическая передача можетъ быть осуществлена только газовыми центральными станціями, вслѣдствіе лучшаго использованія ими теплоты.

Такимъ образомъ, при оборудованіи современнаго завода приходится рѣшать слѣдующіе два вопроса:

1) Что нужно предпочесть для примадинамо,—газомоторъ или паровую турбину?

2) Какую передачу выбрать для реверсивнаго стана,—паровую или электрическую?

Рѣшенія могутъ быть слѣдующія:

А) Передача къ примадинамо отъ газомотора, передача къ реверсив-

ному стану отъ паровой машины, и электрическая передача къ станамъ съ постояннымъ направлениемъ вращенія валковъ.

В) Электрическая станція оборудована турбодинамо. Реверсивные станы и станы съ постояннымъ направлениемъ вращенія валковъ дѣйствуютъ отъ электрической передачи.

С) Передача къ примадинамо отъ газомотора (какъ при А), а всѣ станы съ электрической передачей (какъ при В).

Д) Передача къ примадинамо частью отъ газомоторовъ, частью отъ паровыхъ турбинъ, всѣ станы съ электрической передачей (комбинація В и С).

Поведемъ расчетъ въ предположеніи производительности завода 386000 тоннъ доменнаго чугуна и 360000 тоннъ слитковъ, и предположимъ: 1) 1150 мм. блумпнгъ съ годовой производительностью 360000 тоннъ; часовая производительность его, при 6000 часахъ въ году = 60 тоннъ. 2) 900 мм. duo для балокъ, рельсовъ и проч. съ годовой производительностью 160000 тоннъ и наибольшей часовой 40 тоннъ.

При передачахъ къ обоимъ реверсивнымъ станамъ отъ паровыхъ машинъ получаютъ слѣдующія соотношенія:

1. При средней вытяжкѣ въ блумингъ, равной 8, требуемое количество пара на тонну, принимая всѣ потери отъ конденсаціи, будетъ 230 кгр.; слѣдовательно,—при указанной производительности потребуется въ часъ  $\frac{60 \cdot 230}{1000} = 13,8$  тоннъ, или въ годъ  $\frac{360000 \cdot 230}{1000} = 82000$  тоннъ пара.

2. Для отдѣлочнаго стана, съ наибольшей производительностью 40 тоннъ въ часъ и при 600 кгр. расхода пара на тонну, потребуется къ часъ  $\frac{40 \cdot 600}{1000} = 24$  тонны, или въ годъ  $\frac{160000 \cdot 600}{1000} = 96000$  тоннъ пара.

Слѣдовательно,—для обоихъ реверсивныхъ становъ потребуется пара въ часъ 37,8 тоннъ или въ годъ 178800 тоннъ.

Для такого количества пара необходимо имѣть 30 ланкаширскихъ котловъ (3 запасныхъ) по 100 кв. метра поверхности нагрѣва каждой.

При электрической передачѣ къ обоимъ реверсивнымъ станамъ получаютъ соотвѣтственно слѣдующія соотношенія:

Въ блумингѣ расходъ энергіи составляетъ 21 к. в. часовъ; при 60 тоннахъ производительности въ часъ центральная станція должна отдать 1200 к. в., слѣдовательно въ годъ —

$$360000 \cdot 21 = 7500000 \text{ к. в. — часовъ.}$$

Въ отдѣлочномъ станѣ, при 50 к. в.—часахъ на тонну и при 40 тонной производительности въ часъ, центральная станція должна отдать 2000 к. в., слѣдовательно,—въ годъ:

$$160000 \cdot 50 = 8000000 \text{ к. в. — часовъ.}$$

Итакъ, оба стана требуютъ отъ центральной станціи 3260 к. в. въ часъ или 15560000 к. в.—часовъ ежегодно.

3) Для 750 мм. обжимнаго стана trio и ряда другихъ становъ съ постояннымъ направлениемъ вращенія валковъ можно считать, приблизительно, 20000000 к. в. — часовъ ежегодно; при этомъ часовое потребленіе энергіи будетъ доходить до 3000 к. в. въ среднемъ и до 5000 к. в. максимумъ.

4) Вспомогательныя машины на заводѣ, а также освѣщеніе, требуютъ ежегодно 15000000 к. в. — часовъ, при этомъ наибольшій часовой расходъ энергіи доходитъ до 2500 к. в.

Далѣе, предположимъ, что: а) 1 кгр. перегрѣтаго пара требуетъ 1200 кал. (коэффициентъ полезнаго дѣйствія котла, включая экономайзеръ, — 0,58); б) 1 к. в.—часъ, отданный газодинамо, требуетъ 5000 кал.; в) 1 к. в.—часъ, отданный турбодинамо, требуетъ 8400 кал.

#### А.

Для дѣйствія 2-хъ паровыхъ реверсивныхъ становъ нужно въ часъ 37800 кгр. пара, или  $37800 \cdot 1200 = 43,36 \cdot 10^6$  кал., а ежегодно—178800000 кгр. пара или  $178800000 \cdot 1200 = 214560 \cdot 10^6$  кал.

Для дѣйствія становъ съ постояннымъ направлеи́емъ вращенія валковъ и вспомогательныхъ машинъ, требующихъ вмѣстѣ при часовомъ расходѣ энергіи въ среднемъ 5500 к. в., или въ годъ 35000000 к. в. — часовъ, что въ часъ потребуетъ  $5500 \cdot 5000 = 27,5 \cdot 10^6$  кал., а ежегодно  $35000000 \cdot 5000 = 17500010^6$  кал.

Стоимость устройства центральной станціи въ этомъ случаѣ будетъ:

10 газодинамо . . . . .	3000000 марокъ
2 паровыхъ реверсивныхъ стана.	400000 „
30 котловъ по 100 кв. м. нагр. пов.	600000 „
	<u>4000000 марокъ.</u>

#### В.

Въ этомъ случаѣ центральная станція должна быть оборудована турбодинамо нормально на 8760 к. в. въ часъ, или на отдачу ежегодно 50560000 к. в. часовъ; слѣдовательно,—потребуется въ часъ  $8760 \cdot 8400 = 73,58 \cdot 10^6$  кал. или ежегодно  $50560000 \cdot 8400 = 424704 \cdot 10^6$  кал.

Имѣя въ виду максимальную отдачу въ 11500 к. в. въ часъ, нужно съ запасомъ имѣть три турбодинамо и для нихъ 12 водотрубныхъ котловъ по 400 кв. м. каждый; тогда стоимость устройства центральной станціи (всего, что внутри) представится такъ:

3 турбодинамо по 6000 к. в. <sup>1)</sup> . . . . .	} 2100000 марокъ
12 котловъ по 400 кв. м. . . . .	
2 электрическихъ прокатныхъ стана . . . . .	900000 марокъ
	<u>3000000 марокъ</u>

#### С.

Въ этомъ случаѣ годовой расходъ энергіи будетъ  $50560000 \cdot 5000 = 252000 \cdot 10^6$  кал., а стоимость устройства центральной станціи (всего, что внутри), принимая во вниманіе наибольшую нагрузку, будетъ:

14 газодинамо . . . . .	4200000 марокъ
2 электрическихъ реверсивныхъ стана . . . . .	900000 „
	<u>5100000 марокъ.</u>

<sup>1)</sup> На 4800 к. в. каждая при  $\cos\varphi=0,8$ .

Такимъ образомъ, стоимость устройства и эксплуатаціи въ различныхъ случаяхъ могутъ быть представлены въ видѣ слѣдующей таблицы:

	Потребленіе теплоты въ калоріяхъ.		Стоимость марокъ.
	часовое	годовое.	
A. . . . .	72,86.10 <sup>6</sup>	389560.10 <sup>6</sup>	4000000
B. . . . .	73,58.10 <sup>6</sup>	424704.10 <sup>6</sup>	3000000
C(A—B) . . . .	43,8.10 <sup>6</sup>	252800.10 <sup>6</sup>	5100000
D(B—C) . . . .	58,69.10 <sup>6</sup>	338752.10 <sup>6</sup>	4200000

И такъ: самымъ дешевымъ по эксплуатаціи, но самымъ дорогимъ по устройству, является случай С; затѣмъ, по порядку идутъ: D, A и B. Но первый случай, т. е. С, какъ очень дорого стоющій, почти не примѣняется на практикѣ; болѣе выгодными являются, такимъ образомъ, случаи: D и A, и самымъ выгоднымъ—D.

По мнѣнію референта въ настоящее время самымъ выгоднымъ является, всетаки, случай A, такъ какъ стоимость устройства его можетъ быть понижена, а эксплуатація доведена до случая D вслѣдствіе уменьшеннаго расхода пара для новѣйшихъ реверсивныхъ паровыхъ машинъ системы tandem-com-pound съ удерживающимъ клапаномъ Киссельбаха или съ парораспредѣлителемъ по системѣ Rotmann'a или Stuckenholtz'a, для которыхъ расходъ пара, считая всѣ потери на кондененцію, можно принять отъ 163,049 до 176,44 кгр. на полосу металла при 9,2 кратной вытяжкѣ, вмѣсто 200 кгр. для блуминга; точно также можетъ быть пониженъ расходъ пара и для отдѣлочнаго стана.

H. B.

#### L. Grabau. 0 примѣненіи газовыхъ машинъ. (Stahl und Eisen, 1909, 1860—1861).

Регулированіе скоростью газовыхъ машинъ играетъ чрезвычайно важную роль и до сихъ поръ было слабой стороной этихъ машинъ. Изъ сообщенія фирмы Вр. Klein мы узнаемъ, что доставленная ею доменная воздуходувка въ Creuzthal (500 м.<sup>3</sup> производит.) можетъ работать при минимальномъ числѣ оборотовъ 18 въ минуту, давая дутье въ 0,5 атм.; при другой машинѣ минимальное число оборотовъ было 19, при третьей—20 и т. д., при этомъ на каждой сторонѣ цилиндра происходило регулярное воспламененіе смѣси. Это сообщеніе также указываетъ на возможность регулированія скоростью хода газовыхъ машинъ двухтактной системы и оно производится при посредствѣ газовпускныхъ насосовъ.

Въ газовыхъ машинахъ,—4-хъ тактныхъ, двойного дѣйствія,—фирмы Ehrhardt & Sehmer и другихъ подобное регулированіе устраиваютъ при посредствѣ особеннаго дроссельнаго клапана въ газовомъ котлѣ, или резервуарѣ, съ каждой стороны цилиндра и переставляемого отъ руки. Поелѣ нормального числа оборотовъ 90, оно было понижено сначала до 40 и машина работала очень долгое время; потомъ число оборотовъ было понижено до 25, 23 и даже до 22, при чемъ скорость хода поршня оказалось только 0,6 м. Затѣмъ, число оборотовъ было повышено до 110 въ минуту, но ходъ машины былъ все время совершенно спокойнымъ.

H. B.

## Библиографія.

### Отзывы о книгахъ.

1910— „Инженерный Календарь“ — ежегодная справочная книга инженера *А. Ф. Астафьева*. Въ 2-хъ частяхъ (254 + 286 стр. текста и 58 нумерованныхъ стр. записной книги). Спб. Ц. 2 р. въ коленкоровомъ и 2 р. 50 к. въ кожаномъ переплетѣ.

Нельзя не отмѣтить здѣсь появленія этого изящнаго и, несомнѣнно, полезнаго изданія, вступающаго всего во второй годъ своего существованія.

Календарь составленъ по типу нѣмецкихъ техническихъ календарей и, заключая въ себѣ обычный циклъ справочныхъ данныхъ, пригодныхъ, главнымъ образомъ, для инженеровъ механиковъ и строителей, можетъ быть полезенъ металлургу постольку, поскольку ему приходится вести обще-инженерные расчеты. Специальнаго отдѣла по металлургіи календарь въ себѣ не включаетъ, хотя въ немъ имѣется хорошо обработанный инж. Н. Бартельсъ отдѣлъ технологіи металловъ, содержащій въ себѣ немало свѣдѣній, интересныхъ и для металлурга.

Слѣдуетъ указать составителю календаря на болѣе тщательную редакцію содержанія, чтобы въ даваемыхъ въ разныхъ отдѣлахъ календаря свѣдѣніяхъ не было разногласій (напр.,—въ температурахъ плавленія, теплоемкостяхъ); можно также рекомендовать, для исправленія нѣкоторыхъ физико-химическихъ данныхъ, пользоваться (если ужъ первоисточники недоступны) такой справочной книги, какъ *Landolt Börnstein* — „Physikalisch-Chemische Tabellen“, а не довольствоваться перепечаткой ихъ изъ другихъ календарей, въ которыхъ всегда изъ года въ годъ переходитъ немало однѣхъ и тѣхъ же, и притомъ—ошибочныхъ, цифръ.

*М. Павловъ.*

По поводу отзыва проф. В. Грумъ-Гржимайло объ „Ислѣдованіи свойствъ огнеупорныхъ матеріаловъ“  
*С. Ц. Володина.*

Центръ тяжести возраженій моего уважаемаго оппонента, въ сущности сводится, если я не ошибаюсь, къ сомнѣнію въ рациональности метода, мною примѣненной, и заключающейся въ пользованіи циркуляционнымъ калориметромъ и вычисленіи коэффиціента теплопроводности на основаніи измѣненія количества теплоты, проходящей черезъ изслѣдуемую стѣнку.

Мнѣ непонятно, почему проф. Грумъ-Гржимайло считаетъ этотъ коэффиціентъ зависящимъ не только отъ *свойствъ* матеріала (и температуры), но и отъ *способа* нагрѣванія. Иначе нельзя понять его словъ: „Его опытная печь весьма плоха. Грѣтъ образецъ непосредственно языкомъ пламени нельзя:



языкъ пламени газовой горѣлки съ дутьемъ имѣть температуру весьма высокую и, нагрѣвая образецъ восходящимъ факеломъ пламени, мы увеличиваемъ *способность* воспріятія теплоты“. На это же указываютъ и слова: „Усиленная нагрузка, усиленная выгрузка дали *усиленную* провозоспособность (!) дороги, а не нормальную“.

Если бы это было такъ, то, конечно, нельзя было бы примѣнить къ этому случаю извѣстную формулу:

$$a = \frac{Ql}{S(t_s - t_0)},$$

совершенно аналогичную формулѣ, выражающей законъ Ома. Но многочисленные опыты подтвердили справедливость этого закона, въ чемъ я, кромѣ того, убѣдился и непосредственно.

Такимъ образомъ, остаются — до извѣстной степени — въ силѣ только замѣчанія о неравномѣрности нагрѣва, при помощи восходящаго факела. Однако совпаденіе чиселъ для теплопроводности, полученныхъ помощью непосредственныхъ наблюденій надъ стѣнками печей Еиспепе'омъ на газовомъ заводѣ въ Парижѣ <sup>1)</sup>, съ числами, полученными мною, можетъ служить нѣкоторымъ косвеннымъ доказательствомъ достаточной точности методы.

По поводу методы, предлагаемой проф. Грумъ-Гржимайло, я могу замѣтить лишь, что она отнюдь не дастъ болѣе точнаго результата, чѣмъ примѣненная мною, т. к. потери нагрѣтыхъ стѣнокъ въ видѣ лучистой теплоты не будутъ регистрированы, потому что воздухъ можетъ нагрѣваться почти исключительно непосредственнымъ прикосновеніемъ, но не лучистой теплотой. Лучистая теплота пойдетъ исключительно на нагрѣваніе стѣнокъ самого калориметра. Этимъ же обстоятельствомъ легко объясняется и разногласіе между данными практики объ излученіи насадки регенератора и моими, указанное въ замѣткѣ. Дѣйствительно, передача тепла отъ стѣнокъ регенератора, протекающему черезъ него воздуху, совершается путемъ непосредственнаго соприкосновенія, но не лучеиспусканія <sup>2)</sup>. Отсюда понятно, что и числа отдачи въ этомъ случаѣ будутъ менѣе тѣхъ, которыя найдены мною, т. к. у меня потери нагрѣтаго диска происходили отъ совмѣстнаго дѣйствія лучеиспусканія и контакта.

Въ одной изъ своихъ статей проф. Грумъ-Гржимайло указалъ самъ на это обстоятельство, какъ на источникъ ошибокъ при измѣреніи температуры газовъ въ дымоходахъ, т. к. термопара, поставленная въ дымоходъ, нагрѣвается лучеиспусканіемъ, тогда какъ газъ нагрѣвается лишь путемъ контакта.

*С. Володинъ.*

**Der basische Herdofenprozess.** Eine Studie von *Carl Dichmann*, Ing.—Chem.

VI + 242 in 8°. Berlin, Jul. Springer, 1910. Цѣна 7 М.

Книга эта напомнила мнѣ прекрасный греческій мифъ о борьбѣ Геркулеса съ Сыномъ Земли,—каждый разъ, когда Сынъ Земли, изнемогая

<sup>1)</sup> Е. Euchène получилъ числа 1,43 и 1,39; мои числа для кирпича газоваго завода № 2—1,21 и № 4—1,42.

См. Congrès international de l'industrie du gas en 1900. Communication de M. Euchène.

<sup>2)</sup> Конечно, если газъ достаточно чистъ.

въ борьбѣ, касался земли, онъ находилъ въ себѣ новыя силы и энергію для продолженія борьбы. То же бываетъ и съ талантливыми инженерами. Суета практической дѣятельности отвлекаетъ ихъ отъ науки; но каждый разъ, какъ имъ приходится временно устраниваться отъ заводской работы, они, истинные сыны науки, входятъ съ ней снова въ общеніе, почерпая новые запасы силы и энергію для послѣдующей борьбы, для дальнѣйшихъ завоеваній человѣчеству природы.

Бывшій начальникъ сталелитейной, а затѣмъ, — директоръ Донецко-Юрьевского завода, инж. *К. Дихманъ*, имѣетъ европейское имя, какъ человѣкъ, поставившій работу на жидкомъ чугунѣ руднымъ процессомъ въ мартеновской печи на небывалую до того высоту. И вотъ онъ, воспользовавшись временнымъ досугомъ, предпринимаетъ изслѣдованіе цѣлаго ряда вопросовъ по мартеновскому процессу и повѣствуетъ намъ объ этомъ. Ясно, насколько цѣнна его книга; хотя по нѣкоторымъ вопросамъ авторъ не сдѣлалъ всего возможнаго, но книга его — выдающееся произведеніе и намъ остается сожалѣть о томъ, что она написана не по-русски.

Послѣ короткаго описанія мартеновской печи и краткаго руководства къ пониманію механики движенія газовъ въ мартеновской печи, авторъ всю первую часть сочиненія посвящаетъ вопросу о *генераторахъ и тепловыхъ явленіяхъ въ рабочемъ пространствѣ печи*, особенно долго останавливаясь на первыхъ. И это понятно. Инженеръ юга Россіи, г. Дихманъ знаетъ, что вопросъ о генераторахъ на югѣ почти не разработанъ. Многозолистый и сильно-сѣрнистый донецкій к. у. даетъ очень плохой газъ въ общераспространенныхъ обыкновенныхъ генераторахъ Сименса, другіе-же, болѣе совершенныя системы генераторовъ, не получали здѣсь пока должнаго распространенія и на югѣ вопросъ о генераторахъ — важный вопросъ, стоящій на очереди.

Главу о генераторахъ авторъ начинаетъ съ изслѣдованія условій равновѣсія и полученія изъ углерода окиси углерода и углекислоты, условій разложенія углеродомъ водяного пара, состава идеальнаго смѣшаннаго паро-воздушнаго генераторнаго газа, поясняя все это примѣрами и рѣшеніемъ задачъ.

Всѣ расчеты ведутся имъ въ объемныхъ отношеніяхъ, что, конечно, арифметически гораздо проще и легче, чѣмъ въ отношеніяхъ вѣсовыхъ. Весьма жаль, однако, что авторъ остановился на полпути и не перешелъ на чисто химическій методъ расчета въ молекулярныхъ объемахъ, методъ, введенный въ общую металлургію Le-Chatelier <sup>1)</sup> и дѣлающій переходъ отъ объемовъ къ вѣсамъ, и наоборотъ, поразительно легкимъ, ибо атомные и молекулярные вѣса остаются навсегда въ памяти ведущаго расчетъ; кромѣ того, — всѣ термохимическія ур-нія даются теперь для молекулярныхъ объемовъ и вѣсовъ въ таблицахъ по термохиміи.

Разсмотрѣвъ условія образованія генераторнаго газа изъ углерода, т. е., реакцій, протекающихъ у колосниковъ, авторъ переходитъ къ реакціямъ сухой перегонки.

<sup>1)</sup> Изложенъ былъ впервые въ литографированномъ курсѣ *Le-Chatelier. Chimie industrielle*, откуда позаимствованъ былъ *Damour*'омъ въ его сочиненіи *Chauffage industriel*. Названный курсъ представляетъ библиографическую рѣдкость.

Такимъ образомъ, генераторный газъ разсматривается авторомъ, какъ смѣсь двухъ газовъ: а) продукта горѣнія углерода и в) продукта коксованія к. у.

Нужно отдать справедливость автору, что имъ употреблено много таланта для рѣшенія этой очень трудной задачи, но съ изложеніемъ его согласиться никакъ нельзя.

Въ этомъ дѣлѣ авторъ не сдѣлалъ самаго главнаго,—не связалъ анализа генераторнаго газа съ элементарнымъ анализомъ топлива.

Нельзя упускать изъ виду простого равенства:

Топливо + воздухъ + вода = генерат. газъ + смола и прод. сух. пер. + зола.

Откуда слѣдуетъ, что

вѣсъ топлива — вѣсъ смолы и прод. сух. пер. — вѣсъ золы + вѣсъ воздуха + вѣсъ воды = вѣсу генераторнаго газа.

Разъ авторъ упустилъ изъ вида эту простую зависимость, то, естественно, онъ не могъ имѣть никакого критерія для того, чтобы судить о достовѣрности анализа газа. Для него каждый анализъ — это сама непогрѣшимость, а между тѣмъ кто-же не знаетъ, какъ рѣдки газовые анализы, заслуживающіе такого отношенія.

Обратимся, для примѣра, къ анализу газа, съ которымъ оперируетъ авторъ на стр. 68.

$\text{CO}_2$  — 7,0%;  $\text{CO}$  — 18,0%;  $\text{CH}_4$  — 1,2%;  $\text{H}_2$  — 1,5%;  
 $\text{O}_2$  — 0,3%;  $\text{N}_2$  — 58,5% (по объему).

Элементарный составъ молекулярнаго объема этого газа будетъ:

$\text{C}$  — 0,262 м. о. <sup>1)</sup>  
 $\text{O}_2$  — 0,163 м. о.  
 $\text{H}_2$  — 0,174 м. о.  
 $\text{N}_2$  — 0,585 м. о.

Исключимъ изъ состава генераторнаго газа воздухъ, входящій въ его составъ, т. е.,—

$0,585\text{N}_2 + 0,155 \text{O}_2$

Остатокъ кислорода будетъ кислородомъ воды, химически связанной, или влажности к. у., или, наконецъ, влажности дутья—безразлично, ибо всякая вода состоитъ изъ 1 м. о.  $\text{H}_2$  и  $\frac{1}{2}$  м. о.  $\text{O}_2$ .

Кислорода воды въ газъ перейдетъ:

$0,163 \text{ м. о. O}_2 - 0,155 \text{ м. о. N}_2 = 0,008 \text{ м. о. O}_2.$

Разложено воды:  $0,008 \text{ м. о.} \times 2 = 0,016 \text{ м. о. H}_2\text{O}$ ; причемъ выдѣлилось водорода — 0,016 м. о.  $\text{H}_2$ .

Слѣдовательно, остальной водородъ генераторнаго газа принадлежитъ к. у.; его будетъ

$0,174 - 0,016 = 0,158 \text{ м. о. H}_2$

Итакъ, въ составъ к. у., соответствующаго одному м. о. генераторнаго газа, входитъ

$\text{C} - 0,262 \text{ м. о.} = 0,262 \times 12 = 3,144 \text{ гр. C.}$   
 $\text{H}_2 - 0,158 \text{ м. о.} = 0,158 \times 12 = 0,316 \text{ гр. H}_2.$

<sup>1)</sup> Считаю, для простоты, молекулу  $\text{C} = 12$  гр.;  $\text{O}_2 = 32$  гр.;  $\text{H}_2 = 2$  гр.;  $\text{N}_2 = 28$  гр.

Изъ этого слѣдуетъ, что генераторный газъ образовался изъ к. у., въ которомъ отношеніе углерода къ водороду смоль (водородъ за исключеніемъ водорода химически связанной воды) равно:

$$3,144 : 0,316 = \text{почти } 10.$$

Смѣю увѣрить автора, что такого к. у. въ природѣ нѣтъ, за исключеніемъ богхедовъ. Очевидно, въ газовомъ анализѣ, къ которому критически авторъ не сумѣлъ отнести, сдѣлана ошибка отъ неполноты поглощенія окиси углерода.

Затронутый авторомъ вопросъ о составѣ генераторнаго газа заставилъ нижеподписавшагося обработать для помѣщенія на страницахъ этого журнала тѣ упражненія, которыя входятъ въ курсъ студентовъ Спб. Полит. Инст. по проектированію генераторовъ и полугазовыхъ печей. Изъ этой работы станетъ ясно, что вопросъ о генераторномъ газѣ можетъ быть рѣшенъ гораздо проще, чѣмъ рѣшаетъ его г. Дихманъ.

Вторая часть труда автора посвящена термо-химической сторонѣ мартеповской плавки. Новы въ этомъ отдѣлѣ графическія діаграммы поглощенія ванной кислорода воздуха и руды. Къ сожалѣнію, авторъ не оставилъ своего прежняго метода опредѣленія вѣса шлака по вѣсу кремнезема. Эта ошибка портила всѣ расчеты автора прежде, портитъ и сейчасъ. Вѣсъ шлака должно считать по фосфору или марганцу <sup>1)</sup>, а не по кремнезему, — величинѣ крайне непостоянной при кислыхъ стѣнахъ печи. Беру одинъ изъ примѣровъ, дабы выяснитъ ошибку автора (стр. 206).

По кремнезему имъ сосчитанъ вѣсъ шлака 18,4% вѣса ванны или 4820 кгр. Дѣлаю расчетъ по марганцу: марганца въ чугунахъ было:

$$0,0192 \text{ кгр.} \times 26,200 \text{ кгр.} = 503 \text{ кгр.}$$

въ видѣ ферро марганца введено

$$0,8 \text{ кгр.} \times 200 \text{ кгр.} = 160 \text{ кгр.}$$

$$\text{всего} \quad . \quad . \quad . \quad 503 + 160 = 663 \text{ кгр.}$$

Въ стали осталось 0,70% Мп или

$$0,0071 \times 28149 = 199,66 \text{ кгр., почти } 200 \text{ кгр.}$$

Въ шлакъ перешло  $663 - 200 = 463$  кгр., что составляетъ, по анализу 12,12% вѣса шлака; откуда вѣсъ шлака  $463 : 0,1212 = 3820$  кгр., т. е. — на 1000 кгр. меньше, чѣмъ при расчетѣ по кремнезему.

Конечно, всѣ эти расчеты основываются на вѣрности химическаго анализа и всецѣло отъ нея зависятъ, однако этотъ методъ все-же вѣрнѣе метода кремнезема. Лучше всего считать вѣсъ шлака по фосфору, когда его много, какъ элементу весьма совершенно опредѣляемому химически. При маломъ количествѣ фосфора, однако, этотъ методъ не точенъ, что видно изъ даннаго примѣра.

Фосфора въ чугунахъ

$$0,0016 \times 26200 = 41,92 \text{ кгр.}$$

въ металлѣ осталось

$$0,0002 \times 28149 = 5,63 \text{ кгр.}$$

<sup>1)</sup> Удивительно, что на стр. 144 авторъ считаетъ вѣсъ шлака по фосфору.

въ шлакъ ушло . . . . . 36,29 кгр.  
 что составляетъ 0,68% вѣса шлака; откуда вѣсъ шлака  
 $36,29 : 0,0068 = 5336$  кгр.

Возвращаемся къ кривымъ поглощенія кислорода. Авторъ пользуется ими для нагляднаго представленія объ энергій фришеващя ванны и—только. Между тѣмъ эти кривыя даютъ возможность рѣшить чрезвычайно трудную задачу расчета шихтъ скрапъ, скрапъ-руднаго и чисто-руднаго процесса. Пользуясь ими, можно вывести поглотительную способность 1 m<sup>2</sup> зеркала ванны въ 1 минуту для кислорода пламени и руды. На этихъ данныхъ построены въ Спб. Полит. Инст. всѣ упражненія студентовъ по расчету шихтъ.

При расчетѣ шлаковъ авторъ употребляетъ слишкомъ длинный путь, вмѣсто болѣе короткаго подсчета нормальнаго дефосфоризирующаго шлака схемы:

$$\Sigma(\text{SiO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5) < 25\%$$

$$\Sigma(\text{MnO} + \text{FeO}) > 25\% \text{ и } \Sigma(\text{CaO} + \text{MgO}) < 50\%.$$

Отклоненія отъ такого шлака должно дѣлать, уменьшая сумму  $\text{SiO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5$  для сѣрнистыхъ шихтъ и, вообще, при повышенныхъ требованіяхъ къ металлу; для суммы  $\text{MnO} + \text{FeO}$  въ шихтахъ сильно марганцовистыхъ,—въ сторону увеличенія этой суммы.

Заключение автора посвящено разбору шансовъ борьбы реторты и мартеновской печи. Теперь уже ясно, что участь реторты рѣшена и мартеновскому процессу суждено сдѣлаться единственнымъ методомъ полученія литого желѣза.

Послѣ сдѣланныхъ замѣчаній считаю нужнымъ повторить, что трудъ инж. К. Дихмана — хорошая и полезная книга. *В. Грумъ-Гржимайло.*

**Versuche zur Ermittlung des Kraftbedarfs an Walzwerken.** Im Auftrage des Vereins deutscher Eisenhüttenleute herausgegeben von Dipl. Ing. *J. Puppe.* Düsseldorf, 1909. 192 стр. текста и XI табл. диаграммъ. Ц. 10 М.

Подъ такимъ заглавіемъ въ маѣ 1909 года вышла настоящая книжка, представляющая сводъ работъ особой комиссіи, состоявшей изъ инженеровъ, директоровъ и профессоровъ и проработавшей надъ этимъ вопросомъ съ 1906 года, когда автору-редактору этой книги профессоромъ W. Mathesius предложено было воспользоваться указанной темой для докторской диссертациі въ Королевской Высшей Технической Школѣ въ Берлинѣ, по декабрь 1908 года, когда директоръ Ortmanн уже докладывалъ въ О-вѣ горнопромышленниковъ о результатахъ работъ комиссіи.

Успѣху работъ названной комиссіи, состоявшей изъ 16 лицъ, помогли, несомнѣнно, общій и вполнѣ понятный интересъ къ указанной темѣ у техниковъ прокатнаго дѣла и явившаяся къ тому времени возможность произвести изслѣдованія надъ прокаткой на прокатныхъ станахъ, съ постояннымъ и переменнымъ направлениемъ вращенія валковъ, дѣйствующихъ отъ электромоторовъ, при которыхъ опредѣленіе энергій, затрачиваемой на прокатку,

при посредствѣ самопишущихъ электрическихъ измѣрительныхъ приборовъ, представлялось во многихъ случаяхъ и вѣрнѣе, и гораздо проще, и быстрѣе.

Съ другой стороны, сдѣланное на сѣздѣ нѣмецкихъ горнопромышленниковъ еще въ 1899 году заявленіе о передачѣ разработки вопроса объ опредѣленіи расхода силы при прокаткѣ въ особую комиссію изъ свѣдующихъ и компетентныхъ лицъ <sup>1)</sup> и о своевременной публикаціи результатовъ трудовъ этой комиссіи, само собою разумѣется, возбудили интересъ у соотвѣтственныхъ лицъ къ выходу въ свѣтъ названной книги, несмотря на то, что къ фактическому появленію ея уже стала наступать десятилѣтняя давность обѣщаній. Но этому обстоятельству опять благопріятствовалъ огромный интересъ къ полученію цифръ изъ живой практики и отсутствіе за послѣднія 10—12 лѣтъ въ технической литературѣ обстоятельныхъ и полныхъ свѣдѣній по теоріи прокатки и прокатныхъ становъ, исключая калибровки валковъ и не считая небольшихъ замѣтокъ въ американскихъ журналахъ, совершенно элементарнаго характера и, часто, съ совершенно неправильнымъ представленіемъ силъ при прокаткѣ, а между тѣмъ прокатные станы строились все сильнѣе и сильнѣе при самомъ отчетливомъ исполненіи деталей. Конечно, при исполненіи прокатныхъ становъ бывали и ошибки, въ особенности въ отношеніи выбора силы двигателя, но онѣ обыкновенно замалчивались, или объяснялись невыясненными недоразумѣніями между заказчикомъ и поставщикомъ.

Названная книга состоитъ изъ 46 страницъ текста убористаго шрифта, раздѣленныхъ на 8 главъ, съ рисунками и діаграммами, изъ 72 числовыхъ таблицъ, представляющихъ, собственно, результаты опытовъ и изъ 11 таблицъ-диаграммъ, снятыхъ во время изслѣдованія прокатныхъ становъ.

### Г л а в а I. Введеніе.

Введеніе заключаетъ перечень авторовъ и статей ихъ, начиная съ 1865 года и кончая 1909 годомъ, относящихся до пластичности твердыхъ тѣлъ, а главнымъ образомъ—до калибровки валковъ и, отчасти, до теоріи процесса прокатки и опредѣленія расхода силы при прокаткѣ,—собственно стоимости эксплуатаціи—того или другого двигателя при прокатномъ станѣ. Приведенный перечень соотвѣтственныхъ статей и авторовъ, дѣйствительно, указываетъ какъ мало до сихъ поръ было предпринято опытовъ и изслѣдованій надъ опредѣленіемъ потребности силы при прокаткѣ. Но въ этомъ перечнѣ, заключающемъ указанія и на совершенно мало значущія статьи, не указано на опыты надъ прокаткой рельсовъ и балокъ въ Оснабрюкѣ, проф. И. Тиме въ Петербургѣ, Бласса, Кольмана и Далена въ Gutehoffnungshütte и Rhönix и на различные опыты надъ прокатными станами въ Америкѣ, опубликованные въ періодической технической литературѣ; кромѣ того, въ приведенномъ перечнѣ совершенно нѣтъ указаній на такихъ авторовъ, какъ С. Codron <sup>2)</sup>, Denu <sup>3)</sup> и I. Kollmann <sup>4)</sup>, занимавшихся теоріей прокатки, и

<sup>1)</sup> St. u. Eis. 1899, №№ 9, 10 и 11.

<sup>2)</sup> С. Codron. Procédés de forgeage dans l'industrie. Paris, 1896.

<sup>3)</sup> Ed. Denu. Etudes sur le laminage. Extrait de l'annuaire de la société des anciens élèves des écoles d'arts et métiers. 1878.

<sup>4)</sup> Dr. I. Kollmann. Ueber die Festigkeit des erhitzten Eisens. 1880.

совершенно не понятно указаніе на статью Tresca: „Memoire sur l'écoulement des corps solides“ и отсутствіе указаній на статьи того же автора, связанныя съ первой статьей, а именно: „Nouvelles recherches sur l'écoulement“ etc. <sup>1)</sup> и „Applications de l'écoulement de corps solides au laminage et au forgeage“ <sup>2)</sup> или „Sur l'application des formules générales du mouvement permanent des liquides à l'écoulement de corps solides“ <sup>3)</sup> и проч.

## Глава II. Описаніе прокатныхъ становъ.

Эта глава заключаетъ описанія прокатныхъ становъ, на которыхъ производились изслѣдованія при прокаткѣ. Предпочтеніе было отдано станамъ, дѣйствующимъ отъ электромоторовъ, потому что измѣреніе работы въ этомъ случаѣ, при посредствѣ автоматически записывающихъ электрическихъ приборовъ, проще и, въ большинствѣ случаевъ, точнѣе; кромѣ того, — при соединеніи съ электромоторомъ значительно легче вычисляется полезная работа для прокатки; при соединеніи же, напримѣръ, съ паровой машиной необходимо всякій разъ знать коэффициентъ полезнаго дѣйствія ея. Испытанію были подвергнуты шесть становъ: два стана *doppel-duo* мелкосортныхъ № I и № II, два стана для рудничныхъ рельсовъ среднесортныхъ № I и № II и два реверсивныхъ стана № I и № II.

Станъ *doppel-duo* I съ отдѣльными передачами къ обжимной и отдѣлочной линіямъ валковъ. Обжимная линія состоитъ изъ одной 450 мм. *trio* клѣти 1,5 м. длиной и приводится въ дѣйствіе непосредственно моторомъ постоянного тока (*Helios A. G.*), съ двѣнадцатью полюсами и съ компаундированной и компенсаціонной обмоткой; мощность мотора 260—300 HP нормально и около 600 HP *maxim.* при 435—500 вольтахъ и 75 до 125 оборотахъ въ минуту; маховикъ при этомъ станѣ 5000 мм. діаметромъ и 18300 кгр. вѣсомъ. Моментъ инерціи его, включая прочія вращающіяся части этого стана, 7240 кгр. сек.<sup>2</sup>. Отдѣлочная линія состоитъ изъ пяти 300 мм. *doppel-duo* клѣтей, изъ которыхъ 4 по 1000 мм. длиной и одна полировочная 800 мм. длиной, и приводится въ дѣйствіе непосредственно моторомъ постоянного тока (*Helios A. G.*), съ 8 полюсами и съ компаундированной и компенсаціонной обмоткой — съ добавочными полюсами, мощностью около 520 HP нормально при напряженіи въ сѣти 480 до 500 вольтъ; число оборотовъ мотора устанавливается 230 и 350 въ минуту; при станѣ маховикъ 3000 мм. діаметр. и 1700 кгр. вѣсомъ. Моментъ инерціи его, включая прочія вращающіяся части этого стана, 2750 кгр. сек.<sup>2</sup>. Этому стану отведено четыре таблицы, №№ 1, 2, 3 и 4, изъ которыхъ первыя двѣ представляютъ прокатку полосоваго 38×7 мм. а вторыя двѣ — прокатку полосоваго 30,2×8,2 мм. Матеріаломъ для прокатки служили заготовки около 130 мм. въ квадратъ изъ томасовскаго металла съ сопротивленіемъ разрыву отъ 40 до 42 кгр. на кв. мм.; ходъ прокатки и ручьи показаны въ таблицахъ. Расходъ силы на движеніе стана въ холостую измѣнялся отъ 34 HP до 39 HP для обжимной линіи, или отъ 6 до

<sup>1)</sup> Comptes rendus. T. LXIV, 1867.

<sup>2)</sup> Ibid.

<sup>3)</sup> Comptes rendus. T. LXVI, 1868.

18%, и отъ 90 НР до 96 НР для отдѣлочной, или отъ 22 до 59% отъ полной силы, потребной для дѣленія стана, или, вмѣстѣ,—отъ 124 НР до 135 НР. При прокаткѣ соответственными маховиками и прочими вращающимися частями было отдано энергій отъ 31% до 93% въ обжимной линіи и отъ 0 до 82% въ отдѣлочной линіи отъ всего количества, затрачиваемаго на прокатку.

Станъ *doppel-duo* II съ общей передачей къ обжимной и отдѣлочной линіямъ валковъ. Съ отдѣлочнымъ станомъ, состоящимъ изъ 7 клѣтей *doppel-duo*, длиною отъ 950 до 500 мм. и діаметромъ валковъ 300 мм., непосредственно соединенъ моторъ постоянного тока (Шукертъ въ Нюрнбергѣ) мощностью 381 НР нормально и 500 НР *maxim.* на продолжительную нагрузку, или 600 НР *maxim.* на мгновенную перегрузку, при напряженіи въ сѣти въ 500 вольтъ, и 232 до 300 оборотахъ въ минуту; на валу мотора насаженъ канатный шкивъ діам. 2600 мм. и вѣсомъ 7350 кгр., моментъ инерціи котораго, включая и прочія вращающія части стана, 1080 кгр. сек.<sup>2</sup>. Обжимная линія валковъ, состоящая изъ одной клѣти *trio*, съ валками длиною 1300 мм. и діаметромъ 450 мм., имѣетъ также канатный шкивъ-маховикъ (діам. канатовъ 50 мм.) діаметромъ 6500 мм. и вѣсомъ 32000 кгр., моментъ инерціи котораго 22600 кгр. сек.<sup>2</sup>; т. обр., передача между шкивами 2 къ 5; послѣдній моментъ инерціи, будучи отнесенъ къ валу мотора, даетъ на послѣднемъ  $22600 \left(\frac{2}{5}\right)^2 = 3616$  кгр. сек.<sup>2</sup>, такъ что общій моментъ инерціи на валу мотора будетъ 4700 кгр. сек.<sup>2</sup>. Этому стану отведено десять таблицъ, начиная съ № 5 по № 14 включительно, изъ которыхъ первыя двѣ представляютъ прокатку круглаго діам. 35 мм., вторыя двѣ — прокатку маленькихъ тавровъ 35 × 35 × 4,5 мм., слѣдующія двѣ таблицы представляютъ прокатку полосового 50 × 10 мм., слѣдующія двѣ — прокатку маленькихъ швеллеровъ 40 × 20 × 4,5 мм., и наконецъ послѣднія двѣ — прокатку полосового 70 × 21 мм. Величину холостой работы и вліяніе инерціонныхъ массъ видно изъ слѣдующей сводной таблицы:

	Продуктъ прокатки.	Вѣсъ заготовки, кгр.	Качество.	Расходъ силы на холост. ходъ.	Тоже въ %.	Работа, отданн. маховик. %.	
						Обжимн. линія.	Отдѣл. линія.
Таблицы:							
5	} кругл. 35 мм.	146	СМ 50—60 кгр. на кв. мм.	170 НР	15—60	54—58	45—72
6					15—58	52—96	40—77
7	} тавры 35×35×4,5	72	ТМ 37	179	17—66	68—98	17—95
8					17—63	68—93	13—83
9	} полосовое 50×10	131	ТМ 40	190	19—80—58	41—90	0—80
10					18—79—57	70—94	0—85
11	} швеллерн. 40×20×4,5	83	ТМ 38	205	14—57	52—92	0—72
12					17—61	53—89	0—78
13	} полосовое 70×21	361	ТМ 38	188	16—53	22—88	23—53
14					16—60	42—87	



изъ которой видно, что, при одинаковой отдачѣ работы маховикомъ, работа трещія, или работа, необходимая для холостого хода стана, процентовъ на десять больше противъ случая стана *doppel-duo I*, т. е. противъ случая стана съ отдѣльными передачами.

Станъ *trio* для прокатки рудничныхъ рельсовъ, средне-сортный I—съ непосредственной передачей къ отдѣлочной линіи валковъ, состоящей изъ трехъ клѣтѣй *trio* въ 500 мм., и съ канатной передачей къ обжимному стану *trio* въ одну клѣть тоже въ 500 мм. При отдѣлочномъ станѣ моторъ трехфазнаго тока (А. Е. Г. Берлинъ) на 1200 НР нормально и 2400 НР максим. при 134 оборотахъ въ минуту, 2000 вольтъ напряженія и 47 періодахъ. На валу мотора насаженъ канатный шкивъ діам. 4875 мм. и вѣсомъ 17630 кгр., моментъ инерціи котораго, включая прочія вращающіяся части стана, 8570 кгм. сек.<sup>2</sup>. На валу обжимного стана большой канатный шкивъ діам. 6500 мм. и вѣсомъ 32000 кгр., и моментъ инерціи его, включая и валки, 22170 кгм. сек.<sup>2</sup>; такимъ образомъ передача между колесами 3 къ 4. Этому стану отведено 12 таблицъ, начиная съ № 39 и кончая № 50, изъ которыхъ десять таблицъ представляютъ прокатку рудничныхъ рельсовъ вѣсомъ отъ 4,6 кгр. отъ 14,4 кгр. въ пог. метрѣ, и послѣднія двѣ представляютъ прокатку шпаль вѣсомъ 3,1 кгр. въ погон. метрѣ. Величину холостой работы и вліяніе инерціонныхъ массъ видно изъ слѣдующей сводной таблицы:

Табл.:	Вѣсъ пог. метр. кгр.	Вѣсъ загот. кгр.	Свѣченіе заготов. мм.	Сопрот. разр. кг. на кв. мм.	Холост. раб. НР	Тоже въ %	Общ. вр. секундъ.		Работа отданн. махов. %.	
							Проп.	Интер.	Обжимной станъ.	Отдѣлочный станъ.
39	10	276	185	46,0	300	17,2—52,1	42,63	107,02	79,6 — 95,6	7,4 — 73,9
40	10	277	185	56,3	300	17,9—49,9	43,43	99,79	80,8 — 94,0	29,45 — 83,3
41	4,6	118	130	68,5	380	26,9—69,45	39,15	80,43	88,5—100,00	27,5 — 91,00
42	4,6	116	130	69,6	380	27,7 — 70,0	37,71	72,86	85,65—96,4	5,6 — 91,50
43	14,4	265,8	180	70,1	260	12,45—42,0	37,64	94,12	63,7 — 92,3	31,0 — 52,2
44	14,4	270,0	180	67,5	260	17,95—44,3	38,29	105,56	66,4 — 92,7	29,5 — 55,4
45	13,6	328,5	199×184	72,4	260	14,30—63,0	50,15	140,46	63,0 — 93,1	0 — 66,5
46	13,6	325,0	198×182	83,0	260	13,7 — 71,0	47,86	90,34	67,9 — 98,45	0 — 71,0
47	8	201,3	162×156	66,8	300	18,8 — 65,6	35,94	111,51	83,65—98,1	0 — 81,05
48	8	206,8	162×152	41,6	300	19,4 — 69,9	37,21	86,06	82,95—98,7	0 — 82,80
49	3,1	118,0	128×134	39,4	340	26,4 — 48,15	32,27	117,35	87,7 — 95,45	15,3 — 87,7
50	3,1	117,5	128×134	38,4	340	21,0 — 51,1	—	—	86,8 — 96,10	15,55 — 87,6

Станъ *trio* для прокатки рудничныхъ рельсовъ, средне-сортный II, изъ двухъ рабочихъ клѣтѣй въ одной линіи, непосредственно соединенныхъ съ моторомъ трехфазнаго тока (Сименсъ-Шуккертъ, Берлинъ), силою 1200 НР нормально и 2400 НР максимально, при 170 оборотахъ въ минуту, 3000 вольтъ напряженія и 51 періодахъ. На валу маховикъ 7000 мм. діаметр., моментъ инерціи котораго, включая прочія вращающіяся части

стана, 34600 кгм. сек.<sup>2</sup>. Диаметр валковъ 530 мм. Этому стану отведено 24 таблицы, начиная съ № 15 и кончая № 38, представляющихъ прокатку рудничныхъ рельсовъ вѣсомъ отъ 7 кгр. до 13,9 кгр. въ погонномъ метрѣ и прокатку шпаль (таблицы 27 и 28) вѣсомъ 6 кгр. въ погонномъ метрѣ. Величину холостой работы и вліяніе инерціонныхъ массъ видно изъ слѣдующей сводной таблицы.

Табл.	Съченіе заготовки.	Вѣсъ продукта.	Вѣсъ пог. метра продукта.	Сопрот. разр. кг. на кв. мм.	Общее время секундъ.		Холост. раб. %.	Работа отдан. махов. %.					
					Проц.	Интерв.		Обжим. клѣть.	Отдѣлочн. клѣть.				
15	135×145	400,8	13,9	64,4	41,08	76,35	12,37—34,90	81,10—96,40	7,20—70,60				
16		394,7	13,9		39,78	90,74	9,77—28,18	69,80—97,60	21,30—65,60				
17	145×130	367,7	10 кгр.	62,4	41,76	77,05	11,86—39,65	73,90—98,40	7,05—89,30				
18		360,6			39,53	91,11							
19	144×133	355,6		44,6	40,52	83,75							
20		362,5			40,09	75,92							
21	149×130	358,9		55,5	39,84	87,60							
22		349,4			40,05	73,98							
23	135×145	410,35	11,5	57,0	40,01	82,47	13,60—36,40	73,30—95,30	38,50—80,60				
24		384,90			57,7	42,70				66,50			
25		370,30			39,4	38,84				71,51			
26		368,7			39,6	40,28				70,29			
27	Шпаль { 120×110	242,3		6 клг.	44,4	28,40				44,88	12,23—26,60	76,10—93,60	30,80—88,50
28		241,3			43,4	30,47				41,63	12,46—23,50	82,90—92,20	28,80—82,40
29	150×135	280,8	10,30	55,3	33,43	100,01	18,50—34,60	77,40—95,50	7,50—80,90				
30		283,6	10,30	59,9	34,86	57,16	19,00—41,6	72,90—95,70	18,55—80,90				
31	150×135	266,6	7,00	70,3	42,98	85,25	16,0—42,6	71,80—92,80	14,80—75,50				
32		269,1	7,00	76,6	43,33	68,88	15,2—37,6	69,00—87,80	0—74,50				
33	130×150	389,0	9,00	76,0	52,58	68,22	13,22—29,22 (56, 20)	59,00—98,10	0—73,20				
34		397,1			75,2	54,73				73,65			
35		288,3			45,3	43,49				69,18			
36		281,8			45,6	34,33				68,23			
37		392,2			58,2	49,36				60,10			
38		388,0			58,2	49,04				75,41			

Настоящая таблица, относящаяся къ случаю отдѣльной передачи къ станамъ, указываетъ также на значительно меньшую затрату работы на движеніе стана въ холостую, чѣмъ въ случаѣ общей передачи къ станамъ (станъ trio I).

Реверсивный станъ duo I, состояній изъ одного блуминга. Электрическая передача къ стану осуществлена по системѣ Ильгнера

Т а б л и  
Р е в е р с и в н ы й  
Прокатка загото

Пропуски.		1	2	3	4	5	6
15	Размеры сечения $h \times b$ мм. . .	456×474	436×478	436×440	411×444	386×448	361×452
16	Сечение в кв. см. . . . .	2161,4	2084,08	1918,4	1824,84	1730,28	1631,72
17	Уменьшение сечения в кв. см.	40,56	77,32	165,68	93,56	94,56	98,56
18	Длина полосы в метр. . . . .	1,34	1,39	1,513	1,589	1,675	1,78
	Степень вытяжки металла $\mu$ . . .	1,04	1,04	1,09	1,05	1,05	1,065
	Коэффициент уменьшения сечения $k$ . . . . .	0,96	0,96	0,92	0,95	0,95	0,94
22	Температура в $^{\circ}\text{C}$ . . . . .	—	—	1183	—	1169	—
2	Время пропуски металла в секундах. . . . .	2,3	2,43	2,40	1,55	1,72	1,90
3	Интервал между пропусками в секундах. . . . .	3,04	13,16	2,74	2,42	2,60	2,13
12	Полезная работа, собственно, на прокатку в НР секундах.	1246	1983	2032	2768	2857	3181
	Тоже по предлагаем. формулѣ.	946	946	2160	1326	1360	1760
	При этомъ:						
	Давление ист. $\Delta$ клгр. на кв. см.	500	500	500	530	560	560
	Коэффициент $\beta$ . . . . .	—	—	—	—	—	—
	Поверхн. сопр. Т кв. см. . . . .	382	369	497	378	356	395
	Полное давление Р клгр. . . . .	125000	117000	154000	133000	125000	138000
Пропуски.		16	17	18	19	20	21
15	Размеры сечения $h \times b$ мм. . .	255×263	230×267	195×271	228×199	193×203	163×197
16	Сечение в кв. см. . . . .	660,65	614,1	528,45	453,72	391,79	321,11
17	Уменьшение сечения в кв. см.	77,5	46,55	85,65	74,73	61,93	70,68
18	Длина полосы в метр. . . . .	4,39	4,72	5,49	6,40	7,42	9,04
	Степень вытяжки металла $\mu$ . . .	1,12	1,08	1,16	1,16	1,16	1,22
	Коэффициент уменьшения сечения $k$ . . . . .	0,89	0,93	0,86	0,86	0,86	0,82
22	Температура в $^{\circ}\text{C}$ . . . . .	—	1139	—	1139	—	1133
2	Время пропуски металла в секундах. . . . .	2,72	3,00	3,44	5,08	4,21	4,71
3	Интервал между пропусками в секундах. . . . .	2,71	4,22	18,79	5,62	11,10	4,39
12	Полезная работа, собственно, на прокатку в НР секундах	3645	4487	6069	8584	6696	9832
	Тоже по предлагаем. формулѣ.	3645	2700	6400	6300	6626	9813
	При этомъ:						
	Давление ист. $\Delta$ клгр. на кв. см.	600	650	650	650	650	650
	Коэффициент $\beta$ . . . . .	—	—	—	—	—	—
	Поверхн. сопр. Т кв. см. . . . .	270	211	288	234	219	227
	Полное давление Р клгр. . . . .	98000	85000	115000	94000	88000	91000

## стань дио I.

вкн 98 × 102 мм.

7	8	9	10	11	12	13	14	15
336×456	306×460	410×310	380×314	350×318	320×322	295×326	255×330	285×259
1532,16	1407,60	1271,0	1193,2	1113,0	1030,4	961,7	841,5	738,15
99,56	124,56	136,6	77,8	80,2	82,6	68,7	120,2	103,35
1,892	2,06	2,28	2,43	2,62	2,814	3,015	3,44	3,924
1,07	1,09	1,105	1,065	1,08	1,08	1,07	1,14	1,17
0,94	0,92	0,90	0,94	0,93	0,927	0,93	0,88	0,86
1163	—	1157	—	1157	—	1151	—	1145
1,77	2,03	1,92	2,04	2,47	2,33	2,72	3,04	2,48
2,81	9,01	3,01	2,29	2,71	2,04	3,40	13,55	3,45
2450	3252	3734	2961	3159	3181	3437	5433	4030
1866	2706	3000	1866	2320	2346	2340	5330	5453
580	580	600	600	600	600	600	600	600
—	—	—	—	—	—	—	0,5	—
388	435	388	287	307	272	285	363	329
141000	158000	147000	109000	117000	106000	112000	142000	195000
22	23	24	25	26	27	28	29	
138×201	158×142	143×146	133×147	118×150	118×122	98×126	98×102	
278,38	224,36	208,78	195,51	177,00	143,96	123,48	99,96	
42,73	54,02	15,58	13,27	18,51	33,04	20,48	23,52	
10,42	12,91	13,94	14,88	16,38	20,20	23,46	29,00	
1,15	1,24	1,08	1,07	1,11	1,23	1,17	1,24	
0,87	0,81	0,93	0,94	0,91	0,81	0,86	0,81	
—	1133	—	1126	—	1119	—	1091	
5,70	3,52	6,40	7,38	7,47	8,00	10,80	13,60	
8,06	71,60	7,08	4,79	9,21	13,79	19,20	—	
7,428	13948	5402	5385	7413	11268	7963	22949	
7100	12373	3600	3100	6066	12866	11773	18600	
700	800	800	820	820	820	820	900	
—	—	—	—	0,5	—	—	0,5	
177	169	93	84	100	124	98	92,4	
76000	84000	48000	43000	51000	64000	49000	52000	

и состоитъ изъ четырехъ машинъ постоянного тока, изъ которыхъ одна работаетъ какъ моторъ съ напряженіемъ въ сѣти 550 вольтъ, а три остальныхъ—какъ динамо при послѣдовательномъ включеніи. При напряженіи у зажимовъ одной машины 500 вольтъ наибольшее напряжение въ цѣпи у станovýchъ моторовъ доходить до 1500 вольтъ, а наибольшее напряжение каждаго изъ двухъ станovýchъ моторовъ, при послѣдовательномъ включеніи,—750 вольтъ. Моторъ при умформерѣ Ильгнера развиваетъ 1300 НР при 350 до 450 оборотахъ въ минуту; на валу имѣется маховикъ въ 35000 кгр. при 90 м. окружной скорости въ секунду. Станъ приводится въ дѣйствіе двояннымъ моторомъ, который соединяется съ верхней шестерней шестеренкой клѣти, и можетъ развивать до 7000 НР при перегрузкѣ въ 50%. Число оборотовъ измѣняется отъ  $\pm 60$  до  $\pm 90$  въ минуту, что производится включеніемъ сопротивленія въ провода возбуждательной машины при двоянномъ станovémъ моторѣ, при этомъ ослабляется магнитное поле моторовъ, и число оборотовъ возрастаетъ. Диаметръ валковъ блуминга 900, а длина ихъ 2250 мм. Полный моментъ инерціи двояннаго становаго мотора и прочихъ вращающихся частей стана 6500 кгм. сек.<sup>2</sup>, а умформера Ильгнера 9400 кгм. сек.<sup>2</sup>. Этому стану отведено три таблицы №№ 51, 52 и 53, изъ которыхъ послѣдняя приводится здѣсь. Первая двѣ таблицы представляютъ прокатку заготовокъ  $158 \times 142$  мм. изъ слитковъ  $500 \times 500$  внизу и  $450 \times 450$  мм. вверху, при длинѣ 1510 мм., вѣсомъ 2675 кгр., изъ мартеновской стали съ сопротивленіемъ 60 кгр. Въ первомъ случаѣ въ теченіе всѣхъ пропусковъ, т. е. въ теченіе 90,26 секундъ (интервалы 116,67 секундъ) было израсходовано всего 187459 НР секундъ, изъ которыхъ на прокатку пошло 155007 НР секундъ или 82,7%, или въ одну секунду 1722 НР; во второмъ случаѣ въ теченіе всѣхъ пропусковъ, т. е. въ теченіе 113,78 секундъ (интервалы 140,91 секундъ) было израсходовано всего 217070 НР секундъ, изъ которыхъ на прокатку пошло 178582 НР секундъ, или 82,2%, или въ одну секунду 1566 НР. Такимъ образомъ, въ настоящемъ случаѣ, при прокаткѣ одинаковаго качества, вѣса и размѣровъ слитка, и при почти тождественныхъ условіяхъ прокатки (одинаковы  $t$ ,  $\mu$  и  $k$ ), получилась разница въ расходѣ силы въ 156 НР; или 9,5%, которая будетъ уже указывать на среднюю точность соответственныхъ опытовъ и вычисленій.

Таблица 53 представляетъ прокатку заготовокъ  $98 \times 102$  мм. изъ слитковъ  $500 \times 500$  внизу и  $450 \times 450$  мм. вверху при длинѣ 1300 мм., вѣсомъ 2275 кил., изъ мартеновской стали съ сопротивленіемъ отъ 38 до 42 кгр. Время пропусковъ продолжалось 119,13" (интервалы 248,92 секундъ), при этомъ было израсходовано всего 209154 НР секундъ, изъ которыхъ на чистую прокатку пошло 166773 НР секундъ, или 79,7%, или въ одну секунду около 1500 НР.

Реверсивный станъ duo II, состоящій изъ одной обжимной клѣти и трехъ чистовыхъ клѣтей. Для выравниванія колебаній нагрузки служитъ умформеръ Ильгнера. Моторъ умформера трехфазнаго тока, нормально на 2500 НР при 3000 вольтахъ, непосредственно соединяется съ двумя динамо постоянного тока по 1500 кв. нормально и по 3750 кв. максимально каждая, при 300 до 375 оборотахъ въ минуту. Для регулированія скольженія мотора служатъ автоматически выключаемые жидкіе

реостаты. Умформеръ снабженъ двумя стальными маховиками по 26 тоннъ каждый при наибольшей скорости 80 м. въ секунду.

Для дѣйствія стана служатъ три взаимно соединенные мотора общей мощностью нормально 3600 HP и 10.350 HP максимально при 110 оборотахъ въ минуту. Наивысшее напряженіе въ цѣпи моторовъ достигаетъ 1000 вольтъ, соответственно каждому мотору 333 вольтъ. Общій моментъ инерціи моторовъ, включая и вращающіяся части стана, доходить до 5100 км. сек.<sup>2</sup>. Диаметръ валковъ 750 м/м, длина ихъ 1900 м/м.

Этому стану отведены послѣднія четырнадцать таблицъ, начиная съ № 54 и кончая № 67, изъ которыхъ таблица 59 приводится здѣсь (стр. 402—403).

Сводка всѣхъ этихъ таблицъ приводится ниже.

№ таблицъ.	Продуктъ прокатки.	Слитокъ—мартеновск. литой металлъ.			Время на прокатку.		Вся работа.	Работа на прокатку собств.	Тоже %.	Тоже въ секунду.
		Вѣсъ клгр.	Размѣръ мм.	Сопр. разр.	Про-пуски.	Интер-валы.				
54	рельсы 26 кгр.	1380	$\frac{400 \times 400}{360 \times 360}$	69,6	146,55	199,05	292501	171146	60	1168
55	балки N 16 20,4 кгр. п. м.	1140	$\frac{400 \times 340}{360 \times 300}$	39,2	123,16	197,45	280088	190168	70	1546
56		1070	—	—	120,69	173,03	270948	186460	70	1554
57	балки N 22 36,0 кгр. п. м.	1467	$\frac{400 \times 400}{360 \times 360}$	43,5	111,43	165,14	241262	157954	65	1423
58		1478	—	—	113,02	145,68	258972	175971	68	1557
59	рельсы 35,5 клгр.	1852	$\frac{445 \times 415}{415 \times 395}$	67,4	152,73	219,87	326605	223856	70	1456
60		1790	—	—	152,38	287,02	322791	215891	70	1420
61	загот. въ сѣч. 50 мм.	1303	$\frac{400 \times 400}{360 \times 360}$	39,9	135,07	262,94	233397	141740	60	1050
62		1212	—	—	134,05	224,02	231670	140955	61	1052
63	рел. 35,5 клгр.	1875	$\frac{400 \times 400}{360 \times 360}$	69,8	159,25	223,58	357579	250314	70	1574
64	балки N 18 23,8 клгр.	1095	$\frac{400 \times 345}{360 \times 305}$	36,8	115,34	168,61	261018	177134	67	1540
65		1046	—	—	113,63	151,62	256307	174614	68	1531
66	шпалы 260 мм. шир.	1035	$\frac{400 \times 345}{360 \times 305}$	42,0	111,89	159,15	227450	150915	66	1347
67		1035	—	—	99,55	149,86	207612	141811	70	1418



	П р о п у с к и.	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
23	Размеры сечения $h \times b$ в мм. .	174.210	172.178	132.176									
24	Площадь сечения в кв. смт. .	365,4	316,8	232,32	200,3	156,1	138,3	106,0	81,1	74,6	60,8	52,3	46,5
25	Уменьшение площади сечения в кв. смт. . . . .	61	48,6	84,48	32,02	44,2	17,8	32,5	24,9	6,5	13,8	8,5	5,8
26	Длина полосы в метрах. . .	6,46	7,45	10,17	11,77	15,1	17,05	22,24	29,1	31,64	38,82	45,1	50,75
—	Степень вытяжки $\mu$ . . . . .	1,17	1,15	1,36	1,16	1,28	1,13	1,3	1,31	1,09	1,23	1,163	1,125
—	Коэффициент уменьшения сечения $k$ . . . . .	0,856	0,867	0,73	0,863	0,779	0,887	0,766	0,765	0,92	0,815	0,86	0,89
30	Температура в $^{\circ}\text{C}$ . . . . .	1098	1091	1084	1076	1084	1084	1084	1061	1061	1057	1045	1021
2	Время пропуски металла в секундах. . . . .	4,69	5,26	9,03	7,6	6,4	7,72	8,94	10,75	10,22	12,2	13,43	13,74
3	Интервал между пропусками в секундах. . . . .	11,3	16,93	17	8,25	7,98	10,9	22,2	8,32	8,22	8,14	11,6	—
17	Полезная работа, собственно, на прокатку в НР секундах .	4562	4860	9542	14753	11877	8240	18508	24622	13712	28246	23468	17371
	Тоже по предлагаем. формуль .	4893	4720	10533	10200	12440	8746	18120	25000	10000	30500	24460	17460
	При этомъ:												
	Давление ист. $\Delta$ клгр. на кв. смт.	575	575	620	780	780	780	780	780	800	800	850	850
	Коэффициент $\beta$ . . . . .	—	—	—	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Поверхн. соприк. $T$ кв. смт. .	191	167	200	115	135	106	110	107	80	66	55	45
	Полное давление $P$ клгр. . . .	70000	62000	82000	56000	65000	52000	54000	52000	40000	33000	29000	24000

### Глава III. Инструменты, применяемые при опытах.

Для определения силы, потребной при прокаткѣ, нужно было определить энергію, отдаваемую моторомъ съ одной стороны, и кинетическую энергію вращающихся частей — съ другой.

При изслѣдованіи моторовъ постоянного тока, какъ при *doppel duo I* и *II* и при реверсивныхъ станахъ *I* и *II*, послѣ измѣренія регистрирующими инструментами силы тока и напряженія, можно получить и мощность мотора. При моторахъ трехфазнаго тока, какъ при среднесортныхъ станахъ *trio I* и *II*, и при установкѣ Ильгнера *II*, достаточно поставить трехфазнаго тока ваттметръ, который непосредственно будетъ показывать мощность мотора. При изслѣдованіяхъ примѣнялись регистрирующіе инструменты фирмы *Siemens & Halske*, съ регистраціей искрѣ.

Для определения числа оборотовъ вала мотора, — что необходимо для вычисленія отданной моторомъ энергіи и что всего труднѣе удастся при первыхъ пропускахъ, когда прокатываемая полоса очень коротка, и когда вліяніе вращающихся массъ въ отдачѣ энергіи доходить до 95%, — примѣнялся тахографъ *Dr. Hogn'a*, быстро определяющій, тоже при посредствѣ электрическихъ измѣреній, всякія, внезапныя и короткія, колебанія въ числѣ оборотовъ. Число оборотовъ стана, приводимаго въ дѣйствіе при посредствѣ канатной передачи, напр. стана *I* для прокатки рудничныхъ рельсовъ, определялось изъ нѣсколькихъ тахограммъ, при порожнемъ и нагруженномъ ходѣ той и другой линіи, чтобы знать скольженіе канатовъ.

Кромѣ того, при всѣхъ изслѣдованіяхъ, протекавшихъ, вообще, продолжительное время, для определения израсходованныхъ киловаттъ часовъ примѣнялись два взаимно контролирующихъ электрическихъ счетчика фирмы *Siemens & Halske* для постоянного и трехфазнаго тока.

Для измѣренія температуры прокатываемаго издѣлія при пропускахъ примѣнялись два пирометра. Пирометръ *Ваннера*, допускающій быстрое определение (чтобы не произошло окисленія металла), примѣнялся при температурахъ 900° С. и выше, при этомъ ошибка могла доходить до  $\pm 20^\circ$  отъ абсолютно вѣрнаго значенія температуры. Температура металла въ одномъ сѣченіи, но въ разныхъ точкахъ, можетъ разниться на 30 — 40° С; а именно болѣе толстыя, или болѣе сжатыя, части имѣютъ болѣе высокую температуру, чѣмъ тонкія или слабо сжатыя части. Оптический пирометръ *Holbohn & Kurlbaum* примѣнялся только при болѣе низкихъ температурахъ, а именно отъ 600° до 900° С.

### Глава IV. Вычисленіе опытныхъ кривыхъ.

Вычисленіе опытныхъ кривыхъ при посредствѣ указанныхъ инструментовъ и методовъ, зависящее отъ рода испытываемыхъ моторовъ и передачи, съ одной стороны, и самаго способа прокатки, съ другой, — очень различно. Для определения энергіи, отдаваемой моторами постоянного тока, при различныхъ нагрузкахъ, служили полученныя кривыя амперовъ и вольтъ, но при этомъ нужно было всякій разъ знать различныя постоянныя, зависящія отъ напряженія въ сѣти и въ отвѣтвленіяхъ. Тогда



напряженіе  $\times$  сила тока = энергіи въ ваттахъ;

$$\frac{\text{напряженіе} \times \text{сила тока}}{736} = \text{мощность въ НР};$$

$$\frac{\text{напряженіе} \times \text{сила тока}}{736} \times \text{время пропуска} = \text{работѣ въ НР сек.} = \frac{\text{mkg}}{75}$$

Чтобы получить отданную моторомъ энергію въ НР за весь пропускъ нужно среднюю мощность мотора въ НР помножить на коэффициентъ полезнаго дѣйствія. Такимъ образомъ отданная энергія представится такъ:

$$\frac{\text{Средн. амперъ} \times \text{вольтъ} \times \text{коэф. полезн. дѣйств.} \times \text{время}}{736} = \text{НР секундъ.}$$

Сюда нужно прибавить кинетическую энергію маховика и всѣхъ вращающихся частей, которая опредѣляется, по измѣненію числа оборотовъ, до и послѣ пропуска полосы. Если  $J$  будетъ моментъ инерціи вращающихся частей стана (и маховика) въ  $\text{mkg} \times \text{сек.}^2$ ,  $p_1$ —число оборотовъ при началѣ,  $p_2$ —число оборотовъ при концѣ пропуска полосы, то отданная вращающимися массами энергія будетъ равна:

$$\frac{J}{2} \left\{ \left( \frac{\pi p_1}{30} \right)^2 - \left( \frac{\pi p_2}{30} \right)^2 \right\} \text{ mkg.}$$

Для моторовъ трехфазнаго тока отданная моторомъ энергія представляется такъ

$$\left\{ \frac{\text{Средн. амперъ} \times \text{вольтъ} \times \text{время}}{736} - \text{потеря скольж.} \left( \frac{\text{mkg}}{75} \right) \right\} \times \text{коэффиц. полезн. дѣйств.} = \text{НР секундъ.}$$

Вычисленіе энергіи, отдаваемой моторомъ постоянного тока при реверсивномъ способѣ труднѣе, потому что здѣсь напряженіе, сила тока и число оборотовъ мѣняются отъ нуля до нѣкоторой наибольшей величины; въ этомъ случаѣ каждая ордината кривой амперовъ помножается на соотвѣтственную ординату кривой вольтъ и, по суммѣ этихъ произведеній, судятъ объ энергіи мотора за пропускъ; сюда слѣдовало бы прибавить еще работу отъ ускоренія массъ, и исключить потери на электрическія сопротивленія, пропорціональныя квадрату силы тока  $= i^2 w$ , и потери на треніе, которыя опредѣляются изъ холостого хода.

## Глава V. Составленіе таблицъ отъ 1 до 67.

Рубрика 2 показываетъ время пропуска металла въ секундахъ черезъ разные ручьи, а рубрика 3—время паузъ, или интерваловъ, между пропусками. Самыми точными цифрами будутъ тѣ, которыя опредѣлены при помощи тахографа. Рубрика 4-я представляетъ измѣненіе минутнаго числа оборотовъ за пропускъ вслѣдствіе нагрузки, которое затѣмъ повышается во время паузы. Такимъ образомъ отданная моторомъ энергія вычисляется на основаніи показаннаго времени для пропуска.

Энергія, отдаваемая вращающимися массами, вычислялась по кривымъ

тахографа, когда таковыя примѣнялись для опредѣленія времени, и при знаніи момента инерціи вращающихся массъ.

Работа для холостого хода опредѣлялась при маховиковыхъ станахъ— изъ опытовъ надъ прочно зажатыми станами, а при реверсивныхъ станахъ— по среднему числу оборотовъ и, затѣмъ, помножалась на соответственное время.

Сумма полезной работы на прокатку есть сумма энергіи, затраченной на прокатку при соответственномъ пропускѣ, съ принятіемъ въ расчетъ коэффициента полезнаго дѣйствія мотора и т. д., но исключая работу на ускореніе массъ, холостую работу и электрическія потери. Средняя мощность получится отъ раздѣленія работы за пропускъ на проходящее время.

Поперечное сѣченіе прокатываемой полосы или слитка опредѣлялось при маховиковыхъ станахъ по разрывнымъ пробамъ и планиметрированіемъ; иногда, — по калибровкѣ валковъ, а при реверсивныхъ станахъ — по положенію верхняго вала.

Длина слитка или полосы опредѣлялась вычисленіемъ на основаніи вѣса слитка и его поперечнаго сѣченія, при этомъ обрѣзки всегда принимались во вниманіе.

Удлиненіе полосы вычислялось по соответственнымъ поперечнымъ сѣченіямъ и длинамъ ея.

Смѣщенные или перемѣщенные объемы металла, представляющіе произведеніе изъ уменьшенія поперечнаго сѣченія на длину полосы (слитка) до входа въ ручей, т. е.  $(Q_1 - Q_2)L_{q_1}$  или  $(q_1 - q_2)l_{q_1}$ , опредѣлялись вычисленіемъ.

Такимъ образомъ, точность предоставленныхъ таблицъ не одинакова. Наименьшей точностью будутъ отличаться таблицы для становъ *doppel-duo* I и II, при которыхъ время пропусковъ опредѣлялось не тахографомъ, а помощью передаточнаго вала; затѣмъ, здѣсь не приняты во вниманіе потери на электрическія сопротивленія и работа отъ ускоренія массъ; кромѣ того, одинаковые методы измѣреній сопровождались здѣсь большими относительными ошибками, чѣмъ при всѣхъ другихъ станахъ, такъ какъ прокатываемыя полосы были наименьшаго поперечнаго сѣченія, и затрата полезной работы была также наименьшая; ошибки же могли произойти отъ неправильнаго показанія электрическихъ измѣрительныхъ приборовъ, неправильнаго измѣренія длины и площади сѣченія прокатываемой полосы во время работы и неточнаго учета кинетической энергіи вращающихся массъ. Такъ напримѣръ, въ таблицахъ 1 и 2 полезная работа для пропусковъ 9, 10 и 11 показана недостаточной, а именно:

	пр. 9	пр. 10	пр. 11
въ таблицѣ 1	542	582	735
„ 2	448	554	723

между тѣмъ какъ по нашимъ вычисленіямъ таблицы 1 эта работа д. б. соответственно 600, 620 и 800 НР секундъ, при этомъ нужно принять во вниманіе, что продолжительность интерваловъ передъ 9 пропускомъ была 5,5 секундъ въ случаѣ первомъ и 2,5 сек. въ случаѣ второмъ. Далѣе въ таблицахъ 3 и 4 невѣроятно велика работа для 19 пропуска 1683 и 1230 НР сек. по сравненію съ таковой-же въ таблицѣ 1 и 2—427 и 459 НР сек. и съ вычисленной нами для таблицы 1-й --- 446 НР сек.

Затѣмъ, если взять таблицы 5 и 6, 7 и 8 и 11 и 12, относящіяся къ стану *doppel-duo* II, то замѣтимъ несходство въ работѣ въ черновой клѣти, т. е., — для пропусковъ съ 1 по 6, хотя поперечные размѣры заготовки и условія прокатки во всѣхъ трехъ случаяхъ были болѣе или менѣе одни и тѣ же. Наибольшей достовѣрностью отличаются цифры таблицы 7-й, и цифры другихъ таблицъ, для указанныхъ пропусковъ, должны быть соотвѣтственно исправлены.

Ислѣдованія среднесортныхъ становъ *trio* I и II для прокатки рудничныхъ рельсовъ отличаются уже большою точностью наблюдений, такъ какъ время пропусковъ здѣсь опредѣлялось тахографомъ Ногп'а, и прокатываемыя полосы были большого поперечнаго сѣченія и вѣса.

Но, повидимому, самой меньшей точностью сопровождалась испытанія надъ реверсивнымъ станомъ I, хотя число оборотовъ умформера опредѣлялось тахографомъ, но число оборотовъ двоеннаго становаго мотора опредѣлялось при посредствѣ передаточнаго вала, и не была принята во вниманіе работа отъ ускоренія массъ, кромѣ того регулированіе двоеннаго становаго мотора происходило, вѣроятно, не пунктуально. Не смотря на то, что этому стану отведено три таблицы, изъ нихъ авторъ не дѣлаетъ никакихъ выводовъ, вѣроятно, — потому, что онѣ отличаются несходствомъ результатовъ. Въ самомъ дѣлѣ, если взять таблицы 51 и 52, представляющія прокатку, при почти одинаковыхъ условіяхъ, двухъ слитковъ одинаковаго качества, вѣса и размѣровъ, то можно замѣтить слѣдующую разницу въ результатахъ:

ПРОПУСКИ.	2	3	4	6	18	20
Т а б л и ц а 51.						
Время пропуска. . . . .	2,54	1,88	2,72	3,10	5,13	5,8
Сѣченіе $b \times b$ . . . . .	436,478	436,440	411,444	361,452	195,280	193,203
Длина . . . . .	1,614	1,757	1,845	2,064	6,160	8,61
Чистая работа . . . . .	2789	2638	3920	5230	5978	8192
Т а б л и ц а 52.						
Время пропуска. . . . .	2,16	1,74	3,08	3,10	5,21	6,04
Сѣченіе $n \times b$ . . . . .	436,478	437,441	411,445	360,453	195,278	191,203
Длина . . . . .	1,610	1,750	1,845	2,070	6,26	8,69
Чистая работа . . . . .	4049	5181	4459	6192	8966	10947

Что касается таблицы 53, то она такъ же, какъ и таблицы 51 и 52, не отличается достовѣрностью результатовъ при малыхъ вытяжкахъ металла; къ этому заключенію можно придти, если сравнить отношеніе перемѣщеннаго при различныхъ пропускахъ объема металла къ затраченной работѣ съ таковыми же отношеніями въ другихъ таблицахъ, представляющихъ прокатку подобныхъ же заготовокъ, что подтверждаютъ также и цифры, выведенныя изъ работы по предлагаемой мною формулѣ, и очень подходящія къ результатамъ другихъ соотвѣтственныхъ таблицъ, а именно:

ПРОПУСКИ.	1	2	4	5	6	7	10	11	12	17	24	25	28
$\frac{(q_{n-1} - q_n) l_{n-1}}{L_1 + L_2}$ по Purre . . . . .	57	69,6	68,1	70,2	69,4	96,5	79,9	82,2	90,8	60,7	49,6	45,8	69,2
$\frac{(q_{n-1} - q_n) l_{n-1}}{L_1 + L_2}$ на основ. предл. формулы.	74	146	141	147	124	125	120	115	127	103	75	78	46

Таблицы съ № 54 по № 67, относящіяся къ реверсивному стану II, отличаются, напротивъ, наибольшей обработкой и наибольшей точностью, хотя и въ нихъ встрѣчаются противорѣчивые результаты. Напримѣръ, въ таблицѣ 58 работа, показанная для 9-го пропуска и равная 13460 НР секундъ, едва ли достовѣрна, такъ какъ для такого же пропуска по таблицѣ 57, представляющей прокатку такихъ же балокъ и, приблизительно, при одинаковыхъ условіяхъ, соответственная работа опредѣлена всего въ 8361 НР секундъ, и по нашимъ вычисленіямъ полезная работа для 9-го пропуска таблицы 58 выходитъ всего въ 8200 НР секундъ. Далѣе, въ таблицѣ 59 результаты для пропусковъ 7 и 15 тоже едва ли достовѣрны; такъ: для 7-го пропуска

$$\frac{(q_6 - q_7) l_6}{L_1 + L_2} = 18,5 \text{ куб. мм.}$$

между тѣмъ какъ для шестого и восьмого пропусковъ соответственныя отношенія будутъ 135 и 102. Если, опять, это отношеніе вывести по работѣ, вычисленной по предлагаемой нами формулѣ, то такое будетъ 158, т. е. значительно ближе къ сосѣднимъ предѣламъ. Далѣе, для 15-го пропуска въ таблицѣ 59 показана работа 14753 НР секундъ при продолжительности пропуска 7,6'', а въ таблицѣ 60, представляющей повтореніе опыта, для 15-го пропуска показана работа 9952 НР секундъ при продолжительности пропуска 7,72'', и по нашимъ вычисленіямъ эта работа для 15-го пропуска таблицы 59 выходитъ въ 10200 НР секундъ. Затѣмъ, въ таблицѣ 61 работа для пропусковъ 1, 3, 7, 11 и 12 тоже не достовѣрна; такъ: для 11 и 12 пропусковъ получается очень большое несходство съ соответственными цифрами таблицы 62, представляющей повтореніе опыта таблицы 61, а именно:

	пр. 11	пр. 12
въ таблицѣ 61	3496	8741
„ 62	1582	7135

которыя по нашимъ вычисленіямъ, сдѣланнымъ для таблицы 61, будутъ соответственно: 1800 и 7000 НР секундъ; что касается цифръ для пропусковъ: 1, 3 и 7, то, пересчитывая перемѣщеніе объема металла на единицу затраченной работы, видимъ, что такое по даннымъ Purre будетъ:

1 пр.	2 пр.	3 пр.	6 пр.	7 пр.	8 пр.
116,4	145,0	124,6	163,1	208,4	131,3 куб. мм.

а по нашимъ даннымъ:

195	150	169	150	120	114
-----	-----	-----	-----	-----	-----

т. е. отличается большей плавностью. Наконец, если взять таблицы 66 и 67, то легко замѣтить, что разность между результатными цифрами колеблется отъ 20 до 40% и отношеніе перемѣщенного объема къ затраченной силѣ не отличается плавностью, поэтому и объ этихъ таблицахъ приходится сказать, что точность ихъ не высока.

## Глава VI. Вліяніе температуры на расходъ силы при прокаткѣ.

Существуютъ два рода калибровъ, а именно: калибры съ прямымъ давленіемъ, при которыхъ движеніе частицъ прокатываемаго металла происходитъ, главнымъ образомъ, въ продольномъ направленніи, т. е. по направленніи прокатки, и калибры съ непрямымъ давленіемъ, при которыхъ движеніе частицъ металла распространяется и въ горизонтальномъ направленніи, по направленію оси стана; при послѣднихъ калибрахъ (со стороннимъ давленіемъ) происходитъ не только уменьшеніе сѣченія, но и замѣтное измѣненіе формы прокатываемаго металла. Въ случаѣ прямого давленія затраченная на прокатку (пропускъ металла) работа будетъ пропорціональна перемѣщенному объему  $(Q_1 - Q_2)L_{q1}$ ; Если этотъ объемъ будетъ  $V$  куб. мм., то, раздѣляя его на полезную работу при прокаткѣ, получимъ нѣкоторую величину, зависящую отъ температуры, т. е.

$$\frac{(Q_1 - Q_2)L_{q1}, \text{ куб. мм.}}{\text{полез. работа mkg}} = \frac{V}{E} = f(t).$$

Такимъ образомъ, откладывая полученныя величины работъ за каждый пропускъ, какъ ординаты, а соотвѣтственныя температуры, какъ абсциссы, получимъ кривую, показывающую сколько куб. мм. металла можетъ быть смѣщено, или перемѣщено, при соотвѣтственной температурѣ. Если принять незначительныя упрощенія, которыя также происходятъ во всѣхъ случаяхъ при нормальной прокаткѣ съ прямымъ давленіемъ, то полученныя кривыя нѣсколько понизятся. Тѣ и другія кривыя ясно покажутъ возрастаніе сопротивленія съ паденіемъ температуры, при томъ болѣе быстрое при болѣе низкихъ температурахъ; другими словами: полученныя кривыя указываютъ, что способность металла деформироваться, или измѣнять свою форму, значительно уменьшается съ паденіемъ температуры. Полученныя кривыя, вообще, близки къ параболамъ, и отклоненія точекъ этихъ кривыхъ въ ту или другую сторону могутъ зависѣть отъ ошибокъ опытовъ и неточностей инструментовъ. Кромѣ того, на эти кривыя вліяетъ величина сопротивленія матеріала, также—величина работы, идущая на измѣненіе формы матеріала при прокаткѣ и зависящая, вообще, отъ размѣровъ валковъ.

Откладывая, далѣе, по оси абсциссъ удлинненіи прокатываемаго металла, а по оси ординатъ—соотвѣтственную затрату энергіи въ HP секундахъ или кв часахъ, получаемъ кривую, тоже близкую къ параболѣ, которая будетъ показывать расходъ силы при извѣстномъ удлинненіи. Изъ сравненія этихъ кривыхъ выходитъ, что потребленіе энергіи возрастаетъ при большемъ діаметрѣ валковъ и при меньшемъ сѣченіи слитка, или прокатываемой полосы, т. е.,—извѣстное отношеніе между діаметромъ валковъ и высотой прокатываемой полосы имѣетъ вліяніе на расходъ работы; напр., это отношеніе для отдѣлочныхъ ручьевъ можетъ быть 1,2,5, а для черновыхъ 2,5, т. е.  $\frac{1}{5}$  перваго

отношенія. Вліяніе малаго діаметра валковъ можно сравнить съ работой мотота съ узкимъ бойкомъ, подъ которымъ вытяжка металла идетъ успѣшнѣе; далѣе, въ этомъ случаѣ поверхность соприкосновенія прокатываемаго металла, относительно меньше, и потери отъ тренія металла въ валкахъ также меньше. Эти отношенія имѣють связь и съ опереженіемъ металла.

Для первыхъ пропусковъ, когда давленіе очень различно, и металлъ менѣе однороденъ, отношеніе  $\frac{V}{E}$  очень переменнo; но для отдѣлочныхъ ручьевъ отношеніе это болѣе или менѣе постоянно.

Скорость паденія температуры зависитъ отъ времени, продолжительности прокатки, формы и величины конечнаго сѣченія прокатываемаго продукта. При тяжелыхъ слиткахъ охлажденіе идетъ медленнѣе, ибо отношеніе объема къ боковой поверхности больше и поэтому болѣе благопріятно. Напротивъ, чѣмъ меньше это отношеніе, тѣмъ быстрѣе идетъ охлажденіе черезъ лучеиспусканіе, и чѣмъ больше боковая поверхность прокатываемой полосы, тѣмъ темнѣе, т. е. холоднѣе, она выходитъ изъ прокатки.

### Глава VII. Вліяніе качества матеріала на потребность въ силѣ.

Сущестующій взглядъ, что потребленіе необходимой для прокатки энергіи зависитъ отъ крѣпости прокатываемаго матеріала въ холодномъ состояніи, требуетъ нѣкотораго освѣщенія. Такъ изъ таблицы 71, представляющей вліяніе качества матеріала на потребность въ силѣ при прокаткѣ, слѣдуетъ, что расходъ полезной работы на 100 кг. отпущеннаго металла, не смотря на различную его твердость, или разное сопротивленіе разрыву, измѣняющееся отъ 40 до 77 кг. на кв. мм., почти одинаковъ при одинаковыхъ предѣлахъ температуръ прокатки (1000°—1250°C.). Но такъ какъ металлъ съ большимъ сопротивленіемъ разрыву обладаетъ большими границами для предѣла упругости, то можно говорить о вліянніи сопротивленія, или крѣпости металла на расходъ силы только въ смыслѣ преодоленія сопротивленія отъ остающихся измѣненій формы металла, т. е. чѣмъ выше сопротивленіе, тѣмъ больше потребность силы на измѣненіе остающихся формъ прокатываемаго металла.

Съ другой стороны, вслѣдствіе того, что граница предѣла упругости для твердыхъ сортовъ литого металла измѣняется при нагрѣваніи быстрѣе, чѣмъ для мягкихъ сортовъ при нагрѣваніи до тѣхъ же температуръ,—затраченная при прокаткѣ работа тоже не зависитъ, такимъ образомъ, отъ крѣпости металла въ холодномъ состояніи.

Если и выходитъ, что при прокаткѣ болѣе твердой стали расходуется больше работы, то это зависитъ только отъ вліянія температуры, ибо твердые сорта, съ болѣе высокимъ содержаніемъ углерода, чтобы не было пережога, не могутъ быть такъ нагрѣваемы, какъ мягкая сталь.

### Глава VIII. Вліяніе формы калибра на потребность въ силѣ.

Изъ вышеизложеннаго слѣдуетъ, что работа, затрачиваемая на пропускъ металла, при прямомъ давленіи, зависитъ, при всѣхъ прочихъ одинаковыхъ условіяхъ, отъ температуры. Въ случаѣ, когда перемѣщеніе частицъ металла происходитъ по всему сѣченію прокатываемой полосы, къ которому

относится и тотъ простѣйшій случай, когда прокатка идетъ съ замѣтнымъ унпиреніемъ, кривая для  $\frac{V}{E}$  идетъ ниже, т. е., въ этомъ случаѣ, при одной и той же температурѣ, для прокатки требуется большіе работы въ сравненіи съ той, которая затрачивается только на смѣщеніе или перемѣщеніе объема металла вдоль прокатки. На основаніи кривыхъ можно было бы замѣтить вліяніе этой излишней работы въ разныхъ случаяхъ, а также и въ случаяхъ флянцевой прокатки, которая сопровождается при томъ излишнимъ треніемъ металла въ валкахъ.

### Глава IX. Замѣчанія о дѣйствіи прокатныхъ машинъ и объ инертныхъ массахъ при прокатныхъ станахъ.

Инертныя массы оказываютъ особенное вліяніе на отдачу энергіи въ прокатныхъ станахъ при первыхъ короткихъ пропускахъ, при которыхъ это вліяніе можетъ доходить до 95%; далѣе это вліяніе, съ удлинненіемъ прокатываемой полосы, понижается и можетъ достигнуть minimum'a, напр., при прокаткѣ въ послѣднемъ, часто полировочномъ, калибрѣ; когда рассчитываютъ на энергію вращающихся массъ,—число оборотовъ стана увеличиваютъ. Напротивъ при станѣ съ большимъ числомъ пропусковъ въ единицу времени, или съ длинными пропусками, работаетъ почти одинъ моторъ, и работа на холостой ходъ за это время падаетъ. Нормальное паденіе числа оборотовъ двигателя не должно быть большіе 15%.

Потеря на работу отъ ускоренія массъ моторовъ доходитъ до 17%.

Потеря на работу отъ скольженія канатовъ, которое при большихъ нажимахъ доходитъ до  $\frac{1}{10}$  оборота, будетъ до 10%.

Такимъ образомъ, выводамъ изъ опытовъ посвящены главы VI, VII и VIII, и онѣ должны были бы представлять наибольшій интересъ, такъ какъ касаются вліянія на потребность въ силѣ при прокаткѣ температуры, качества металла и, особенно, вліянія формы калибра, когда распределеніе частицъ металла при прокаткѣ происходитъ не только вдоль прокатки, но и по сѣченію прокатываемой полосы. Но,—указавъ на излишекъ работы, подъ вліяніемъ тѣхъ или другихъ причинъ, въ разныхъ случаяхъ, извѣстныхъ болѣе или менѣе каждому лицу, близко стоящему къ практикѣ прокатнаго дѣла,—авторъ не дѣлаетъ никакихъ учетовъ для опредѣленія или измѣренія такого излишка работы. Затѣмъ, авторъ не останавливается также на работѣ тренія металла въ валкахъ, указавъ только, что таковая можетъ быть значительно большіе, на примѣръ, при прокаткѣ флянцевыхъ профилей, чѣмъ при прокаткѣ обыкновеннаго желѣза. Однако, работа тренія металла въ валкахъ можетъ быть разная и при прокаткѣ одного и того же сорта, на примѣръ полосоваго,—смотря потому, будетъ ли оно кататься въ открытыхъ или закрытыхъ калибрахъ или въ ступенчатыхъ валкахъ. Хотя работа тренія металла въ валкахъ составляетъ значительную величину всей полезной работы, но совершенно отсутствуютъ методы и указанія, исключая опытовъ и выводовъ Blass'a, для опредѣленія величины этой работы.

Не смотря на вышеуказанные недостатки въ составленіи таблицъ и разность въ результатныхъ цыфрахъ, которая въ среднемъ доходитъ отъ 5 до 10%, а въ частности даже до 40%, тѣмъ не менѣе приведенныя въ книгѣ та-

блицы представляют, без сомнѣнія, очень цѣнный матеріалъ (ошибка въ 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> для прокатныхъ машинъ почти не имѣетъ значенія), и дадутъ возможность, кромѣ сдѣланныхъ на стр. 395, 396, 397, 400 и 401 выводовъ, сдѣлать изъ нихъ еще выводы въ видѣ слѣдующихъ таблицъ, а именно:

а) Для реверсивнаго стама duo II.

ПРОКАТКА НА РЕВЕРСИВНОМЪ СТАНѢ.	Вѣсъ слитка (ки- лограммъ).	Клгр. Соврогивл. млрд.²	Температура про- катки.	Вытяжка.	Полное время про- пуска (секундъ).	Полезная работа въ 1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> секундъ на 100 килограммъ.	Тоже, на килогр. въ 1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> .	Тоже, при сред. вытяж. 10.	Примѣчанія.
Рельсы 25,6 клгр. п. м.	1380	69,6	1176-984	44,2	146,5	12415	0,85	0,20	Табл.54
Балки №16—20,4 клгр.п.м.	1105	39,2	1197-951	46,5	121,9	17000	1,40	0,30	" 55—56
Тоже, № 22—36,0 клгр.	1472	43,5	1204-1012	31,1	112,2	11350	1,01	0,33	" 57—58
Рельсы 35,5 клгр. п. м.	1821	67,4	1169-984	37,5	152,5	12100	0,80	0,21	" 59—60
Заготовки 50 мм. . .	1255	39,9	1197-1029	58,0	134,5	11200	0,80	0,14	" 61—62
Балки № 18—23,8 клгр.	1070	36,8	1218-1003	40,1	114,5	16400	1,43	0,35	" 64—65
Швеллера 260 мм. . .	1035	42,0	1225-951	32,6	105,7	14100	1,34	0,41	" 66—67

При прокаткѣ въ этомъ станѣ слитокъ съ одного нагрѣва выкатывался непосредственно на готовое издѣліе. Изъ выведенныхъ цифръ видно, что при прокаткѣ металла при одной и той же вытяжкѣ, во всѣхъ случаяхъ, наименьшій расходъ работы получался при прокаткѣ заготовокъ; далѣе, расходъ работы увеличился при прокаткѣ рельсовъ въ 1,4 раза, при прокаткѣ балокъ въ 2,4 раза и при прокаткѣ швеллеровъ почти въ 3 раза. Эта излишняя работа, при одинаковой температурѣ прокатки, и затрачивается на перемѣщеніе частицъ металла по сѣченію и на преодоленіе излишняго тренія металла въ валкахъ. Такъ какъ эти цифры относятся къ прокаткѣ того или другого продукта сначала до конца, то, очевидно, онѣ будутъ представлять только среднія значенія; наименьшее ихъ значеніе, т. е. когда слитокъ катается въ блумингѣ, не въ фасонныхъ калибрахъ, будетъ приближаться къ 0,14, а специальныя значенія можно получить изъ разсмотрѣнія работъ при прокаткѣ уже заготовки въ соответственныхъ клѣткахъ. Эти специальныя значенія вычислены въ слѣдующей таблицѣ (стр. 413).

Изъ послѣдней таблицы можно, въ свою очередь, вывести средніе результаты относительно расхода работы при прокаткѣ на клгр. въ секунду, при одинаковомъ удлинении, напр. 10, и не принимая во вниманіе незначительно разную температуру прокатки металла, а именно:

	Квадрат- ные ручьи.	Овалъ и ромбъ.	Спеціал. кал. пром. стана.	Спец. кал. либ. пром. стана.	Отдѣл. кал.
Заготовки. . . . .	0,08	0,20	—	—	—
Рельсы. . . . .	0,12	—	0,24	—	0,21
Балки . . . . .	0,15	—	0,36	—	0,37
Швеллеры . . . . .	0,18	—	0,31	0,50	0,53



		Время пропусков (секундъ).	Полезная работа HP секундъ.	Полезная работа въ 1" на 1 кдгр.	Полезная работа въ 1" на 1 кдгр. при вытяж. 10.		
Заготовки 50 × 50	чернов . .	46	24218	0,40	0,091	сѣч. 142.190	Табл. 54.
	подготов .	39	57586	1,07	0,238		
	отдѣлочн.	60	89342	1,08	0,244		
		145''	171146	0,85	0,19		
Балки 16, 20,4 килограммъ	черное . .	34	21411	0,55	0,12	сѣч. 134.187	Табл. 55.
	подготов .	32	43280	1,20	0,26		
	отдѣлочн.	57	125477	1,93	0,41		
		123	190168	1,23	0,26		
Балки 22, 36,0 килограммъ	чернов . .	30	20432	0,46	0,15	сѣч. 172.218	Табл. 58.
	пром. . . .	38	69897	1,24	0,40		
	отдѣлочн.	45	85642	1,30	0,30		
		113	175971	1,00	0,28		
Рельсы 35,5 килогр.	чернов . .	62	63081	0,54	0,15	сѣч. 132.176	Табл. 59.
	пром. . . .	30	53375	0,90	0,24		
	отдѣлочн.	60	107400	1,00	0,17		
		152	223856	0,81	0,19		
Заготовки 50 × 50	чер. оваль	57,4	31822	0,44	0,08	сѣч. 137.187	Табл. 61.
	въ кв. . .	77,6	109918	1,09	0,20		
		135	141740	0,76	0,14		
Балки 13, 23,8 килограммъ	черное . .	33	25063	0,70	0,18	сѣч. 142.190	Табл. 64.
	пром. . . .	43	82341	1,74	0,43		
	отдѣл. . .	39	69730	1,60	0,40		
		115	177134	1,34	0,34		
Швеллера 260 мм.	чернов . .	20	12285	0,60	0,18	сѣч. 197.265	Табл. 66.
	пром . . . .	21	20545	1,00	0,31		
	пром. . . .	39	63875	1,63	0,50		
	отдѣл. . . .	32	54210	1,70	0,53		
		112	150915	1,23	0,38		

в) Для становъ съ постояннымъ направлениемъ вращенія валковъ.

Что касается мелкосортныхъ и среднесортныхъ становъ съ постояннымъ направлениемъ вращенія валковъ, то расходъ силы въ нихъ, при прокаткѣ того или другого продукта, значительно больше и не отличается такой плавностью, какъ для реверсивныхъ становъ. Нижеслѣдующая таблица представляетъ выводы для этихъ становъ.

	Вѣсь заготовки (килограммъ).	кгр. Сопрогнал.	млл. <sup>2</sup>	Температура про- катки.	Вытяжка.	Полное время про- пуска (секундъ).	Полезная работа HP секундъ на 100 килограммъ.	Тоже, на килгр. въ секунду.	Тоже, при вытяж. 10.	Примѣчанія.
Полосовое 38×7 мм. .	110	40	1340-850	62,0	80,0	14430	1,80	0,30	Табл. 1—2	
50×10 . .	131	40	1272-994	32,5	45,0	9800	2,18	0,68	9—10	
70×21 . .	318	38	1280-908	11,5	52,5	6980	1,34	1,16	13—14	
Тавры 35×35×4,5 . .	72	37	1320-937	53,1	40,5	14350	2,70	0,51	7—8	
Швеллера 40, <20×4,5 .	83	38	1280-908	40,3	40,0	16140	4,03	1,00	11—12	
Руднич. рельсы 4,6 кгр.	117	67	1192-1021	28,5	39,0	14600	5,20	1,85	41—42	
8,0 >	203	50	1220-963	25,4	36,0	13300	3,70	1,44	47—48	
10,0 >	276	50	1220-1029	27,7	43,0	11000	2,60	0,92	39—40	
14,4 >	270	69	1218-1062	18,5	38,0	10000	2,63	1,42	43—44	

Такъ какъ полученныя цифры относятся къ прокаткѣ того или другого продукта сначала до конца, то, очевидно, онѣ будутъ представлять, опять, только среднія цифры; ихъ можно раздѣлить на два ряда: въ первомъ ряду будутъ цифры, относящіяся до прокатки того или другого продукта въ черновыхъ валкахъ—преимущественно со стрѣльчатыми калибрами; во второмъ ряду будутъ цифры, относящіяся до прокатки въ специальныхъ фасонныхъ ручьяхъ. Въ нижеслѣдующей таблицѣ (стр. 415) представленъ выводъ этихъ цифръ, показывающихъ, что расходъ работъ на прокатку въ черновомъ станѣ, вообще, больше такового же въ чистовомъ станѣ, и отличающихся также очень большими колебаніями вслѣдствіе малыхъ размѣровъ сѣченій прокатываемаго металла.

Возвращаясь опять, на основаніи вышеизложеннаго, къ среднимъ цифрамъ изъ таблицъ для реверсивныхъ становъ duo II, представленнымъ на стр. 412 и 413, изъ послѣднихъ можно сдѣлать еще слѣдующіе выводы.

1) Такъ какъ полезная работа при прокаткѣ (пропускѣ металла черезъ валки) состоитъ изъ трехъ компонентовъ, а именно: изъ работы, затрачиваемой на деформацию металла, изъ работы тренія металла о цилиндрическія поверхности валковъ и изъ работы тренія металла о боковыя поверхности валковъ, то приведенныя цифры и будутъ представлять сумму указанныхъ трехъ работъ, если калибръ при пропускѣ заполняется металломъ, или только сумму двухъ первыхъ работъ, если калибръ не заполняется металломъ.

2) При прокаткѣ въ обжимныхъ валкахъ, въ которыхъ калибры квадратнаго и прямоугольнаго сѣченія не заполнялись металломъ, бокового тренія нѣтъ; точно также не будетъ бокового тренія въ ромбическихъ, стрѣльчатыхъ и овальныхъ ручьяхъ; слѣдовательно, —въ этихъ случаяхъ приведенныя цифры будутъ представлять сумму только первыхъ двухъ работъ.

3) Вычисляя указанныя работы на основаніи предлагаемой нами формулы, можно сказать, что если работу для деформации металла принять за единицу, то работу тренія металла о цилиндрическія поверхности валковъ нужно принять за 1,10 до 1,30 въ зависимости отъ того, насколько прямоугольное

	Время пропусковъ (секунды).	Полезная работа HP секунд.	Полезная работа въ 1" на килограммъ.	Полезная работа въ 1" на килограммъ при вытяж. 10.		
Полосовое 48×7 мм. чернов. . . . . отдѣл . . . . .	17"	5060	2,62	0,43	—	Табл. 1.
	65	11198	1,5	0,24	—	
	82	16258	2,06	0,33	—	
Полосовое 50×10 » черное. . . . . отдѣл . . . . .	11	4698	3,3	1,03	—	Табл. 9.
	34	2862	0,65	0,20	—	
	45	7560	2,00	0,62	—	
Полосовое 70×21 » чернов. . . . . отдѣл . . . . .	39	15096	1,07	0,93	—	Табл. 13.
	20	11000	1,52	1,32	—	
	59	26096	1,29	1,13	—	
Тавр. 35×35×4,5 чернов. . . . . отдѣл . . . . .	6	2417	5,60	1,06	—	Табл. 7.
	34	7596	3,10	0,60	—	
	40	10013	4,35	0,83	—	
Швел. 40×20×4,5 чернов. . . . . отдѣл . . . . .	7,4	3448	6,42	1,60	—	Табл. 11.
	33	4148	1,53	0,38	—	
	40,4	8024	4,00	1,00	—	
Рельсы 4,6 килогр. чернов. . . . . отдѣл . . . . .	3,6	2788	6,60	2,35	—	Табл. 41.
	35,4	14578	3,40	0,97	—	
	39	17366	5,00	1,66	—	
Рельсы 8,0 килогр. чернов. . . . . отдѣл . . . . .	7	6407	4,55	1,80	—	Табл. 47.
	29	19780	3,40	1,36	—	
	36	26187	3,87	1,58	—	
Рельсы 10,0 килогр. чернов. . . . . отдѣл . . . . .	9,5	10333	3,72	1,32	—	Табл. 39.
	33,5	20124	2,28	0,82	—	
	43	30457	3,00	1,07	—	
Рельсы 14,4 килогр. чернов. . . . . отдѣл . . . . .	10	13430	5,50	2,90	—	Табл. 43.
	28	16520	2,22	0,80	—	
	38	29950	3,86	1,85	—	

сѣченіе полосы отклоняется отъ квадратнаго, т. е., насколько ширина увеличивается противъ высоты.

4) Такъ какъ послѣднее отношеіе сохраняется также и для обжимныхъ ручьевъ, для балокъ и швеллеровъ, то можно сказать, что давленіе

истечения остается такимъ же, какъ при прокаткѣ заготовокъ или рельсовыхъ болванокъ, и дѣйствительно измѣненіе сѣченія идетъ такъ же плавно, какъ и въ первыхъ случаяхъ.

5) При прокаткѣ въ промежуточныхъ и отдѣлочныхъ валкахъ калибры специальной формы заполняются металломъ, слѣдовательно,—въ нихъ имѣетъ мѣсто боковое треніе, которое, при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ, будетъ зависѣть отъ формы калибра и отъ расположенія его въ валкахъ. Такимъ образомъ, приведенныя цифры въ этихъ случаяхъ будутъ представлять сумму трехъ работъ.

6) Вычисляя опять указанныя работы на основаніи предлагаемой нами формулы и принимая работу на деформацию за единицу, можно принять, что будетъ:

	Работа на деформацию.	Работа на треніе о цилиндрической поверхности.	Работа на треніе о боковой поверхности.
<b>а) Для реверсивнаго стана duo II.</b>			
1) при прокаткѣ рельсовъ 35,5 клгр. въ п. м.			
промежуточная клѣть—фасонные ручки . . .	1	2,0	1,3
отдѣлочная клѣть—фасонные ручки . . .	1	2,5	5,0
2) при прокаткѣ двутавровыхъ балокъ № 22.			
промежуточная клѣть—фасонные ручки . . .	1	2,0	1,4
отдѣлочная клѣть—фасонные ручки . . .	1	5,0	5,0
3) при прокаткѣ шпаль 260 мм.			
первая промежуточная клѣть—фасонн. ручки	1	1,6	1,12
вторая промежуточная клѣть—фасонн. ручки	1	3,2	1,60
отдѣлочная клѣть—фасонные ручки . . .	1	3,0	6,30
<b>б) Для станова съ постояннымъ направленіемъ вращенія валковъ.</b>			
1) при прокаткѣ полосового 38×7 мм.			
черновая клѣть—стрѣльчатые ручки . . .	1	3,0	—
отдѣлочн. клѣть—квадр. ручки и ступеньчат.	1	3,0	—
2) при прокаткѣ круглаго 35 мм.			
черновая клѣть—стрѣльчатые ручки . . .	1	2,0	—
отдѣлочная клѣть—квадр., овалъ и кругъ .	1	2,0	—
3) при прокаткѣ тавроваго 35×35×4,5 мм.			
черновая клѣть—стрѣльчат., овалъ и квадр.	1	3,0	—
отдѣлочная клѣть—фасонные ручки . . .	1	2,0	2,0
4) при прокаткѣ швеллернаго 40×20×4,5 мм.			
черновая клѣть—стрѣльчатые ручки . . .	1	3,0	—
отдѣлочная клѣть—фасонные ручки . . .	1	3,0	4,0
5) при прокаткѣ рудничн. рельсовъ 10 клгр. въ п. м.			
черновая клѣть—фасонные ручки . . . . .	1	2,5	2,0
отдѣлочная клѣть—фасонные ручки . . . . .	1	3,2	2,0

т. е. наибольшее боковое треніе обнаруживается при прокаткѣ швеллеровъ, затѣмъ, — балокъ и рельсовъ.

Далѣе, если прокатку маленькихъ швеллеровъ  $40 \times 20 \times 4,5$  мм. сравнить съ прокаткой шпаль 260 мм. шириной, то замѣтимъ, что въ первомъ случаѣ работа тренія меньше, чѣмъ во второмъ, вслѣдствіе болѣе благоприятнаго отношенія периметра къ площади сѣченія, а именно:

Таблица 11 швеллера $40 \times 20 \times 4,5$ мм.	пропускъ 14	пропускъ 15	пропускъ 16
	периметръ	75 мм.	75
	отношеніе	0,13	0,17
Таблица 67 шпалы 260 мм. шириной	пропускъ 15	16	17
	периметръ	765	722
	отношеніе	0,16	0,174
			0,187

Наоборотъ,—сравнивая прокатку рудничныхъ рельсовъ, наприм., 10 кгр. въ погонномъ метрѣ, съ прокаткой большихъ рельсовъ 35,5 кгр. въ погон. метрѣ, замѣтимъ, что работа тренія въ первомъ случаѣ будетъ больше вслѣдствіе менѣе благоприятнаго отношенія периметра къ площади сѣченія, а именно:

Таблица 17, рудничные рельсы 10 кгр. п. м., отношеніе для послѣднихъ трехъ пропусковъ:

0,151                      0,185                      0,200.

Таблица 59, рельсы 35,5 кгр. п. м. отношеніе для послѣднихъ трехъ пропусковъ:

0,090                      0,095                      0,100.

Вліяніе формы калибра на работу, затрачиваемую на деформацию металловъ, можно выяснитъ только приблизительно въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ, выбравъ для этого коэффициентъ давленія истеченія больше, чѣмъ для давленія истеченія при соответственной температурѣ, но при перемѣщеніи частицъ металла только вдоль прокатки. *Н. Верещанинъ.*

*М. А. Павловъ.* Доменные печи и воздухонагрѣватели. Первое дополненіе къ „Атласу чертежей по доменному производству“. 50 табл.  $26 \times 34$  см. СПб. 1910, ц. 3 р. 50 к.

Занявъ каеедру металлургии въ Екатеринославскомъ Высшемъ Горномъ Училищѣ М. А. Павловъ очень скоро убѣдился въ необходимости руководства, въ видѣ сборника чертежей, при чтеніи лекцій и при проектированіи студентами заводовъ. Вотъ что положило начало ряда изданій имъ атласовъ по доменному и мартеновскому производству. Самое осуществленіе подобнаго изданія въ Россіи говоритъ уже за себя, но немногіе знаютъ, что оно сдѣлалось возможнымъ, благодаря распространенію атласовъ во Франціи, Америкѣ и Германіи, въ которыхъ расходится большая часть изданій. Это кажется небывалый случай въ исторіи русскихъ изданій.

Чтобы сдѣлать атласъ болѣе современнымъ, авторъ предпринялъ изданіе его въ небольшомъ числѣ экземпляровъ, дабы ко времени накопленія новаго матеріала имѣть возможность обновитъ его новыми выпусками. Въ чемъ же заключается секретъ успѣха этого изданія? Секретъ весьма простой—хорошая освѣдомленность автора: то, что разбросано въ самыхъ разнообразныхъ изданіяхъ, выходящихъ въ разныхъ странахъ, собирается тщательно и оцѣнивается имъ: все банальное, устарѣлое откидывается; оригинальное, заслу-

живающее распространѣніе разрабатывается и, затѣмъ, предлагается читателю.

Автору ставили постоянно въ упрекъ отсутствіе текста при его атласахъ; но въ настоящемъ изданіи доменнаго атласа текстъ есть—болѣе подробное, чѣмъ прежде, описаніе чертежей и, въ приложеніи, данныя для опредѣленія размѣровъ доменныхъ печей.

Вѣрный себѣ, М. А. Павловъ написалъ всего девять страничекъ объ „опредѣленіи размѣровъ“, но въ этихъ девяти страничкахъ сказано больше, чѣмъ въ иномъ объемистомъ сочиненіи. Положенія, высказанныя имъ здѣсь, подкрѣпляются пятью таблицами профилей доменныхъ печей, обработать которыя и свести результатъ обработки въ нѣсколько колонокъ коэффициентовъ, былъ большой трудъ. Этотъ трудъ читателю не виденъ, — авторъ оставилъ его въ своемъ рабочемъ кабинетѣ, — но, прочитавъ эту коротенькую работу, невольно чувствуешь себя увѣренно въ темномъ и трудномъ вопросѣ проектированія доменныхъ печей. Какъ ни какъ, практика всего міра—хорошій аргументъ въ пользу извѣстныхъ взглядовъ, а резюме этой практики и даетъ работа М. А. Павлова.

Конструктивныя детали современныхъ доменныхъ печей представлены въ атласѣ великолѣпно.

Въ общемъ, это—изданіе, полезное и для инженеровъ, и для студентовъ. Будемъ надѣяться, что когда оно разоидется, авторъ порадуетъ насъ слѣдующими выпусками.

*В. Грумъ-Гржимайло.*

*F. Foerster. Beiträge zur Kenntnis des elektrochemischen Verhaltens des Eisens (Abhandlungen der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie, № 2; Halle a. S. 1909; 83 стр. ц. 3,20 Марки).*

Желѣзо, по своимъ электрохимическимъ свойствамъ, существенно отличается отъ большинства другихъ металловъ, — измѣненіе электроднаго потенциала со временемъ, какъ при раствореніи, такъ и при электролитическомъ осажденіи; способность легко переходить въ пассивное состояніе; наконецъ, значительныя количества водорода въ электролитическомъ желѣзѣ, — вотъ тѣ главнѣйшія аномаліи, разбору и теоретическому обоснованію которыхъ посвящена вышеназванная работа.

Въ своей монографіи: „Матеріалы къ изученію электрохимическихъ свойствъ желѣза“ профессоръ Дрезденскаго Политехническаго Института Ф. Ф э р с т е р ь подвергаетъ критической обработкѣ накопленный по данному вопросу матеріалъ, часто противорѣчивый и недостаточно опредѣленный, и дополняетъ его новыми опытными данными, полученными за послѣдніе годы въ его лабораторіи. Чрезвычайно интересной и цѣнной является попытка автора объяснить своеобразныя электрохимическія свойства желѣза одной причиною, — образованіемъ или разложеніемъ раствора водорода въ желѣзѣ. Монографія распадается на 2 главы: 1) электровозбудительная сила желѣза и 2) электролитическое выдѣленіе желѣза.

1. Для электроднаго потенциала желѣза въ нормальномъ растворѣ  $\text{FeSO}_4$  или  $\text{FeCl}_2$  разными изслѣдователями получены значенія между—0,34 и—0,66 вольтами; критическій разборъ условій работы приводитъ автора къ

выводу, что наиболее вероятным нужно считать значение  $-0,46$ . Желѣзо, содержащее водородъ, менѣе благородно, — его потенциалъ около  $0,66$  и падаетъ со временемъ до  $0,46$ . Изученіе желѣза, покрытаго толстымъ слоемъ окисловъ — пластинки аккумулятора Эдиссона — дало автору то же значеніе электроднаго потенциала. Измѣренія цѣпей съ болѣе разбавленнымъ электролитомъ, — а также элемента:  $\text{Fe} \mid \text{FeSO}_4 \mid \text{CuSO}_4 \mid \text{Cu}$  — показываютъ, что потенциалъ  $0,46$  соответствуетъ реакціи  $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe} + 2\theta$ .

Многочисленныя изслѣдованія надъ способностью желѣза переходить въ пассивное состояніе приводятъ къ убѣжденію, что это состояніе не наступаетъ, когда на поверхности желѣза выдѣляется водородъ. Исходя изъ этого факта, авторъ даетъ новую теорію пассивности, представляющую остроумную комбинацію обѣихъ главныхъ теорій этого явленія: теоріи „защитной пленки изъ окисловъ“ и теоріи „скоростей реакціи“. На поверхности пассивнаго желѣза образованіе іоновъ идетъ чрезвычайно медленно; эта реакція подходящимъ катализаторомъ должна быть ускорена, если желаютъ перевести желѣзо въ активное состояніе. Такъ какъ активное состояніе желѣза характеризуется присутствіемъ водорода на поверхности, то весьма вероятно, что катализаторомъ, ускоряющимъ раствореніе, является водородистое желѣзо. Дѣйствительно, тѣ причины, которыя мѣшаютъ образованію водорода на поверхности металла (напр., окисленіе водорода хромовой и азотной кислотой или присутствіе пленки изъ гидрата окиси желѣза или ціанистыхъ соединений на поверхности металла) вызываютъ, въ то же время, и пассивное состояніе желѣза. Защитная пленка можетъ и не покрывать сплошнымъ слоемъ металла — въ ней могутъ оставаться поры, — но все же, благодаря сильно уменьшенной дѣйствующей поверхности, переходъ іоновъ желѣза въ растворъ сильно замедленъ.

2. Высказанныя соображенія основывались на малой скорости реакціи  $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe} + 2\theta$ ; такъ какъ эта реакція обратима и малая скорость химической реакціи, обыкновенно, обуславливаетъ столь же малую скорость обратной реакціи, то реакція  $\text{Fe} + 2\theta \rightarrow \text{Fe}$  должна тоже протекать весьма медленно, что, дѣйствительно, и наблюдается.

Катодный потенциалъ разложенія  $\text{FeSO}_4$  и  $\text{FeCl}_2$  — растворовъ лежитъ гораздо ниже электроднаго потенциала желѣза въ растворѣ той же концентрации и сильнѣе мѣняется со временемъ и съ плотностью тока, чѣмъ потенциалъ разложенія растворовъ другихъ металловъ, напр. мѣди. Электропроводности сѣрнокислыхъ мѣди и желѣза имѣютъ, приблизительно, одинаковый температурный коэффициентъ, — трудно поэтому предположить, чтобы аномалія при электролизѣ желѣзныхъ растворовъ была вызвана особымъ молекулярнымъ состояніемъ раствора, напр., малой іонной концентраціей металла. Авторъ приписываетъ замедленіе выдѣленія желѣза реакціямъ, происходящимъ на катодѣ, главнымъ образомъ, — медленному образованію водородистаго желѣза, преднествующаго по его мнѣнію выдѣленіе іоновъ въ видѣ металла.

Электролитическое желѣзо содержитъ тѣмъ больше водорода чѣмъ выше потенциалъ разложенія раствора при электролизѣ. Повышенію концентрации водорода содѣйствуютъ: высокая плотность тока, низкая температура электролита и прибавленіе свободной кислоты. При заданной плотности

тока потенциалъ разложенія сначала понижается; отдѣльные слои осажденнаго желѣза содержать, поэтому, неодинаковыя количества водорода и, вслѣдствіе этого, легко отдѣляются отъ катода; работая съ высокой плотностью тока, избѣгаютъ этого отдѣленія повыненіемъ температуры электролита. Для полученія желѣза съ возможно малымъ содержаніемъ водорода рекомендуется электролизовать кислый нагрѣтый растворъ электролита токомъ малой плотности.

Если анодомъ при электролизѣ служить обыкновенное техническое желѣзо, то электролитическое желѣзо всегда содержитъ углеродъ; чѣмъ долнне примѣняется тотъ же электролитъ, тѣмъ онъ становится темнѣе и тѣмъ яснѣ слышенъ характерный запахъ карамели. Образующіеся коллоидальные продукты окисленія углерода анода электрическимъ осмосомъ переносятся къ катоду и отлагаются вмѣстѣ съ электролитическимъ желѣзомъ. Содержаніе углерода сильно повышается, если въ электролитѣ имѣются муравьиныя или лимонно-кислыя соли: одинъ изъ лимонно-кислыхъ растворовъ, предложенный въ литературѣ, какъ электролитъ для осталиванія, оказался совершенно непригоднымъ для этой цѣли. Содержать ли коллоидальныя соединенія углерода кислородъ, образуются ли на электролитическомъ желѣзѣ малыя количества ржавчины,—всегда газы, выдѣляющіеся при прокаливаніи электролитическаго желѣза въ пустотѣ, кромѣ водорода, содержатъ кислородныя соединенія: водяной паръ, СО и СО<sub>2</sub>, относительныя количества которыхъ опредѣляются уравненіемъ равновѣсія водяного газа.

Механизмъ переноса другихъ, неметаллическихъ, примѣсей электролитическаго желѣза — N, P, S и S, — пока еще совѣмъ не выясненъ; для разрѣшенія этого вопроса, а также для полученія болѣе чистаго продукта авторъ намѣревается въ будущемъ поставить опыты повторнаго электролиза электролитическаго желѣза.

*Ф. Дрейеръ.*

### *Г. Бернацкій. Къ теоріи перекатныхъ печей въ прокатномъ дѣлѣ.*

Если заводское дѣло мало прогрессируетъ, то виною этому, прежде всего, является то обстоятельство, что дѣйствующія устройства очень рѣдко подвергаются изученію со стороны персонала, въ вѣдѣніи котораго эти устройства находятся. Поэтому каждая попытка заводскаго техника сообщить результаты своихъ наблюденій или изслѣдованій должна быть горячо привѣтствуема. Однако авторъ, публикующій свои наблюденія, беретъ на себя нѣкоторыя обязанности передъ читателемъ,—обязанность быть откровеннымъ, давать свѣдѣнія, бывшія въ его распоряженіи и цифры, полученныя непосредственно изъ наблюденій. Практика показываетъ, что въ работкѣ цифръ дѣлаются очень часто грубыя ошибки, явленія иногда невѣрно понимаются, вслѣдствіе чего выводы и разсужденія многихъ и многихъ изслѣдователей весьма далеки отъ истины. Однако, разъ авторъ сообщилъ всѣ данныя опыта, далъ чертежъ и описаніе устройства, то каждый читатель долженъ пенять на себя, если онъ поддастся невѣрнымъ утвержденіямъ автора, не нашелъ ошибки въ его расчетахъ, и, повѣривъ автору, построилъ нужное ему устройство недостаточно обдуманно.

Разсматриваемая съ этой точки зрѣнія работа г. Бернацкаго не мо-



жетъ удовлетворить насъ. Коснувшись такой сложной темы какъ теорія печей, онъ не пожелалъ быть откровеннымъ. Изъ его схематическаго изображенія мы не можемъ составить никакого понятія о печахъ, имъ изслѣдованныхъ, о характерѣ работы ихъ. Лично я прихожу къ выводу, что заключеніе автора о недостаточной длинѣ его печей не вѣрно. Если-бы авторомъ былъ данъ чертежъ печи, сообщенъ расходъ к. у. и анализъ его, я могъ-бы указать автору на ошибочность его разсужденій и, главное,— ошибочность *конструкціи* его печи. Отъ такого обмѣна мнѣній была бы польза и для насъ обоихъ, или для завода, гдѣ работаетъ г. Бернацкій, и для читателей.

Не желая быть откровеннымъ, авторъ сообщаетъ лишь свои выводы, не замѣчая, что выводы его очень сомнительны, что ясно видно изъ слѣдующаго.

На лучеиспусканіе первой печи израсходовано 33,1% отъ 2.310.000 калорій, т. е.,—764.610 калорій. На лучеиспусканіе точно такой-же второй печи,—20,44% отъ 1.960.000 калорій, т. е.,—400.624 калорій.

Двѣ печи, рядомъ стоящія, одинаковой конструкціи, имѣющія въ полости своей одинаковую температуру, не могутъ терять на лучеиспусканіе одна больше другой чуть не вдвое!

Лучеиспусканіе есть дополненіе подсчитанныхъ расходовъ до 100%. Если расходы подсчитаны вѣрно, то и лучеиспусканіе выйдетъ, примѣрно, одинаковымъ.

Единственное цѣнное указаніе практики, которое даетъ г. Бернацкій, это слѣдующее:

пониженіе температуры газовъ на 1 пог. м. раб. просто. печи около 82°;  
повышеніе температуры болванки на 1 пог. м. печи около 115°.

Этому указанію можно бы повѣрить и имъ пользоваться, если-бы былъ данъ чертежъ печи. Безъ него оно не имѣетъ цѣны, ибо нельзя получить отвѣта на вопросъ: какъ работаетъ пламя въ печи? идетъ-ли оно подъ сводомъ или по поду? Засасывается-ли холодный воздухъ въ печь, или печь съ положительнымъ давленіемъ? Чертежъ далъ-бы на это отвѣтъ; такъ же, какъ онъ далъ-бы отвѣтъ на то, сколько времени печные газы находятся въ полости печи.

Мое личное знакомство съ перекатными печами приводятъ меня къ выводу, что, при правильномъ направленіи пламени по поду, длина печи въ 11 метровъ совершенно достаточна для утилизаціи теплоты печныхъ газовъ. Но такъ у насъ печи строить въ заводахъ почти не умѣютъ,—для этого надо имѣть печи съ понурымъ сводомъ, какъ это дѣлаютъ американцы, и работать съ положительнымъ давленіемъ.

Будемъ надѣяться, что г. Бернацкій не остановится на настоящемъ короткомъ сообщеніи и будетъ болѣе щедръ въ своихъ дальнѣйшихъ работахъ. Недомолвки въ научныхъ работахъ не умѣстны.

Въ заключеніе указываю на крупную ошибку автора въ расчетѣ тепла на нагрѣвъ желѣза, вслѣдствіе принятія неправильной теплоемкости желѣза.

*В. Грумъ-Гржимайло.*

*Г. В. Ричардсъ. Расчеты по металлургии.* Перевелъ съ согласія автора и редактировалъ инж.-метал. С. И. Кошкинъ. Часть общая, 1909 г., 133 стр., ц. 2 р. Часть специальная, 1909 г., 161 стр., ц. 2 р. Спб., К. Л. Риккеръ.

Среди книгъ нашей обширной переводной литературы — нерѣдко невольно возбуждающихъ вопросы: для чего онѣ переводятся и для кого издаются? — переводъ сочиненія *проф. Г. В. Ричардса* долженъ быть привѣтствуемъ, какъ весьма желательный и удовлетворяющій насущной потребности нашихъ металлурговъ, не владѣющихъ англійскимъ языкомъ: въ немъ сообщается большое количество данныхъ, необходимыхъ для металлургическихъ расчетовъ и указываются методы этихъ расчетовъ, начиная съ простѣйшихъ (количество воздуха, потребнаго для горѣнія, количество и составъ дымовыхъ газовъ), встрѣчающихся даже въ элементарныхъ учебникахъ, и кончая наиболѣе сложными расчетами тепловыхъ балансовъ металлургическихъ процессовъ съ примѣненіемъ всѣхъ добытыхъ по настоящее время данныхъ термо-химіи, неиспользованныхъ еще какъ слѣдуетъ ни въ одномъ изъ опубликованныхъ до сихъ поръ расчетовъ.

Что касается данныхъ, которыми изобилуетъ книга Ричардса (наиболѣе важныя изъ нихъ — о теплотѣ образованія соединений и теплоемкости тѣлъ при высокихъ температурахъ), то, въ какой мѣрѣ своевременно опубликованіе ихъ въ спеціальномъ руководствѣ для металлурговъ, показываетъ текущая журнальная литература, обнаруживающая полное незнакомство авторовъ техническихъ статей съ результатами современныхъ научныхъ изслѣдованій, имѣющихъ непосредственное отношеніе къ постоянно обсуждаемому какъ въ техническихъ журналахъ, такъ и въ руководствахъ по металлургии, вопросамъ.

Въ недавно опубликованномъ, напримѣръ, изслѣдованіи *L. Laval*'я основного бессемеровскаго процесса, представляющемъ диссертацию на степень доктора, написанную при непосредственномъ участіи *проф. Wüst'a* и, тѣмъ не менѣе, испорченную неумѣлой обработкой богатаго опытнаго матеріала, — количество тепла, уносимаго изъ конвертера газами, опредѣляется съ помощью теплоемкостей газовъ при  $0^{\circ}$ , съ оговоркой, что болѣе высокія значенія для нихъ, даваемые изслѣдователями, ведутъ къ дефициту тепла. Однако, если принять во вниманіе *теплоту образованія фосфорноизвестковой соли*, не только устраняется дефицитъ тепла, но и уясняется ходъ процесса, о чемъ не догадывается авторъ, располагавшій никакими иными данными кромѣ тѣхъ, какія имѣются въ учебникѣ *Ledebur'a*, и незнакомый съ расчетами Ричардса, опубликованными въ *Electrochem. & Metal. Industry* гораздо раньше появленія изслѣдованія *L. Laval* въ *Metallurgie*.

Но, указывая на желательность и своевременность опубликованія такихъ числовыхъ данныхъ, какими богато сочиненіе Ричардса, нельзя все же счесть всѣхъ ихъ одинаково достовѣрными и наиболѣе пригодными въ настоящее время для металлургическихъ расчетовъ: во-первыхъ, — потому, что Ричардсъ началъ печатать свои расчеты еще въ 1905 году и ко времени появленія русскаго перевода опубликованы были нѣкоторыя изслѣдованія, измѣнившія результаты прежнихъ или пополнившія существовавшія пробѣлы и, во-вторыхъ, — при составленіи таблицъ термодимическихъ данныхъ Ричардсъ, оче-

видно, не располагалъ первоисточниками. Большинство указанныхъ имъ данныхъ совпадаетъ съ данными *Berthelot* (2 Т. его „Термохиміи“), но среди нихъ попадаются и неосмотрительно помѣщенные, или приведенныя безъ всякихъ поясненій, оговорокъ или ссылокъ, когда таковыя были необходимы. Нельзя не отмѣтить здѣсь данныхъ о теплотѣ образованія карбида марганца, которыя возбуждаютъ недоумѣніе и могутъ послужить источникомъ оmissions. На стр. 17 перв. части сообщается:

	Молек. вѣсъ.	Тепл. образ.	
$MnC_2$	79	114400	(Ponthière).
$MnC_3$	91	9900	(Berthelot).
$Mn_3C$	177	10400	(Le-Chatelier).

Числа первой строки не имѣютъ никакого значенія, т. к. не могутъ быть подкрѣплены никакими опытными данными, а числа: 10400 и 9900 кал. относятся къ одному и тому же карбиду марганца,  $Mn_3C$  и даютъ разнотаянный тепловой эффектъ одной и той-же реакціи по опредѣленію *Le-Chatelier*. Впрочемъ, съ этими данными едвали придется оперировать въ расчетахъ.

Болѣе серьезныя сомнѣнія возбуждаютъ данныя, исправленныя или пополненныя изслѣдованіями послѣдняго времени: это—изслѣдованія о теплоемкости газовъ *Holborn'a* и *Henning'a* (Ричардсъ пользуется исключительно данными *Le-Chatelier*); о теплоемкости желѣза *Oberhoffer'a* (въ „Расчетахъ по металлургіи“ примѣняются формулы *Pionchon'a*, дающія слишкомъ высокія значенія теплоемкостей, какъ показалъ впервые (1905 г.) *Harker* и подтвердилъ недавно (1908 г.) *Oberhoffer*); опредѣленія температуръ плавленія: желѣза, понизившія значительно число 1600°, принятое Ричардсомъ, и силикатовъ, — опровергнувшія данныя *Vogl'a*, которымъ напрасно довѣрился Ричардсъ; изслѣдованія надъ теплотой испаренія воды, показавшія, что формула *Реню*, которой исключительно пользуется Ричардсъ, даетъ значенія болѣе высокія, чѣмъ слѣдуетъ, при низкихъ температурахъ и слишкомъ низкія — для высокіхъ.

Однако, значеніе книги Ричардса заключается въ его изложеніи *методовъ металлургическихъ расчетовъ*. Многіе примѣры, подобранные очень удачно, показываютъ, что Ричардсъ *можетъ считать* и можетъ научить этому всякаго желающаго, т. е., что авторъ „Расчетовъ по металлургіи“ обладаетъ качествомъ, рѣдкимъ въ настоящее время даже среди тѣхъ, для кого оно является обязательнымъ. На страницахъ Ж. Р. М. О. уже были приводимы примѣры, подтверждающіе сказанное и неоднократно будутъ еще отмѣчаться промахи въ расчетахъ извѣстныхъ металлурговъ въ слѣдующихъ книгахъ Журнала. Такіе промахи, обыкновенно, повторяются во всѣхъ переводахъ, цитируются другими металлургами безъ всякихъ сомнѣній и переходятъ, наконецъ, въ наиболѣе распространенные учебники. Вотъ почему можно горячо рекомендовать всякому, дѣлающему металлургическій расчетъ и, въ особенности, собирающемуся его опубликовать, посмотреть предварительно какъ ведетъ аналогичный расчетъ Ричардсъ.

Правда, что и у него не всѣ расчеты безупречны, но нѣкоторые недостатки ихъ объясняются тѣмъ, что, уклоняясь нѣсколько отъ темъ, въ обсужденіи которыхъ онъ является авторитетомъ, Ричардсъ заходитъ въ

такую область, гдѣ, не обладая необходимыми практическими свѣдѣніями, слѣдуетъ указаніямъ другихъ металлурговъ, повторяя ихъ ошибки, какъ напр., въ главѣ, посвященной мартеновскому процессу. Говоря объ опредѣленіи размѣровъ мартеновскихъ печей, онъ опредѣляетъ, слѣдуя *Toldt*'у, площадь пода 50 тон. печи въ 28 кв. метр. и показываетъ, что при разстояніи 1,5 м. отъ свода до поверхности ванны газы будутъ оставаться въ рабочемъ пространствѣ всего около 1 сек., чего, по его мнѣнію, мало. Выводъ правильный, но кто же теперь строить 50 т. печи съ объемомъ рабочего пространства въ 38 куб. м. и длиной его всего въ 7 м.?

Труднѣе объяснить опрометчиво принятый, на стр. 50, для расчета баланса доменной печи, составъ колонниковаго газа, съ содержащемъ N—64,1% по объему (CO<sub>2</sub>—16% и CO—19,9%). На слѣд. стр. данъ балансъ матеріаловъ этой печи и рассчитанное по анализу газа (т. е., отношенію CO<sub>2</sub>:CO) количество азота равно всего 255 кгр. на 475,7 кгр. газовъ, что составляетъ 53,6% (вмѣсто 58,6% по вѣсу и по анализу газа).

Конечно, опредѣленный здѣсь балансъ тепла грѣшить грубой ошибкой въ приходѣ тепла, какъ, впрочемъ, и балансы другихъ авторовъ съ преувеличеннымъ отношеніемъ CO<sub>2</sub>:CO (по неполнотѣ поглощенія послѣдней). Отмѣченный недостатокъ можно поставить въ упрекъ и переводчику, который является, какъ сказано въ предисловіи, редакторомъ перевода. Издателя можно упрекнуть за то, что имъ назначена такая цѣна на переводное сочиненіе, какая и для оригинальнаго показала бы слишкомъ высокой.

*М. Павловъ.*

## НОВЫЯ КНИГИ.

*П. Аваевъ.* Электролизъ мѣди. Расчетъ экономической плотности тока. 1909. Спб. 1 р.

*А. Митинскій.* Горнозаводскій Уралъ. 1909. Спб. 2 р. 50 к.

*А. Ольшвангъ.* Объ электрической закалкѣ стали и правила ухода за электро-закалочными печами. 1910. Спб. 50 к.

*М. Павловъ.* Доменные печи и воздухонагрѣватели. Первое дополненіе къ „Атласу чертежей по доменному производству“, 50 табл. in folio. Спб. 1910. 3 р. 50 к.

*Г. Ричардсъ.* Расчеты по металлургіи. Перев. С. Кошкина. Часть общая. Спб. 1909. 2 р. Часть специальная. Спб. 1909. 2 р.

*И. Руссууръ.* Круглыя фабричныя дымовыя трубы. Расчетъ и сооруженіе ихъ съ указаніемъ законодательства въ различныхъ гсударствахъ. Спб. 1910. 5 р.

*Ф. Сухановъ.* Углевъжигательная печь „Парадоксъ“ системы Ф. П. Суханова. Казань, 1909.

*C. Diehmann.* Der basische Herdofenprozess. Berlin: J. Springer. 1910. 7 M.

*Lodin.* Note sur la fabrication électrolytique de l'aluminium. Paris, 1909. 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> fr.

*Mitteilungen* aus den Eisenhüttenmännischen Institut der Königl. Techn Hochschule Aachen. Herausgeg. v. *F. Wüst.* III—1909. Halle: W. Knapp. M. 14.

*S. Ragno.* La soudure autogène des métaux. Paris: H. Dunod-E. Pinat.

*C. Richter* und *P. Horn*. Die mechanische Aufbereitung der Braunkohle. Halle: W. Knapp. 1910. M. 14.

*U. Savoia*. Metallography applied to siderurgic products. Translat. by R. Colbet. London: E. & F. N. Spon. 1910, 3 $\frac{1}{2}$  s.

*M. Voigt*. Beiträge zur Oxydation des Phosphors im basischen Konverter. Leipzig: Borna. 1910.

*A. Bouchonnet*. Industries du plomb et du mercure. T. I. Métallurgie. Paris: O. Doin & Fils, 5 fr.

*J. Clement*, *L. Adams* and *C. Haskins*. On the Rate of Formation of Carbon Monoxide in Gas Producers. 1909. Univers. of Illinois (Bul. № 30). Urbana (разсылается даромъ желающимъ).

*S. Parr* and *P. Barker*. Occluded Gases in Coal. 1909. University of Illinois (Bui. № 32). Urbana.

*J. Clement* and *W. Egy*. The Thermal Conductivity of Fire-Clay at High Temperatures. University of Illinois (Bui. № 36), Urbana, 1909.

*S. Parr* and *W. Wheeler*. Unit Coal and the Composition of Coal Ash. University of Illinois (Bui. № 37), Urbana, 1909.

*L. Demaret*. Le gisement et le traitement des minerais de cuivre du Mansfeld. Paris, 1909, 3 fr.

*G. Franke*. Die Brikettbereitung aus Erzen, Hüttenerzeugnissen, Metallabfällen. Stuttgart, 1910. 8 M.

*F. Benoit*. La néo-métallurgie, ses moyens et ses méthodes. Paris, 1910. 3 fr.

*J. Clennel*. The Chemistry of Cyanide Solutions resulting from the treatment of ores. 2 ed. New-York, 1910. 12,5 M.

*B. Forsythe*. The Blast-Furnace and the Manufacture of Pig-Iron. 2 ed. New-York. 1910. 3,0 дол.

*E. Kohlmeyer*. Ueber die Calciumferrite, ihre Konstitution und ihr Auftreten in hüttenmännischen Prozessen. Berlin. 1909.

*L. Fermor*. The Manganese-ore Deposits of India, in 3 parts. Calcutta. 1909. 15 s.

*Harbison Walker Refractories Co.* A Study of the Open — Hearth. Pittsburg. 1909.

*Jahrbuch* der deutschen Braunkohlen-Steinkohlen-und Kali-Industrie. 1910 Jahrgang. Halle: W. Knapp. 6 M.

*Adressbuch* 1909/10 Sämtlicher Bergwerke und Hütten Deutschlands mit Nebenbetrieben. VI Jahrg. Leipzig: L. Degener. 1909. 6 M.

*P. Weiller*. Die Bleisilikate. Dissertation. Halle. 1909.

*K. Bornemann*. Die binären Metallegierungen. I Teil. Halle: W. Knapp. 1919. II. 7 M.

*F. Warlimont*. Ueber die Oxydation der Sulfide und die Dissociation der Sulfate von Eisen, Kupfer und Nickel. Aachen. 1909.

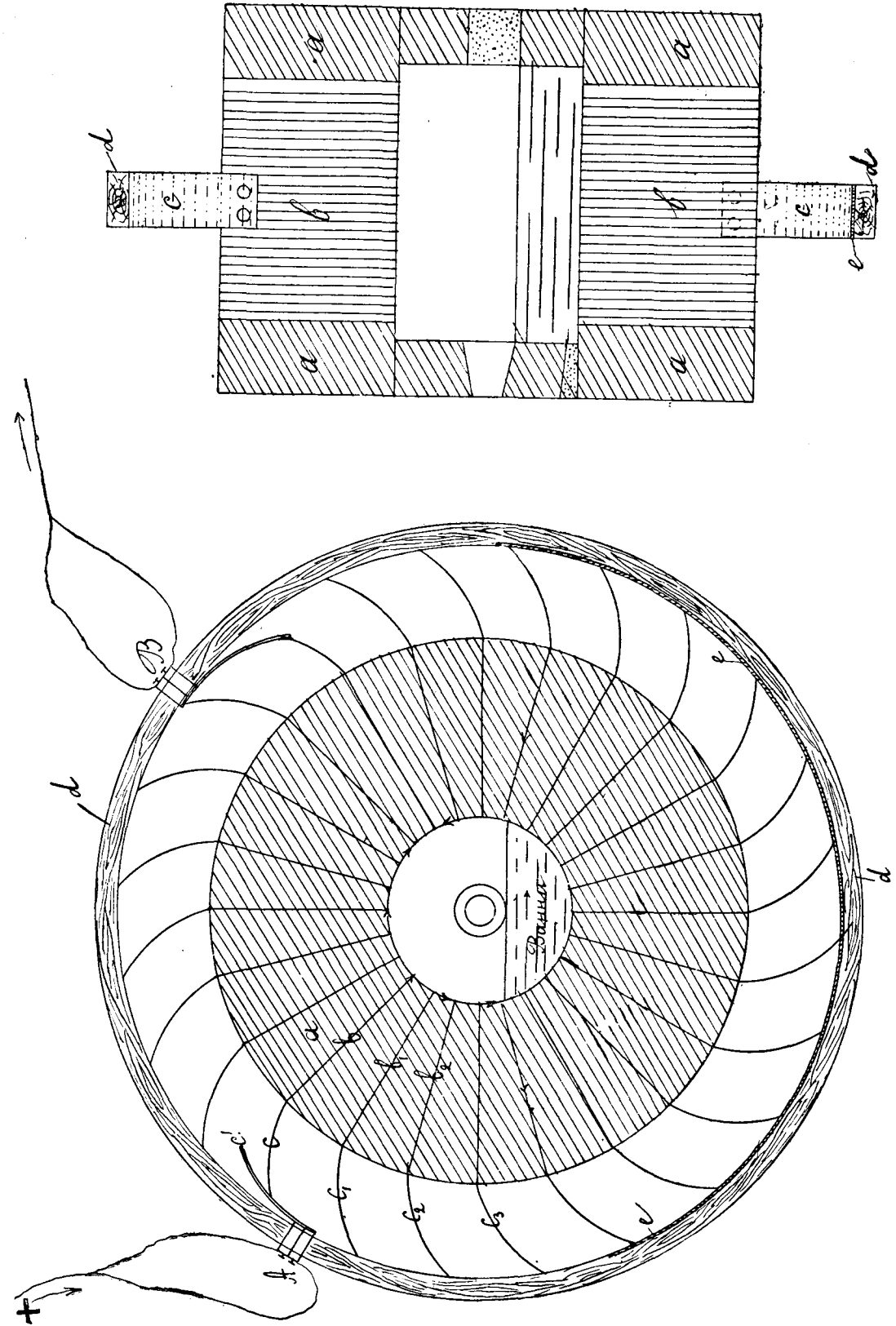
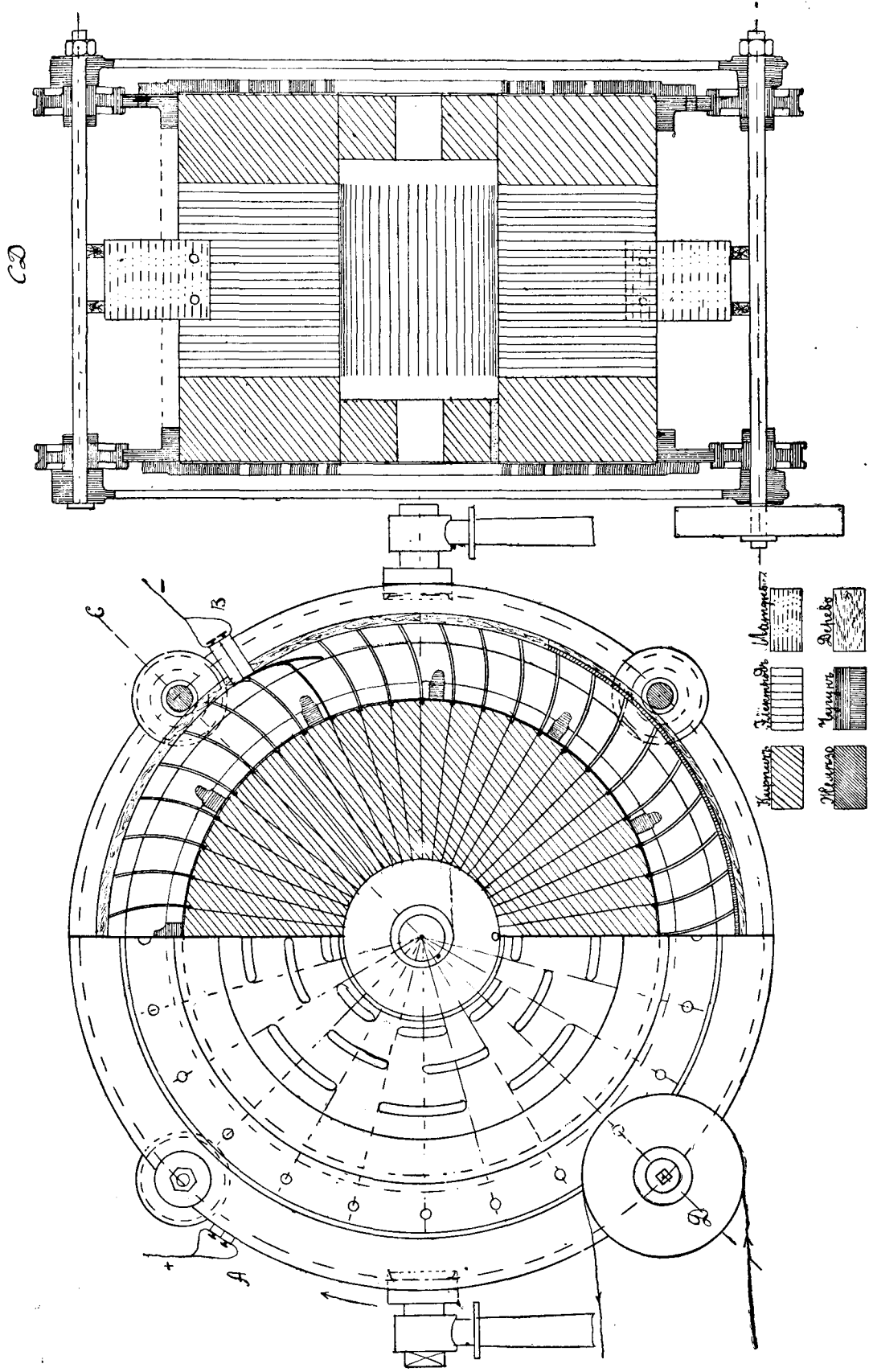
*M. Latta*, American Producer Gas Practice and Industrial Gas Engineering. New-York: Van Nostrand. 1909. II. 6 дол.

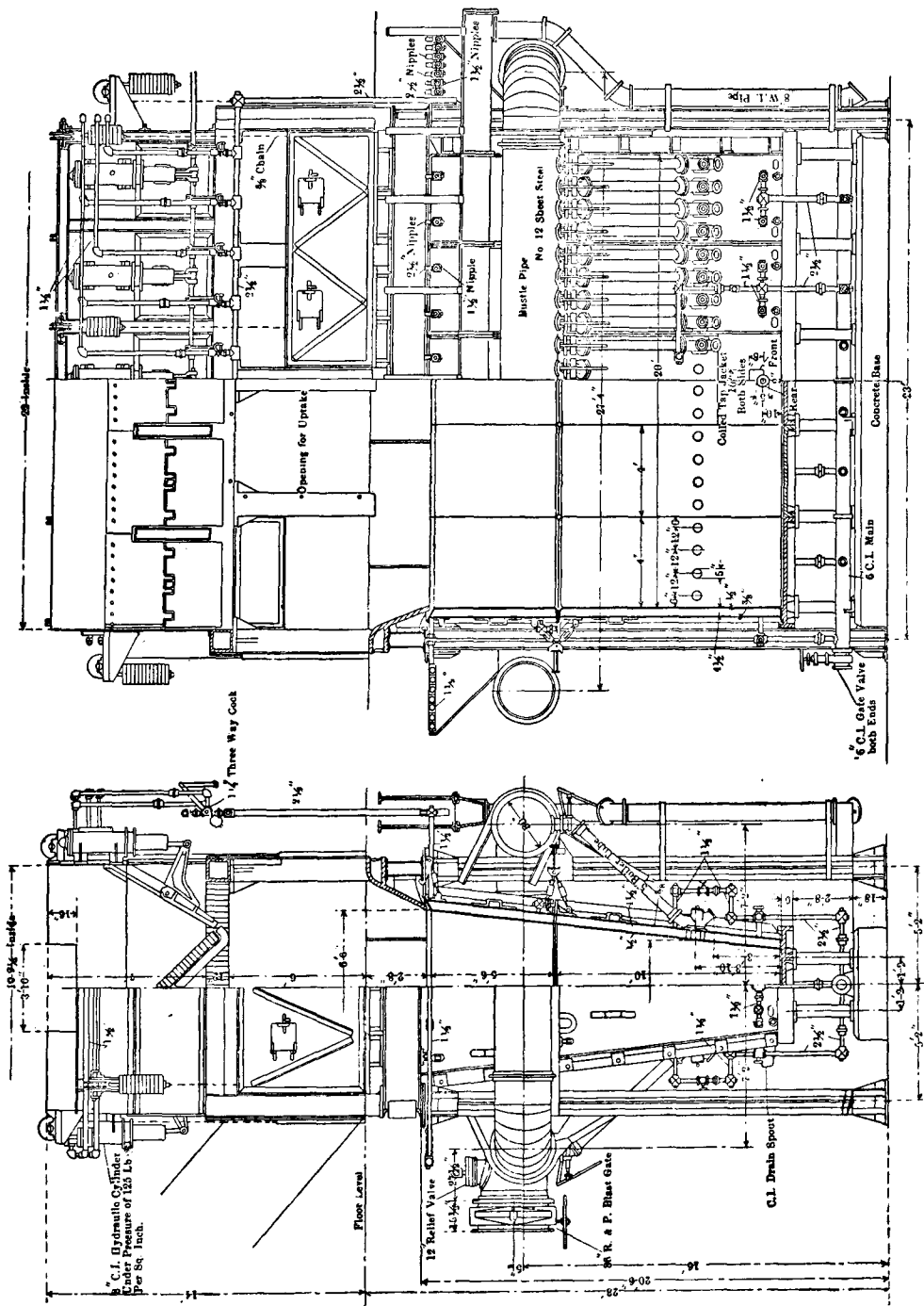
Первая книга Ж. Р. М. О. составлялась въ то время, когда въ распоряженіи редакціи могли быть лишь журнальныя статьи за 1909 годъ. Чтобы не дѣлать случайнаго выбора изъ очень богатаго матеріала, организаціонный комитетъ предложилъ редактору дать обзоръ металлургической литературы за весь 1909 годъ, раздѣливъ его на 2 книги. Этимъ обстоятельствомъ объясняется значительный объемъ первыхъ двухъ книгъ и сильно сокращенный слѣдующей книги, въ которой начнется обзоръ литературы 1910 года. Весь матеріалъ этого года будетъ распредѣленъ въ 4 книгахъ, причемъ, возможно, что въ каждой изъ нихъ не всѣ, намѣченныя раньше, главы будутъ одинаково развиты, а нѣкоторыя, — въ той или другой книгѣ, — даже и отсутствовать.

Редакторъ М. Павловъ.

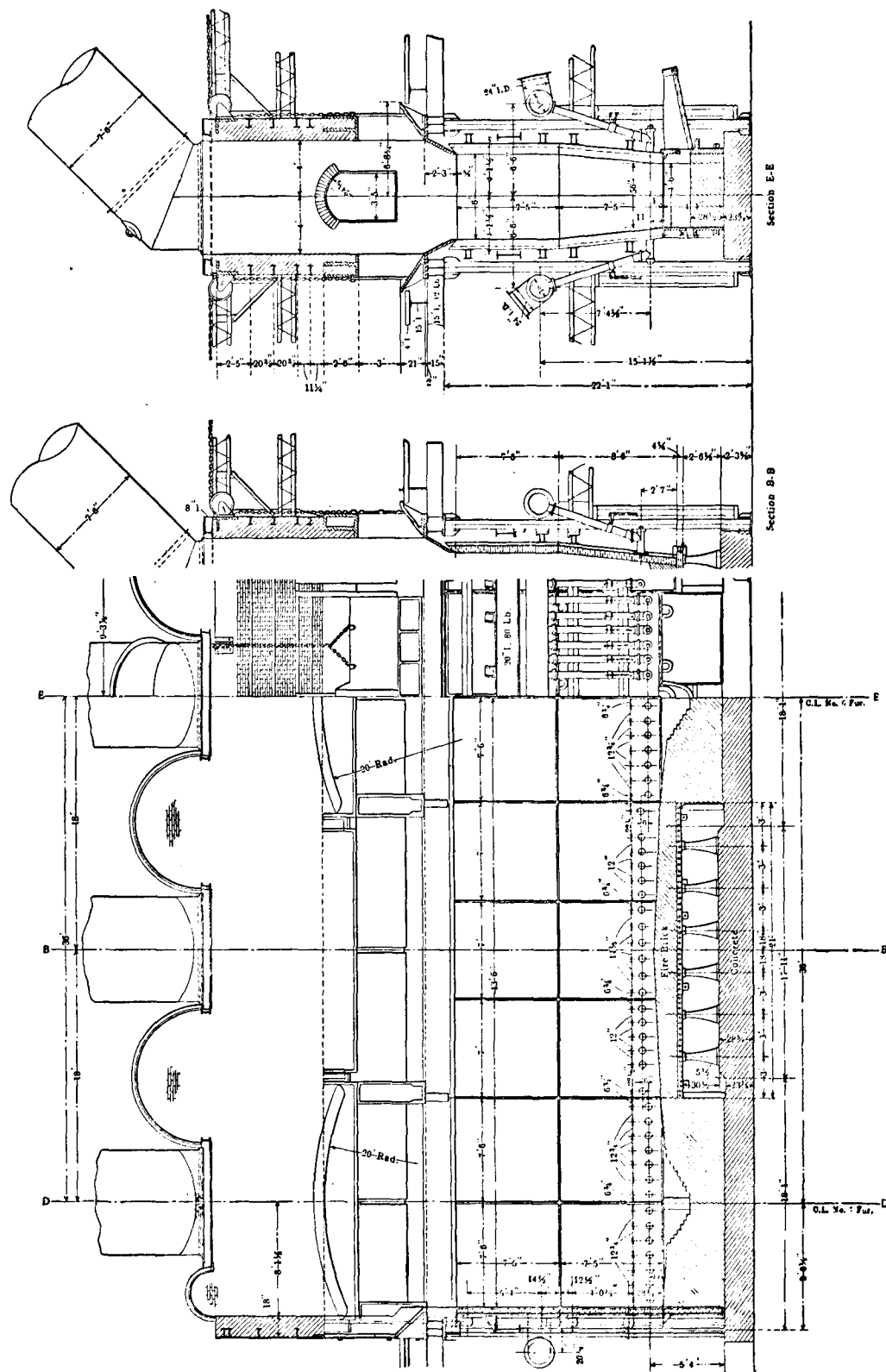
---

Электрическая печь-тигель Ижовского.





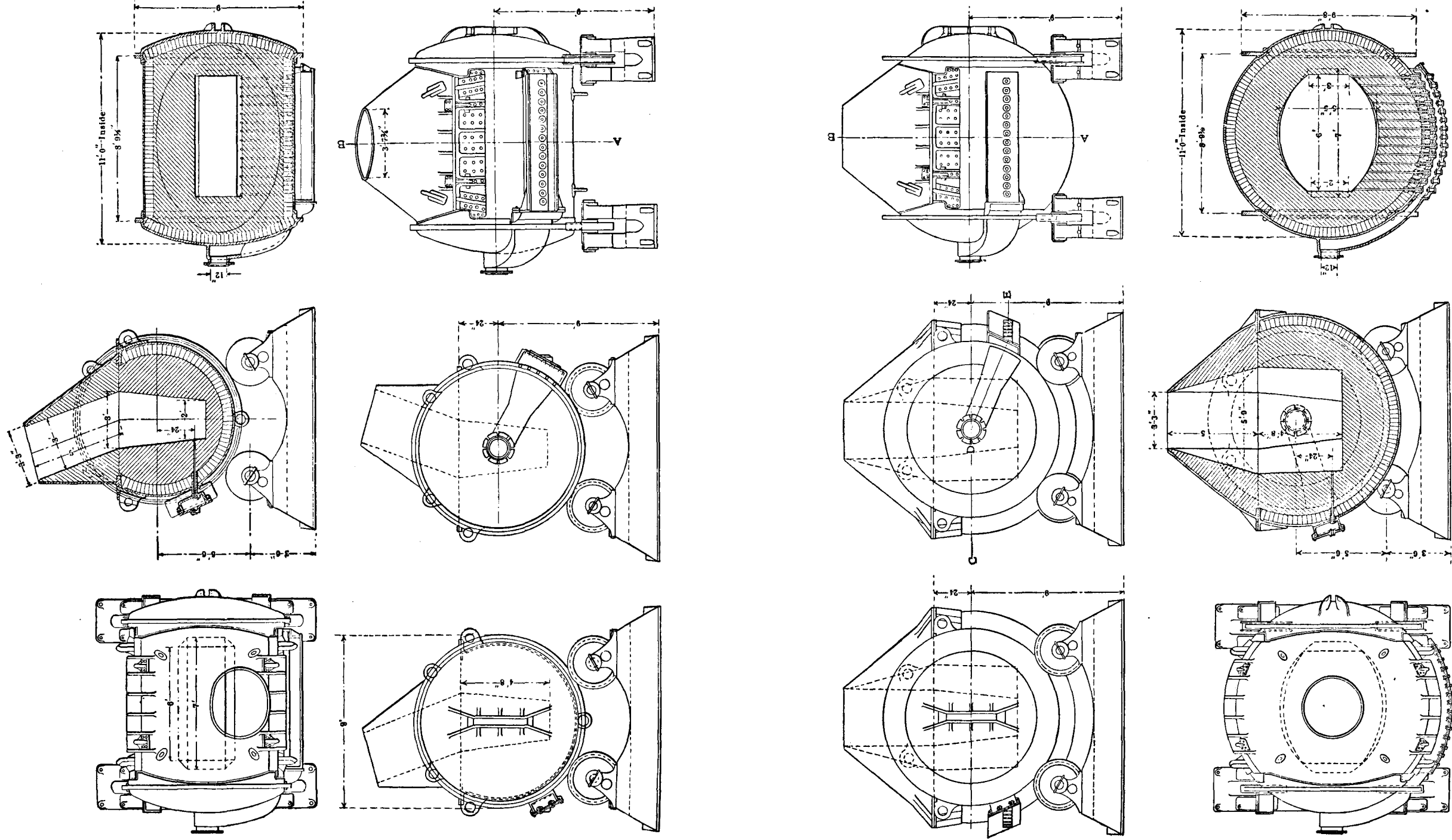
М'бделавильная печь завода Teztulian.



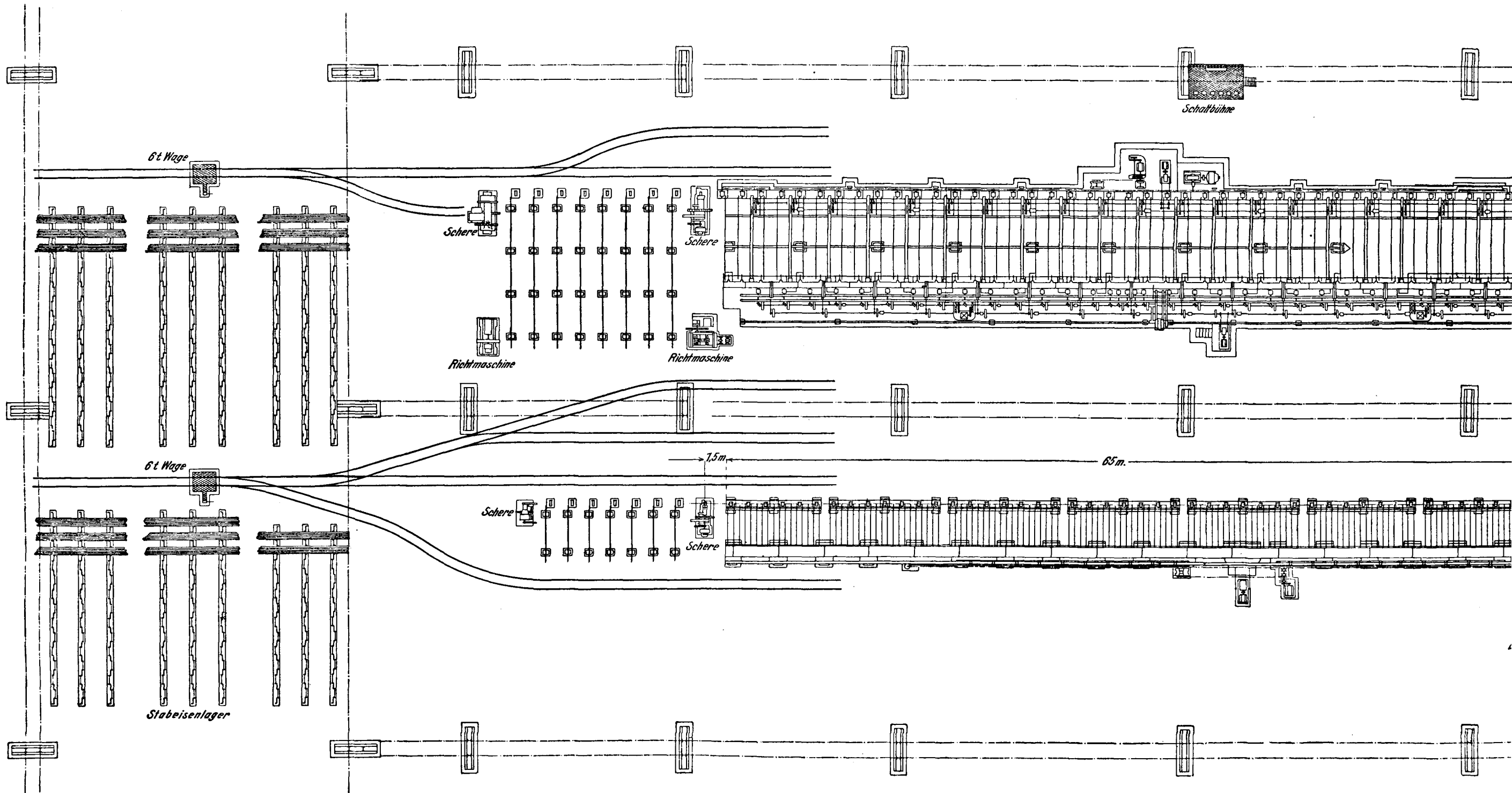
М'бделавильная шахтная печь фирмы: Anaconda Copper Mining Company.



Табл. III.



Цилиндрические и шарообразные конвертеры для прогрузки штейна.



ВЕСТФАЛЬСКАГО ЗАВОДА.

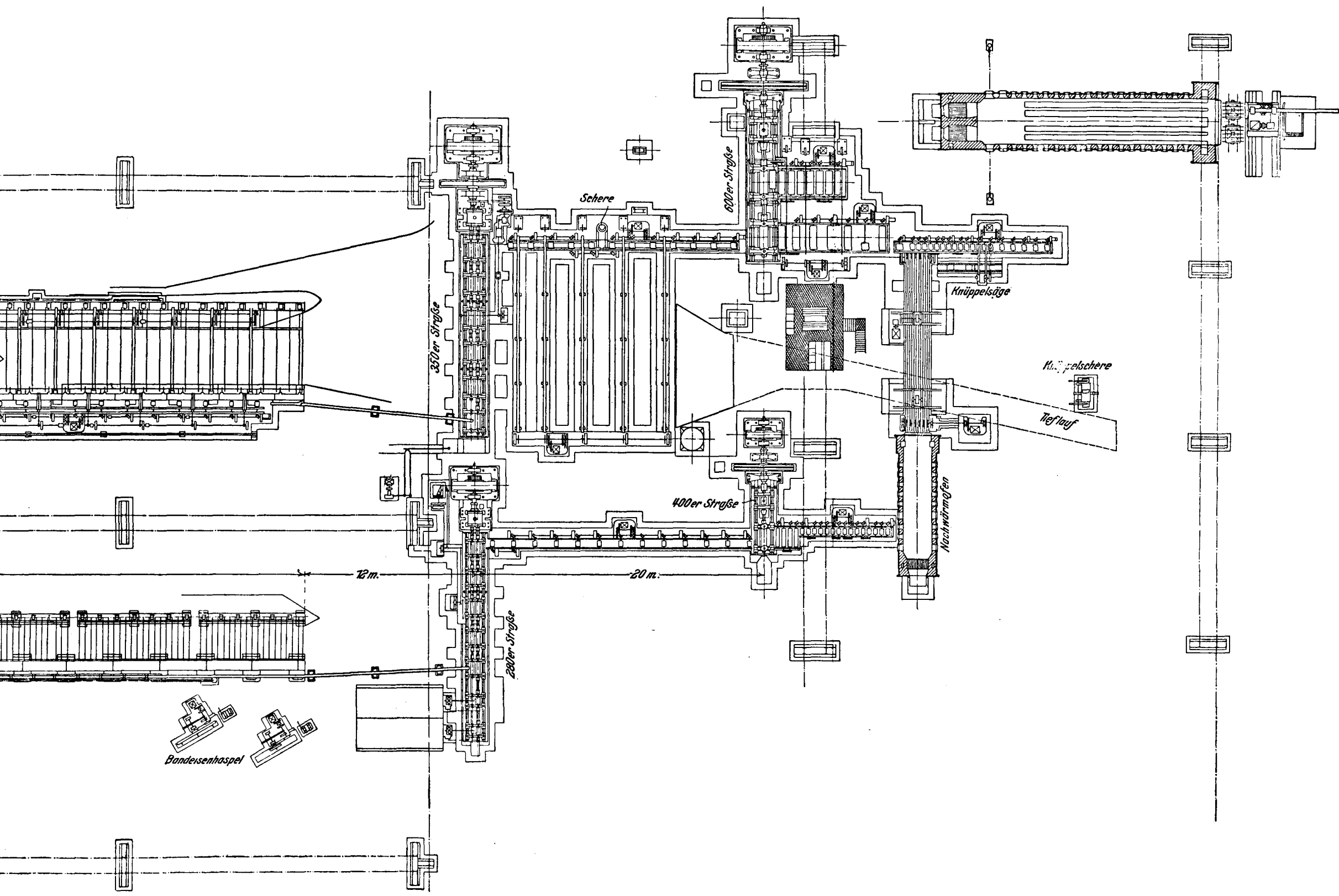






Табл. VII.



Протравлено пикрин. кисл. при обыкновен. темпер.; увеличение 330.



Протравлено HCl при 1120°; увеличение 330.



Протравлено пикрин. кисл. при обыкновен. темпер.; увеличение 800.



Протравлено HCl при 1120°; увеличение 800.

С о с т а в ъ   с т а л и :

C	Mn	Si	P	S
1,94	слѣды	0,07	0,005	0,013%



C = 1,94%. Протравл. HCl при 1120°;  
увеличение 330.



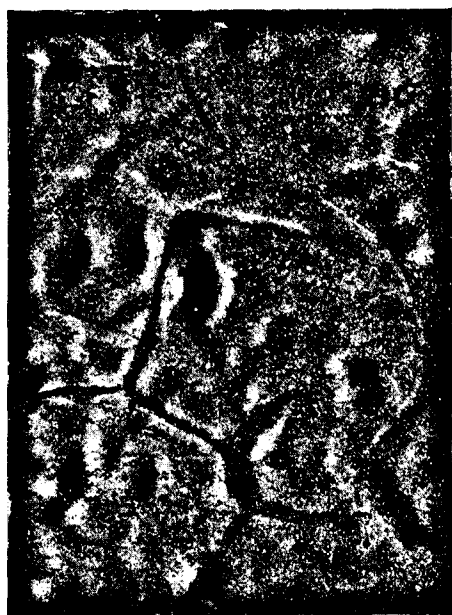
Протравлено при обыкн. темпер.;  
увеличение 800.



Протравлено HCl при 1120°;  
увеличение 330.

Составъ стали:

C	Mn	Si	P
0,12	0,10	0,01	0,037



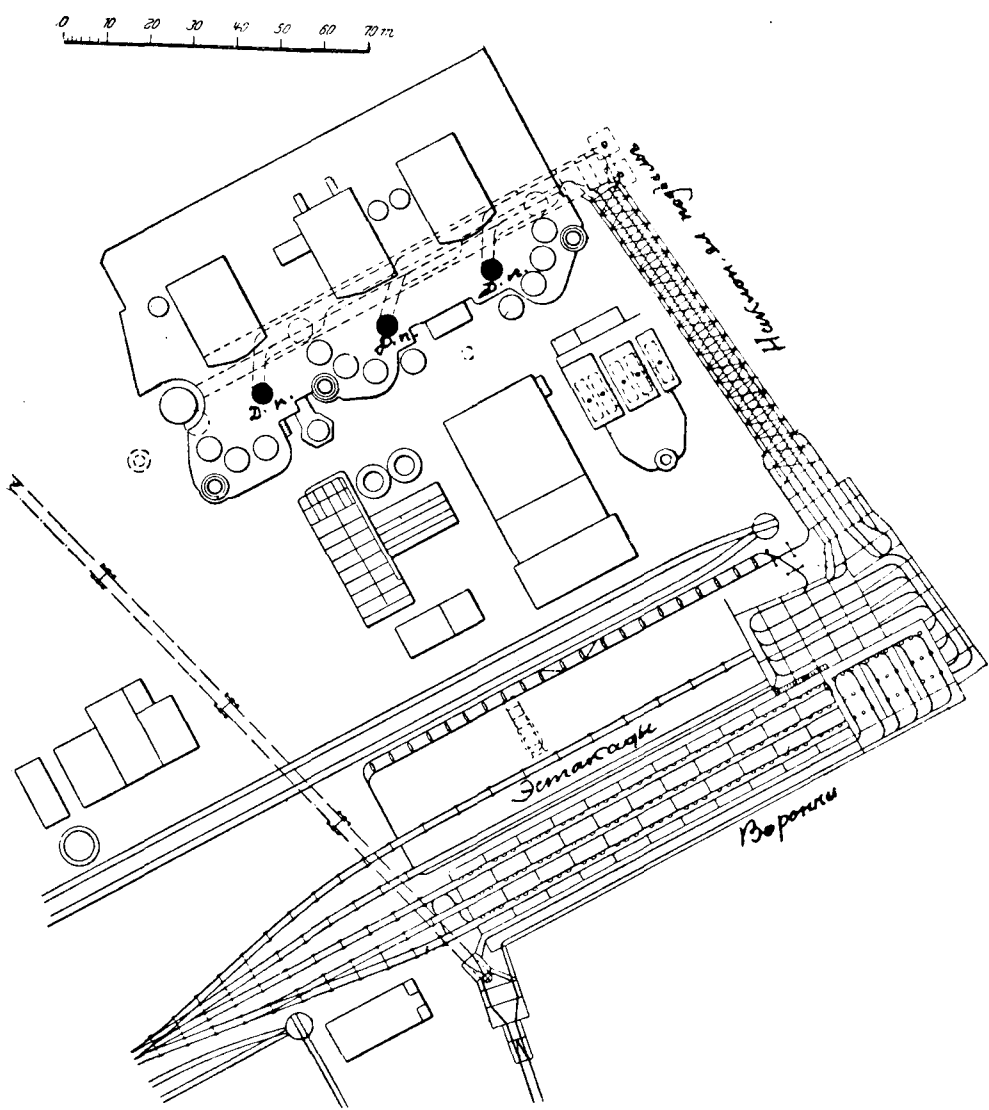
Протравлено HCl при 1120°;  
увеличение 800.

Составъ стали:

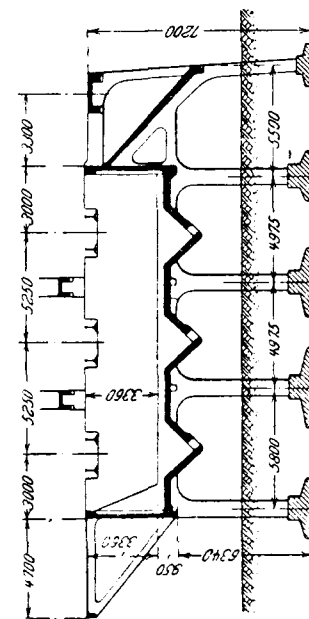
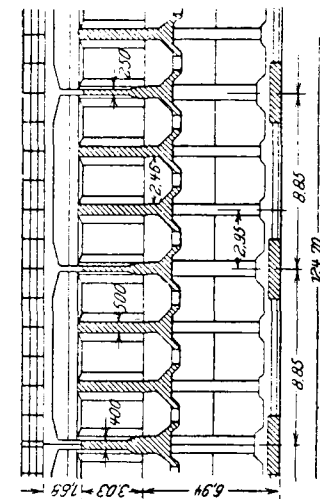
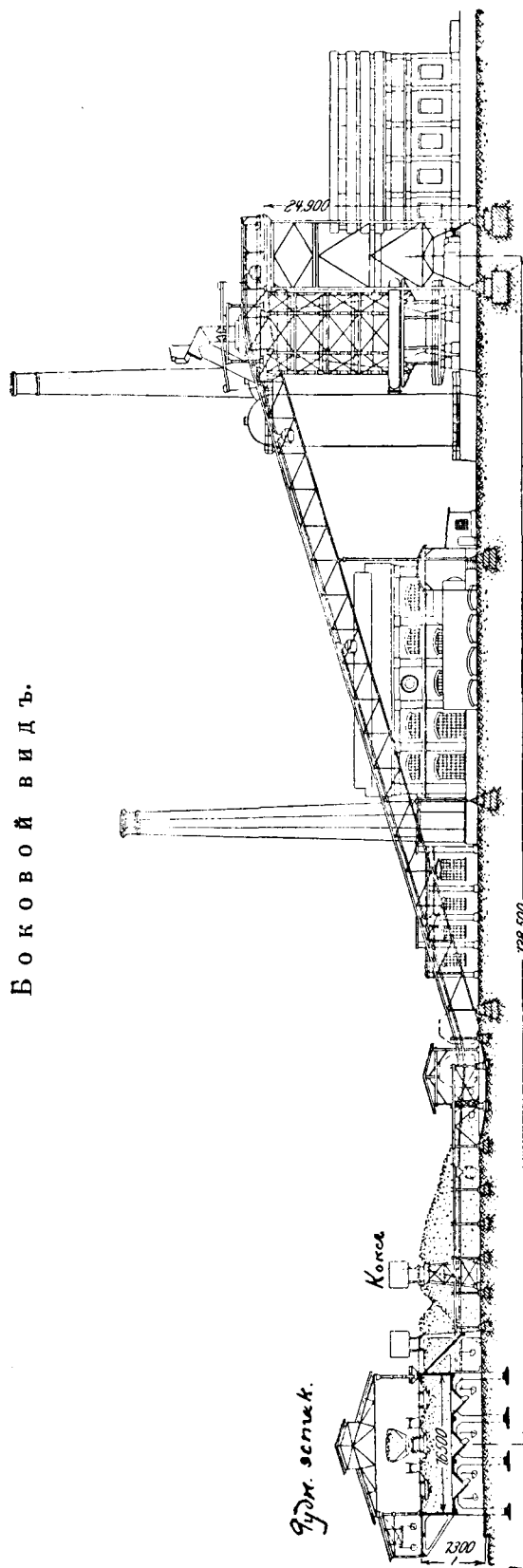
C	Mn	Si	P	S
0,81	0,73	0,02	0,04	0,015%

Заводъ Buderus въ Wetzlar'ѣ.

Планъ завода.



Боковой видъ.





Заводъ New York State Steel Company.

