

2186
XV

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ,

ИЗДАВАЕМЫЙ

ГОРНЫМЪ

УЧЕНЫМЪ КОМИТЕТОМЪ.

№ 1.

Санктпетербургъ.

Въ типографіи Н. Невлова, Разъѣзжая ул. д. № 23.

1869.

СОДЕРЖАНІЕ КНИГИ.

I. ОФИЦІАЛЬНЫЙ ОТДѢЛЪ.

	стр.
Приказы по горному вѣдомству	1

II. ГОРНОЕ И ЗАВОДСКОЕ ДѢЛО.

Документы для доменной печи, ст. <i>К. Шинца</i> (Продолженіе)	1
О выдѣлкѣ желѣза въ контуазскихъ горнахъ въ Добрянскомъ заводѣ, ст. <i>П. Сюзева</i>	47

III. ХИМІЯ И ФИЗИКА.

Новая проба серебра помощію кислорода, ст. Др. Христоноса, профессора химіи въ Афинахъ	59
О явленіяхъ, производимыхъ прошедшимъ сквозь малыя отверстія свѣтомъ, ст. <i>И. Полетики</i> (Окончаніе)	65

IV. ГОРНОЕ ХОЗЯЙСТВО И СТАТИСТИКА.

О правахъ на нѣдра земель Царства Польскаго, ст. <i>А. Антипова</i>	103
---	-----

V. ИЗВѢСТІЯ И СМѢСЬ.

Замѣчаніе по поводу диссертациі Ю. И. Эйхвальда «О разработкѣ золотыхъ россыпей», ст. *Н. Латкина*, стр. 135.—
Мориць Гернесъ, стр. 140.—О пробѣ стальныхъ панцирныхъ

8721

ПРИКАЗЫ

206

ОФИЦІАЛЬНЫЙ ОТДѢЛЪ.

2186
ХУ

ВЫСОЧАЙШІЙ

ПРИКАЗЪ

ПО ГОРНОМУ ВѢДОМСТВУ.

№ 9 1908 г.
ОФИЦІАЛЬНЫЙ
№ 175

29-го ноября 1868 г.

уволяется согласно прошенію, отъ службы, по домаш-
нимъ обстоятельствамъ.

Состоящій по главному горному управленію, горный ин-
женеръ коллежскій совѣтникъ *Белозеровъ*, съ мундиромъ.

исключается изъ списковъ умершій.

Помощникъ управляющаго химическою частью с.-петер-
бургскаго монетнаго двора, горный инженеръ коллежскій
ассесоръ *Дешевовъ 1-й*.

Подписаль: *Министръ финансовъ, статсъ-секретарь*

Рейтеръ.

П Р И К А З Ы

ПО ГОРНОМУ ВЪДОМСТВУ.

№ 23

23 ноября 1868 г.

1.

НАЗНАЧАЮТСЯ:

Горные инженеры: секретарь горно-ученаго комитета и редакторъ горнаго журнала, статскій совѣтникъ *Полетика* — исправляющимъ должность помощника начальника с.-петербургскаго монетнаго двора, съ 16 сего ноября; а состоящій по главному горному управленію и откомандированный въ распоряженіе оренбургскаго генераль-губернатора, коллежскій-ассесоръ *Мышенковъ 1-й* — на службу въ распоряженіе туркестанскаго генераль-губернатора, съ содержаніемъ по чину поручика, съ 1 минувшаго сентября.

2.

Въ предупрежденіе могущихъ встрѣтиться недоразумѣній относительно выдачи указовъ объ отставкѣ и аттестатовъ о службѣ лицамъ бывшаго корпуса горныхъ инженеровъ, увольняемымъ въ отставку, предлагаю по примѣру вѣдомства путей сообщенія, принять къ надлежащему свѣдѣнію и руководству по горному вѣдомству слѣдующее:

Горнымъ инженерамъ: генераламъ, штабъ и оберъ-офицерамъ, увольняемымъ отъ службы, указы объ отставкѣ будутъ выдаваемы прежнимъ порядкомъ, за моею подписью.

Произведеннымъ, или переименованнымъ въ гражданскіе чины, горнымъ инженерамъ, а также горнымъ ин-

женерамъ, поступившимъ на службу прямо съ гражданскими чинами, занимающимъ должности до V класса включительно, при увольнении сихъ лицъ отъ службы, должны быть выдаваемы, на основаніи 1466 ст. кн. 1. т. III св. зак., не указы объ отставкѣ, а аттестаты по общей гражданской формѣ, отъ тѣхъ мѣстъ, въ вѣденіи коихъ кто находится, какъ напримѣръ: состоявшимъ въ горномъ департаментѣ и въ вѣденіи его, а равно горнымъ начальникамъ: Олонецкихъ и Луганскаго заводовъ, отъ сего департамента, за подписью директора; въ Уральскихъ заводахъ — отъ горнаго правленія, за подписью главнаго начальника; состоявшимъ же на Кавказѣ и за Кавказомъ — отъ управляющаго горною частію на Кавказѣ и за Кавказомъ.

Аттестаты за подписью министра будутъ выдаваемы только тѣмъ лицамъ, въ гражданскихъ чинахъ состоявшимъ, которые занимали должности IV класса (членовъ горнаго совѣта и ученаго комитета, директора горнаго департамента, главнаго начальника уральскихъ заводовъ и другія высшія).

Объявляю о семъ по горному вѣдомству, для свѣдѣнія и надлежащаго распоряженія.

№ 24.

14-го декабря 1868 г.

1.

Государь Императоръ, по засвидѣтельствованію моему объ отлично-усердной службѣ и въ уваженіе особыхъ трудовъ по усовершенствованію стальныхъ пушекъ, въ 30-й день ноября сего года Всемилостивѣйше пожаловать соизволилъ смотрителя механическаго цеха по отдѣлкѣ и пробѣ пушекъ Пермской сталепушечной фабрики, горнаго инженера, титулярнаго совѣтника *Воронцова* 2-го — кавалеромъ ордена св. Владиміра 4-й степени.

2.

Состоящій по главному горному управленію горный инженеръ коллежскій совѣтникъ *Эйхвальдъ* утверждается въ званіи профессора горнаго института по кафедрѣ горнаго и маркшейдерскаго искусствъ, съ 24-го минувшаго ноября.

3.

Приказомъ по корпусу лѣсничихъ, 14-го ноября сего года за № 22, лѣсничій Серебрянскаго завода, Гороблагодатскаго округа, надворный совѣтникъ *Клиновъ* назначень лѣснымъ ревизоромъ въ Новгородскую губернію.

4.

Состоящій по главному горному управленію, на основаніи приказа отъ 17-го марта 1860 г. за № 7, горный инженеръ коллежскій совѣтникъ *Харьковцевъ* — командируется на Луганскій заводъ, съ сставленіемъ по главному горному управленію и съ назначеніемъ ему слѣдующаго по командировкѣ содержанія, съ 7-го сего декабря.

5.

Указомъ Правительствующаго Сената, отъ 26 минувшаго ноября за № 181, опредѣленные на службу по горному вѣдомству съ званіемъ горныхъ инженеровъ утверждены по аттестатамъ горнаго института: въ чинѣ коллежскаго секретаря: *Владиміръ Нестеровъ*, *Владиміръ Отто* и *Андрей Бастрыгинъ* и въ чинѣ губернскаго секретаря: *Владиміръ Мевіусъ* и *Петръ Пестеревъ*, со старшинствомъ— Нестеровъ и Быстрыгинъ съ 1-го, а Отто, Мевіусъ и Пестеревъ съ 8-го іюля 1868 года.

Объявляю о семъ по горному вѣдомству, для свѣдѣнія и надлежащаго распоряженія.

Подписаль: *Министръ финансовъ*,
статсъ-секретарь Рейтернъ.

ГОРНОЕ И ЗАВОДСКОЕ ДѢЛО.

ДОКУМЕНТЫ ДЛЯ ДОМЕННЫХЪ ПЕЧЕЙ.

К. Шинца.

(Продолженіе).

Передача теплорода печными стѣнами.

Клервальская доменная печь, съ которою Эбельменъ производилъ свои классическія изслѣдованія надъ составомъ доменныхъ газовъ, расходуетъ 1,48 кил. древеснаго угля для полученія 1-го килограмма чугуна.

Но для того, чтобъ было возможно опредѣлить истинное количество передаваемого чрезъ стѣны теплорода, должно сдѣлать поправку для горючаго, потому что 1 часть по вѣсу древеснаго угля содержитъ 8% воды и слѣд. вѣсъ угля въ сухомъ состояніи будетъ 1,3616 кил. Далѣе, уголь этотъ при сухой перегонкѣ теряетъ до 13% вѣса, состоящаго изъ водорода, кислорода и углерода, которые такимъ образомъ избѣгаютъ горѣнія; откуда 1,3616 кил. обращаются въ 1,1846 кил. Наконецъ, вслѣдствіе содержанія въ углѣ до 3% золы, составляющихъ 0,0485 на 1,3616 угля, дѣйствительный расходъ чистаго углерода будетъ 1,1361 килограмма.

Работа, исполняемая 1,1361 кил. углерода, состоитъ не только въ расплавленіи 1 кил. чугуна, но также въ плавленіи 1,682 кил. шлаковаго матеріала, въ выдѣленіи 0,333

кил. углекислоты изъ руды и известняка и наконецъ въ обращеніи въ пары 0,177 кил. воды. Подогрѣвъ угля мы не принимаемъ въ соображеніе, потому что приносимая имъ теплота дѣлается опять свободною при горѣніи.

Кил. 1,000 чугуна поглощаетъ при плавленіи скрытой теплоты . . = 175 ед. тепл.

Для доведенія до температуры плавленія, онъ требуетъ
 $1 \times 0,134487 \times 1175^\circ . . = 158 \ll \ll$

« 1,682 шлака поглощаетъ скрытой теплоты $1,682 \times 60 . . . = 101 \ll \ll$
 и для подогрѣва на 1300° требуетъ $1,682 \times 0,171912 \times 1300 = 376 \ll \ll$

« 0,338 углекислоты соотвѣтствуетъ 0,768 углекислой извести, при выдѣленіи изъ которой углекислоты, поглощается соединительной теплоты 110 ед., то имѣемъ = 84 « «

« 0,177 воды, при обращеніи въ пары, принимаютъ скрытый теплородъ $0,177 \times 536,67 . = 95 \ll \ll$

Такимъ образомъ для полученія 1 кил. чугуна будетъ расходоваться . , . = 989 ед. тепл.

Половина расходимаго углерода = 0,56805 кил. отдѣляетъ первоначально $8000 \times 0,56805 = 4544 \ll \ll$

Другая половина, при обращеніи своемъ въ окись углерода, поглощаетъ $0,56805 \times 2400 = 1363 \ll \ll$

Слѣдовательно горѣніе производитъ . : 3181 « «

Расходъ же былъ только . , . , 989 « «

Поэтому разность составляет 2192 единиц теплорода или почти 69%.

Съ перваго взгляда подобное опредѣленіе потери теплорода покажется невѣроятнымъ, но еслибъ кто захотѣлъ отыскать ее другимъ путемъ, то ничего не найдетъ. Шинцъ нѣсколько лѣтъ занимался опредѣленіемъ этой потери, имѣющей мѣсто не только въ доменныхъ печахъ но и во всѣхъ сожигательныхъ приборахъ, съ цѣлью вывести для нея истинную величину и вставить ее въ вычисленіе, подобно тому, какъ была опредѣлена эта потеря теплорода для стѣнъ жилыхъ зданій, приведшая къ весьма благопріятнымъ результатамъ. Но прежде еще, чѣмъ Шинцъ употребилъ свой пирометръ для опредѣленія температуры стеклоплавильной печи, онъ пришелъ къ убѣжденію, что всѣ труды опредѣленія потери теплорода чрезъ стѣны инымъ путемъ, противъ вышеизложеннаго, будутъ тщетными усиліями; потому что пока температура стеклоплавильной печи была неизвѣстна и пока относительно степени этой температуры было только предположеніе, до тѣхъ поръ формулы Дюлонга и Пети, выражающія передачу теплорода, оказывались весьма удобопримѣнимыми. Но какъ скоро обнаружилось, что температура эта значительно ниже противъ прежде принимаемой, то формулы Дюлонга не могли уже имѣть того значенія.

При существованіи такихъ фактовъ, необходимо дать себѣ отчетъ о причинахъ неточности предложенныхъ Дюлонгомъ коэффициентовъ. Въ этихъ видахъ, послѣдніе были провѣрены и подкрѣплены опытами. Конечно, при этихъ опытахъ были получены такіе коэффициенты для передачи теплорода въ аппаратъ, которые исключаютъ возможность свѣжаго притока воздуха, хотя для движенія его въ аппаратъ препятствія не было. Поэтому причины, по которымъ дѣйствительно передаваемое количе-

ство теплорода бываетъ несравненно выше противъ вычисляемаго, должны заключаться въ происхожденіи, вслѣдствіе высокой температуры, непрерывно возобновляющихся токовъ воздуха.

Въ стеклоплавильной печи, температура которой была опредѣлена, это возвышеніе потери было въ десять разъ болѣе. При этомъ трудно было понять, почему происходитъ такое возвышеніе потери при спокойномъ воздухѣ, такъ какъ подобное явленіе должно бы быть только слѣдствіемъ образующихся токовъ воздуха, чрезъ возобновленіе его отъ высокой температуры. Это недоразумѣніе Шинцъ старался разъяснить путемъ опыта.

Для этой цѣли служилъ слѣдующій аппаратъ: фиг. I черт. I сосудъ А изъ листоваго цинка, сверху открытый, въ которомъ проходятъ 15-ть тонкихъ между собою соединенныхъ латунныхъ трубочекъ b, b. Цилиндрической мѣдный сосудъ С съ трубчатымъ удлиненіемъ D соединяется посредствомъ коробки e съ системою трубочекъ b, b. Въ сосудѣ А помѣщается небольшой насосъ съ поршнемъ F, служащій для приведенія въ движеніе воды, находящейся въ сосудѣ А. Въ сосудѣ С устроена небольшая колосниковая рѣшетка, а подъ нею помѣщается на ножкахъ сковорода, недопускающая проваливающуюся золу въ трубки D и b, b. Вышеозначенный сосудъ С употреблялся какъ сожигательный горнъ, причемъ продукты горѣнія, — проходя по трубкамъ D и b, b и по каучуковой трубкѣ, прикрѣпленной къ горну G, — всасывались газометромъ вмѣстимостью въ 100 литровъ. Сосудъ С снабженъ крышкою особаго устройства, такъ что лучистый теплородъ, во все время операци, сосредоточивался и обращался на подогревъ притекающаго къ горѣнію воздуха, чрезъ что потеря теплоты уменьшалась до возможной степени. Температура воды въ сосудѣ А, равно продуктовъ горѣнія, выходящихъ изъ G и наконецъ

воздуха помещенія, въ которомъ производились эти опыты, всякій разъ замѣчалась съ точностью.

Такимъ образомъ, развиваемая въ сосудѣ С теплота была

- а) частью передаваема въ воздухъ чрезъ стѣны сосуда и трубки D,
- б) частью принималась водою въ сосудѣ А,
- в) частью выносилась продуктами горѣнія изъ G.

Вычитая послѣднее количество изъ дѣйствительно происходящаго количества теплорода, получимъ потерю его чрезъ передачу.

Для узнанія развиваемаго количества теплорода, всосанные продукты горѣнія были подвергнуты разложенію; изъ этихъ анализовъ вычислялось содержаніе углерода въ CO^2 и CO, а отсюда производимое количество теплоты, основываясь на томъ, что одному куб. метру углероднаго газа изъ CO^2 соотвѣтствуетъ 8581 ед. теплорода, а 1 куб. метру углероднаго газа изъ CO—2574 ед. теплорода.

По опредѣленіи относительнаго теплорода продуктовъ горѣнія можно было вычислить начальную температуру огня въ С.

Съ описаннымъ аппаратомъ были исполнены опредѣленія I до III, а опредѣленіе IV до VI были произведены тѣмъ же путемъ, но при нихъ сосудъ С и трубка D были замѣнены таковыми же изъ глины, съ внутреннимъ діаметромъ въ 44 милиметра, внѣшнимъ въ 62 милиметра и длиною въ 300 милиметровъ; трубы D были герметически соединены съ коробкою е посредствомъ мѣдной втулки и въ ней также была устроена рѣшетка для перехватыванія маленькихъ кусочковъ древеснаго угля.

Слѣдующія таблицы представляютъ полученные результаты.

Результаты опредѣленій.		I	II	III	IV	V	VI
Температура воды въ А до измѣнанія	30°	33°	36,5°	21°	27°	30°	
Температура воды въ А послѣ измѣнанія	31,5°	35°	38°	23°	29°	32°	
Температура воздуха въ мѣстѣ измѣнаній.	21°	21°	21°	23°	23°	23°	
Температура продуктовъ горѣнія при Г	30,6°	37,6°	40,4°	21,8°	26,6°	30°	
Разность температуры воды	1,5°	2°	1,5°	2°	2°	2°	
Разность темп. воздуха и продук. горѣнія при Г.	9,6°	16,6°	19,4°	1,2°	3,6°	7°	
Продолжительность опредѣленія въ минутахъ.	6	3	3,5	8	12	9	

(См. табл.).

Составъ продуктовъ горѣнія.	I	II	III	IV	V	VI
Объемъ углекислоты	0,1688	0,1312	0,2349	0,1373	0,1072	0,0468
» окиси углерода	0,0320	0,0478	0,0346	0,2437	0,0209	0,0254
» кислорода	0,1265	0,1811	0,1398	0,0860	0,0412	0,0279
» азота	1,4824	1,2648	1,4747	1,2982	0,5976	0,3240
Подверженный анализу объемъ.	1,8097	1,6249	1,8840	1,7652	0,7669	0,4241
Общее количество продуктовъ въ литрахъ:						
Углекислоты	9,32	8,07	12,47	7,78	13,99	11,03
Окиси углерода	1,77	2,94	1,84	13,81	2,72	5,99
Кислорода	6,99	11,15	7,42	4,87	5,37	6,58
Азота	81,92	77,84	78,27	73,54	77,92	76,40
	100	100	100	100	100	100
Содержаніе углерода въ литрахъ въ углекислотѣ	4,66	4,035	6,235	3,89	6,995	5,515
Содержаніе углерода въ литрахъ въ окиси углерода	0,885	1,470	0,920	6,905	1,360	2,995
Всего содержанія углерода	5,545	5,505	7,155	10,795	8,355	8,510
Производимый теплородъ:						
1000 литровъ = 1 куб. метру съ 8581 ед. теплорода	42,9	37,1	57,4	35,8	64,4	50,7
1000 литровъ = 1 куб. метру съ 2574 ед. теплорода	2,3	3,8	2,3	17,8	3,5	7,7
Всего въ теченіи вышепоказаннаго времени	45,2	40,9	59,7	53,6	67,9	58,4
	е. т.	е. т.	е. т.	е. т.	е. т.	е. т.
Развиваемый теплородъ въ часъ	452	818	1023	402	339	389
Продукты горѣнія въ часъ:						
Углекислоты куб. метръ	0,0932	0,1614	0,2137	0,05835	0,06995	0,07353
Окиси углерода	0,0177	0,0588	0,0314	0,10357	0,01360	0,03993
Кислорода	0,0699	0,2230	0,0433	0,03652	0,02685	0,04386
Азота						
Коихъ относ. теплородъ:						
1 куб. метр CO ² съ 0,42556	0,039662	0,068685	0,090971	0,024832	0,029768	0,031223
» » CO съ 0,31024	0,005491	0,018242	0,009785	0,003213	0,004219	0,012389
» » O съ 0,31208	0,021814	0,069594	0,013508	0,018066	0,013281	0,021697
» » N съ 0,30660	0,251170	0,477310	0,411380	0,169100	0,119450	0,156160
Сумма	0,318137	0,633831	0,525644	0,215211	0,166718	0,221539
Откуда опредѣляется начальная температура	1421°	1290°	1946°	1868°	2033°	1756°
Теплоемкость охлаждающаго сосуда A = 5,82 кил. воды, поглощаетъ въ часъ единицъ теплорода	87,8	232,8	149,6	87,3	58,3	77,6
Вытекающіе чрезъ сопло G газы един. теплорода	3,0	10,5	10,2	0,2	0,6	1,5
Сумма	90	243	160	87	59	79
Разность между развиваемой = передаваемому теплороду	362	575	863	315	280	310

Служащіе для передачи теплорода поверхности сосуда С и трубы $D = 0,1036$ кв. метра, и таковыхъ же глиняныхъ $= 0,0086$ кв. метра, то отсюда слѣдуетъ, что передача 1 кв. метромъ была:

въ	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
е. т.	3492	5547	8325	36628	32558	36046

Температура на этихъ теплопроводящихъ поверхностяхъ натурально не была одинакова на каждой точкѣ ихъ и такимъ образомъ передаваемымъ количествамъ теплорода соотвѣтствуетъ какая либо средняя температура этихъ поверхностей.

При дальнѣйшихъ опредѣленіяхъ теплопроводности по извѣстной всѣмъ формулѣ Дюлонга и Пети:

$$S ma^q (a^t - 1) \div Lnt^b$$

вычислена таблица, дающая количество передаваемой теплоты для послѣдовательно возрастающихъ величинъ t . Изъ этой таблицы оказывается, что передаваемой теплотѣ соотвѣтствуютъ слѣдующія температуры для поверхностей печныхъ стѣнъ:

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
226°	288°	346°	540°	538°	540°

Если таковы среднія температуры для теплопроводящихъ поверхностей, то въ мѣстѣ самаго горѣнія онѣ должны имѣть температуру несравненно высшую. Но какъ при достиженіи температуры до 525°, всѣ тѣла должны видимо свѣтиться т. е. быть въ раскаленномъ состояніи, и какъ подобнаго явленія никогда не было замѣчено, то отсюда слѣдуетъ придти къ выводу: что количество передаваемого стѣнами теплорода должно быть необыкновенно велико, а именно, какъ и покажутъ дальнѣйшія опредѣленія, отъ 4,3 до 22,5 разъ болѣе противу вычисляемаго вышеприведенною формулою.

Не желая въ настоящее время утруждать читателя этими дальнѣйшими опредѣленіями, подробности которыхъ онъ найдетъ въ другомъ мѣстѣ, имѣющіяся данныя достаточно указываютъ, что происходящіе отъ теплопоглощенія, токи воздуха дѣлаютъ всѣ опредѣленія передачи теплорода à priori невозможными. Тѣмъ не менѣе законы передачи теплорода остаются совершенно тѣже, какъ были указаны гениемъ Дюлонга, т. е. что передача теплорода почти въ квадратномъ отношеніи тѣмъ болѣе, чѣмъ горячѣе внѣшняя поверхность стѣнъ.

Въ доменной печи, служащей для полученія чугуна, при настоящемъ способѣ производства, даже необходима извѣстная потеря теплорода чрезъ стѣны горна, потому что въ противномъ случаѣ дѣйствительно происходящая въ горнѣ температура отъ 2700° до 3000° весьма способствовала бы разрушенію горновыхъ стѣнъ.

Совершенно другое представляется намъ въ верхнихъ расширенныхъ частяхъ шахты, гдѣ отъ совокупнаго поглощенія теплорода стѣнами и возстановительнымъ процессомъ, происходящимъ тамъ, утолщеніе стѣнъ было бы весьма полезно.

На практикѣ же мы видимъ совершенно противное; обыкновенно стѣны горна дѣлаютъ возможно толще, стѣны же шахты возможно тоньше и не устраняютъ послѣднія отъ вліянія вѣтра и непогодъ.

Естественно, что при одинаковыхъ температурахъ поверхностей печныхъ стѣнъ, протяженіе ихъ оказываетъ вліяніе на потерю теплорода; напр. если температура поверхности печной стѣны, въ верхней части шахты, на 10° выше температуры воздуха, то теоретическое, т. е. опредѣляемое по формулѣ Дюлонга, количество передаваемого теплорода въ часъ однимъ квадратнымъ метромъ равно 57 ед. теплорода, а дѣйствительное же 570 ед. теплорода; поэтому въ доменной печи, потребляемой на

тонну шихты 1 кв. метръ поверхности стѣнъ, будетъ передаваться въ половину менѣе теплорода сравнительно съ печью такой формы, которая на тоже количество шихты даетъ 2 кв. метра поверхности стѣнъ.

На этомъ основаніи гг. Грюнеръ и Ланъ совершенно правы, указывая въ своемъ сочиненіи *Etat présent de la metallurgie du fer en Anglettere* (Paris 1862), что сбереженіе горючаго, достигнутое въ послѣднее десятилѣтіе доменнымъ производствомъ, должно приписать скорѣе увеличенію размѣровъ доменныхъ печей, нежели какимъ другимъ причинамъ; но авторы эти не менѣе справедливы, приписывая этому увеличенію печей ухудшеніе качествъ получаемаго продукта, и если постоянство стафордшейрскихъ заводчиковъ къ старымъ формамъ и размѣрамъ нельзя приписать боязни, то слѣдуетъ отнести къ твердому желанію ихъ поддержать реноме своего чугуна.

Это сбереженіе горячаго, основываясь на меньшей передачѣ теплорода большою печью, даетъ возможность получить ту же температуру при меньшемъ сожиганіи угля; но отъ значительнаго количества угля въ шахту также доставляется далеко менѣе окиси углерода и возстановленіе происходитъ менѣе совершенно, вслѣдствіе чего имѣетъ мѣсто прямое возстановленіе посредствомъ твердаго углерода, которое такимъ образомъ и составляетъ причину высокаго содержанія кремнія въ продуктахъ.

Конечный выводъ изъ всего этого разсужденія тотъ, что для *maximum* выплавки чугуна безъ ухудшенія качествъ его, необходимо избѣгать всѣхъ средствъ, возвышающихъ въ горнѣ температуру и стремиться къ полученію возможно высокой температуры въ верхнихъ частяхъ шахты чрезъ уменьшеніе передаваемого стѣнами теплорода и увеличеніе возстановительныхъ газовъ.

Теплопроводность различных материаловъ.

Хотя издавна уже различаютъ хорошіе и дурные проводники теплоты, но въ новѣйшее время Пекле первый предложилъ сколько остроумный, столько же простой и вѣрный способъ для опредѣленія съ точностью теплопроводной способности тѣлъ.

Коэффициенты теплопроводности выражаютъ количество теплорода, пропускаемаго въ единицу времени какимъ либо тѣломъ при единицѣ толщины и единицею поверхности его на одинъ градусъ разности температуръ между подогреваемой и передающею теплородъ поверхностями. Такъ напр. еслибъ одна изъ шести поверхностей куба известняка, сторона котораго равна одному метру, была подогреваема посредствомъ какого нибудь источника теплоты, а противоположная сторона предоставлена бы была свободному воздуху, то эта послѣдняя отдѣляетъ на 1° разности температуръ между обѣими поверхностями 2,08 единицъ теплорода; подобный же кубъ еловаго дерева отдѣляетъ только 0,093 ед. теплорода. Если бы эта разность температуръ была 10° , то проходящее въ часъ количество теплоты должно бы быть 20,8 и 0,93 ед. теплорода.

Означимъ чрезъ C коэффициентъ теплопроводности, чрезъ Q количество теплорода, которое, по формулѣ Дюлонга, будетъ передаваться въ часъ однимъ квадратнымъ метромъ поверхности при температурѣ $t' - t''$, чрезъ e толщину проводящаго теплоту тѣла, чрезъ t температуру на подогреваемой внутренней его сторонѣ, чрезъ t' температуру внѣшней передающей теплоту поверхности и наконецъ чрезъ t'' температуру окружающаго воздуха, то имѣемъ равенство:

$$\frac{C (t - t')}{e} = Q (t' - t''), \text{ откуда}$$

$$C = \frac{Qe (t' - t'')}{t - t'} \dots \dots \dots (1)$$

$$t' = \frac{t - t''}{1 + Q \frac{e}{C}} + t'' \dots \dots \dots (2)$$

Величины t и t'' , равно какъ и e , можемъ мы узнать непосредственнымъ измѣреніемъ, а Q вычисленіемъ, потому что

$$Q = \frac{Sma''(a^t - 1) + Lnt^b}{t} \dots \dots \dots (3)^1)$$

Затѣмъ для опредѣленія коэффициента теплопроводности C остается узнать величину t' ; эта послѣдняя измѣряется посредствомъ специально для этой цѣли устроеннаго аппарата, описанія котораго здѣсь не касаемся²⁾. Изъ формулъ 1 и 2 усматривается, что при данности одной изъ величинъ t' и C , легко опредѣлить коэффициентъ теплопроводности или температуру внѣшней поверхности тѣла, проводящаго теплоту.

Познаніе теплопроводной способности различныхъ матеріаловъ имѣеть для настоящей статьи двойное примѣненіе: во 1-хъ указываетъ способы для ограниченія передачи теплорода, а во 2-хъ даетъ средство опредѣлить какъ скоро воспринимается теплородъ кусками шихты.

По опредѣленіямъ Пекле теплопроводная способность C слѣдующая для тѣлъ:

	От. вѣсъ	С
Уголь изъ газовой реторты, представляющій коксъ	1,61	= 4,96

¹⁾ Подробное значеніе членовъ этой формулы можно найти въ соч. Шинца «Die Wärme-messkunst» § 240—243 таблицы XL, XLI, XLII, XLIII, XLIV.

²⁾ Означенный аппаратъ подробно описанъ въ настоящемъ сочиненіи Шинца стр. 51.

	От. вѣсъ	С
Известнякъ	2,37 =	1,70
Еловое дерево, волокна котораго параллельны съ движеніями теплороднаго тока	0,48 =	0,170
Дубовый уголь		0,211
Древесный уголь въ порошокъ	0,41 =	0,81
Коксъ въ порошокъ	0,77 =	0,160
Древесная зола	0,45 =	0,06
По опредѣленіямъ Шинца обозженные кирпичи дали	отъ	0,2428
	до	0,8705
Кирпичи съ воздушными каналами.		0,408
Воздухъ спокойный, не возобновляющійся.		0,024
Желѣзо.		28,000

Оказывается, что теплопроводная способность тѣлъ, если несовершенно, то весьма близко уменьшается въ прямомъ отношеніи съ относительными вѣсами ихъ, откуда слѣдуетъ что пористость тѣлъ значительно уменьшаетъ теплопроводность.

Воспринятіе теплорода шихтою.

Для опредѣленія объемовъ различныхъ поясовъ доменной шахты, мы не имѣемъ другаго средства, какъ предположеніе, что колоша (шихта) принимаетъ температуру проникающихъ ее газовъ съ тою быстротою, съ какою она понижается въ текущихъ газахъ. Но средство это было бы весьма сомнительнаго свойства, еслибъ дѣйствительно оно основывалось на голомъ предположеніи; слѣдуетъ необходимо доказать, что въ основаніи подобнаго предположенія лежитъ извѣстный законъ.

Время, потребное для принятія какимъ нибудь тѣломъ температуры среды, въ которой оно находится, зависитъ отъ теплопроводности его, плотности и относительнаго теплорода. Означая первую чрезъ С, вторую чрезъ d и

относительный теплородъ чрезъ s , получимъ отношеніе

$$k = \frac{C}{sd}$$

Для желѣзной руды и притомъ наименьшей плотности, именно для шпатоватаго желѣзняка $d = 3,6$, для известняка $d = 2,25$ и для кокса $d = 0,76$. Теплопроводность рудъ неизвѣстна, но основываясь что для нея $d = 3,6$, величина для C не можетъ быть менѣе 5.

Для известняка и кокса величины $C = 1,7$ и $C = 3$ какъ minimum; а для относительнаго теплорода руды, известняка и кокса мы можемъ принять maximum величинъ s , а именно: 0,2, 0,3, 0,2. Поэтому имѣемъ для

$$\begin{aligned} \text{руды } \frac{5}{0,2 \times 3,6} = k = 7; \quad \text{известняка } \frac{1,7}{0,3 \times 2,25} = k \\ = 2,5; \quad \text{кокса } \frac{3}{0,2 \times 0,76} = k = 20. \end{aligned}$$

Если безконечнаго протяженія тѣло однимъ концемъ своимъ сообщается съ постояннымъ источникомъ теплоты, температура коего t , то температура, принимаемая этимъ тѣломъ на какомъ нибудь разстояніи e , по истеченіи времени z , равна

$$t' = t (1 - A) \text{ и}$$

$$A = \frac{e}{\sqrt{k\pi z}} \left\{ 1 - \frac{\varphi^2}{1 \cdot 3} + \frac{\varphi^4}{1 \cdot 2 \cdot 5} - \frac{\varphi^6}{1 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 7} + \dots \right\}, \text{ гдѣ}$$

$$\varphi = \frac{e}{2 \sqrt{kz}}.$$

Но доменная шихта не представляетъ собою тѣла безконечнаго протяженія, а напротивъ хотя и имѣеть сравнительно очень малое протяженіе, все же формулы эти примѣняются къ настоящему случаю, и только слѣдуетъ иначе опредѣлить величину e .

Примемъ какой нибудь кусокъ шихты въ видѣ шара, то для воспринятія имъ теплоты служитъ поверхность

его, причемъ масса шара уменьшается по мѣрѣ удаленія отъ этой поверхности. Объемъ шара при діаметрѣ въ 0,06 метра = 0,0001131 куб. метра; поверхность его 0,01131 кв. метра, поэтому разстояніе $e = \frac{0,0001131}{0,01131} = 0,01$ метра.

Основываясь, что коксъ даетъ для k далеко бѣльшую величину, достаточно показать что коксовый кусокъ 0,06 метра діаметромъ принимаетъ по истеченіи одной минуты = 0,01666 часа температуру окружающихъ его газовъ.

По указаннымъ даннымъ имѣемъ

$$\varphi = \frac{0,01}{2 \sqrt{20} \times 0,01666} = 0,00866$$

$$\frac{\varphi^2}{1.3} = 0,000025 \text{ и } \frac{\varphi^4}{1.2.5} = 0,0000000056$$

сумма обоихъ = 0,00002500056 и по исключеніи ея изъ единицы остается 0,99997; откуда слѣдуетъ

$$A = \frac{0,01}{\sqrt{20} \cdot \pi z} \cdot 0,99997 = 0,0099997$$

Такимъ образомъ, еслибъ коксовый шарикъ въ 6 сантиметровъ былъ введенъ въ среду газа, коего температура $2000^\circ = t$, то по истеченіи минуты температура этого шарика была бы

$$t' = t (1 - A) = t (1 - 0,0099997) = t \times 0,99$$

$$t' = 2000 \times 0,99 = 1980^\circ \text{ } ^1).$$

Формула эта утверждаетъ насъ, что источникомъ теплоты доставляется теплородъ въ томъ количествѣ, сколько

¹⁾ У Шинца показана температура $1999,9^\circ$, но цифра эта ошибочна, слѣд. коксъ приметъ температуру 2000° по истеченіи времени нѣсколько большаго минуты.

его принимается тѣломъ; случай этотъ не всегда бываетъ въ отражательныхъ печахъ, но безъ сомнѣнія онъ существуетъ въ доменной печи, потому что выходящiе изъ колошника газы имѣютъ температуру около 100° .

Средства для уменьшенiя потери теплорода передаваемого стѣнами.

Для уменьшенiя потери теплорода чрезъ стѣны, самымъ вѣрнымъ и важнѣйшимъ средствомъ, какъ мы уже и пояснили, служить существованiе возможно большаго отношенiя между вмѣстимостью печи и поверхности ея стѣнъ. Напримѣръ для печи, имѣющей 1 квадрат. метръ основанiемъ и 3 метра высоты, вмѣстимость была бы 3 куб. метра, а соотвѣтствующая ей поверхность стѣнъ 12 квадрат. метровъ, слѣдовательно отношенiе $3:12=1:4$. Для печи же съ квадратнымъ сѣченіемъ, сторона котораго 2 метра, и при высотѣ 3-хъ метровъ, вмѣстимость была бы 12 кубичес. метровъ, а поверхность стѣнъ — 24 квадрат. метровъ; почему отношенiе будетъ $12:24=1:2$.

Такимъ образомъ эта послѣдняя печь, при равенствѣ температуръ и тождествѣ прочихъ условiй, передавала бы чрезъ стѣны вдвое менѣ теплорода, чѣмъ первая и слѣдовательно въ этомъ случаѣ могла бы быть сбережена половина горючаго изъ количества соотвѣтствующаго необходимой потерѣ для первой печи; или же при равныхъ расходахъ горючаго матеріала, температура въ печи была бы въ томъ же отношенiи выше.

Какъ примѣръ влiянiя производимаго формою или внутреннимъ очертанiемъ печей на относительное потребленiе ими горючаго матеріала, Шереръ въ своемъ сочиненiи «Lehrbuch der Metallurgie» (Bd. II стр. 130) приводитъ двѣ Неункирхскiя коксовыя доменные печи.

Но одна изъ нихъ, положимъ А, имѣетъ вмѣстимость 733,5 куб. футовъ съ поверхностью стѣнъ въ 554,85 квадрат.

футовъ, тогда какъ другая В имѣетъ объемъ въ 1117,03 куб. футовъ при поверхности стѣнъ въ 723,2 квадр. футовъ; отсюда отношеніе

для А = 1: 0,75 для В = 1: 0,64.

Такимъ образомъ причина меньшаго расхода кокса въ печи В сравнительно съ печью А заключается не въ конструкции внутренней части ея, а происходитъ отъ различія ихъ величинъ или вѣрнѣе сказать отъ болѣе выгоднаго отношенія между вмѣстимостью и поверхностью ея стѣнъ.

Тотъ же авторъ, въ длинномъ сравненіи Кенигсгюттскихъ коксовыхъ доменныхъ печей въ Верхней Силезіи съ таковыми же Бельгійскими, разбираетъ причины по которымъ относительный расходъ горючаго въ первыхъ заводахъ составляетъ 2,45, тогда какъ въ Бельгійскихъ только 2,20 и совершенно упускаетъ при этомъ изъ виду важнѣйшее мѣрило, а именно, что Кенигсгюттскія печи имѣютъ вмѣстимость только 1950 кубич. футовъ, тогда какъ Бельгійскія — 3690 куб. футовъ. Отношеніе 3690: 1950 = 1,89: 1 какъ нельзя лучше оправдывало бы даже несравненно болѣе расходъ Кенигсгюттскихъ печей сравнительно съ Бельгійскими, а потому вмѣсто того чтобъ, чрезъ сравненіе этихъ доменныхъ печей, показать передъ дирекціей первыхъ заводовъ невыгодность дѣйствія ихъ, Шереръ могъ бы доказать совершенно противное.

Въ предыдущихъ разсужденіяхъ мы принимали въ соображеніе только внутреннюю поверхность печныхъ стѣнъ, которыя въ дѣйствительности служатъ лишь для первоначальнаго воспріятія теплорода. Передаваемое же количество его въ воздухъ будетъ значительно мѣняться, сообразно толщинѣ стѣнъ и болѣе или меньшей теплопроводной способности матеріаловъ, изъ которыхъ выложены онѣ, какъ это и видно изъ формулы

$$t' = \frac{t - t''}{1 + \frac{Qe}{C}} + t''$$

опредѣляющей температуру t' на внѣшней поверхности стѣны и въ которой t'' — означаетъ температуру воздуха, t — температуру на внутренней поверхности стѣны, e — толщину стѣны, Q — происходящую отъ 1-го квадрата площади—передачу теплорода въ часъ на 1° разности температуръ и C — теплопроводность матеріаловъ, входящихъ въ кладку печныхъ стѣны.

Мы заимствуемъ слѣдующую таблицу Пекле, которая показываетъ на 1 метръ длины количество передаваемого теплорода горизонтальною трубою въ 0,1 метра внутренняго діаметра, при подогревѣ паромъ на 100° . Количества эти опредѣлены для постепенно возрастающей толщины стѣны трубы, при различныхъ величинахъ теплопроводности матеріаловъ = C . Воздухъ окружающій трубу не возобновлялся и имѣлъ температуру 15° .

Толщина стѣны == e							
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,10	0,15метра.
Передаваемое количество теплорода.							
0,04	74,6	50,2	39,1	32,8	28,2	18,7	15,0
0,08	109,2	82,7	67,8	58,3	51,8	34,1	29,4
0,06	142,1	122,1	107,9	97,3	89,4	63,4	56,6
0,32	167,3	160,4	153,1	146,3	140,2	111,3	103,2
0,64	183,6	190,2	193,8	195,2	196,0	178,6	177,3
1,28	193,3	209,7	223,4	234,5	244,6	256,1	276,7
2,56	198,0	221,0	241,9	260,8	279,2	327,0	384,6
5,12	200,7	227,1	252,3	276,3	300,4	379,6	477,6

Величины C

Таблица эта весьма наглядно объясняет влияние толщины стѣнъ и теплопроводности. Она указываетъ намъ, что передача теплорода быстро уменьшается съ увеличеніемъ толщины стѣнъ, пока теплопроводная способность не велика; но какъ скоро послѣдняя достигаетъ 0,64, то толщина стѣнъ вліяетъ уже очень незначительно на количество передаваемого теплорода и что при дальнѣйшемъ повышеніи теплопроводной способности, увеличеніе толщины стѣнъ оказывается даже весьма вреднымъ.

Поэтому самая незначительная передача теплорода будетъ при возможно меньшей теплопроводности матеріала и при возможно большей толщинѣ стѣнъ.

Натурально, что относительно послѣдняго не слѣдуетъ перейти въ крайность, потому что въ иномъ случаѣ проценты съ затраченнаго капитала не вознаграждались бы происходящимъ отъ утолщенія стѣнъ сбереженіемъ горючаго матеріала.

Что же касается до теплопроводности стѣнъ, то она можетъ быть уменьшена значительно, безъ особенныхъ расходовъ:

- а) выборомъ матеріала на стѣны,
- б) посредствомъ каналовъ или пустотъ въ кладкѣ печи,
- в) чрезъ покрытіе внѣшнихъ поверхностей стѣнъ одеждою изъ матеріала, коего лучеиспускательная способность несравненно менѣе противъ матеріала стѣнъ.

Часто можно замѣтить, что кирпичи одной и той-же печи, подвергающіеся дѣйствию горячихъ газовъ, весьма различны въ своей теплопроводности; и если прикоснуться къ стѣнѣ рукою, то нѣкоторые изъ кирпичей столь горячи, что нельзя выдерживать жара, тогда какъ другіе, близълежащіе — сверху или снизу — сравнительно холодны. Таковая разниа можетъ происходить единственно отъ неравномѣрности температуры въ кирпичеоб-

жигательной печи, вследствие чего одна часть кирпичей выходит сильно обожженными, другая же — в меньшей степени. Отсюда разумется, что выходящие с недостаточною плотностью кирпичи обладают незначительною способностью теплопроводности.

Для стѣнъ доменной печи существуетъ различіе въ условіяхъ, изъ коихъ однѣ соотвѣтствуютъ такъ называемой футеровкѣ, а другія — наружнымъ стѣнамъ или кожуху ея.

Основываясь на томъ, что отъ дѣйствія высокой температуры и механическихъ вліяній, менѣе плотные, пористые кирпичи, при употребленіи ихъ на футеровку, скорѣе бы подвергались разрушенію, нежели сильно обожженные и плотные кирпичи, — слѣдуетъ, что первые пригодны только для кожуха печи, который такимъ образомъ и представляетъ намъ возможность ограниченія передачи теплорода посредствомъ выбора, на устройство его, дурныхъ проводниковъ теплоты.

Минимум теплопроводной способности для обожженныхъ кирпичей — 0,2428 относится къ кирпичамъ, которые чрезъ смѣшеніе съ большимъ количествомъ древесноугольного порошка сдѣлались до такой степени пористы, что плавали на водѣ. Подобные кирпичи были бы весьма пригодны для кладки кожуха печи, такъ какъ они вполне сопротивляются давленію. Но для этого они отнюдь не должны заключать въ себѣ сырости, потому что въ противномъ случаѣ они скоро вывѣтриваются. Сильно же обожженные кирпичи, съ сквозными каналами, теплопроводность которыхъ найдена была равною 0,2449, напротивъ того очень хорошо сопротивляются вліянію непогодъ.

Независимо отъ сказаннаго, количество передаваемого теплорода можетъ быть еще значительно понижено посредствомъ устройства въ кладкѣ особенныхъ каналовъ

или промежутковъ, потому что заключенный въ нихъ воздухъ есть самый дурной проводникъ теплоты. На этомъ же основаніи и кирпичи съ сквозными каналами очень полезны.

Для подобныхъ стѣнъ, которыя выложены изъ нѣсколькихъ рядовъ матеріаловъ различной теплопроводности, температура на внѣшней поверхности стѣнъ будетъ вычисляться по формулѣ:

$$t' = \frac{t - t''}{1 + Q \left(\frac{e}{C} + \frac{e'}{C'} + \frac{e''}{C''} + \dots \right)} + t''$$

Положимъ для примѣра, что

для футеровки $e = 0,25$ метра и $C = 0,4200$

для промежутка между футеровкою и кожухомъ, наполненного древесною золою $e' = 0,15$ » $C' = 0,0600$

для первого рода кладки кожуха $e'' = 0,2$ « $C'' = 0,2449$

для воздушнаго канала . $e''' = 0,15$ « $C''' = 0,0240$

для наружной стѣны кожуха $e'''' = 0,4$ « $C'''' = 0,2449$

Примемъ $t = 1400^\circ$ и $t'' = 15^\circ$, то полагая $Q = 1$, имѣемъ

$$t' = \frac{1400 - 15}{1 + 1 \left\{ \frac{0,25}{0,42} + \frac{0,15}{0,06} + \frac{0,2}{0,2449} + \frac{0,15}{0,024} + \frac{0,4}{0,2449} \right\}} + 15^\circ = 93^\circ$$

если же стѣна была бы толщиною 1,15 метра съ теплопроводностью $= 0,42$, то

$$t' = \frac{1400 - 15}{1 + \left(\frac{1,15}{0,42} \right)} = 385^\circ$$

Лучеиспускаемый коэффициент для кирпича или песчаника равенъ 3,62, а потому если для $t' = 100^\circ$, потеря теплорода чрезъ лучеиспускание 1 квадр. метромъ въ часъ будетъ 562 единицъ теплорода ¹⁾, то потеря эта была бы при коэффициентахъ

- = 0,13 для полированного серебра только 20 ед. теп.
- = 0,258 « « латуни « 40 « «
- = 0,16 « мѣди 25 « «

Конечно довольно трудно бы было содержать постоянно подобныя металлическія одежды кожуха чистыми и блестящими; но во всякомъ случаѣ трудъ этотъ способствовалъ бы возможному сбереженію горючаго матеріала.

Вспомогательное средство для вычисленія количества передаваемого теплорода чрезъ стѣны доменной печи.

Въ упоминаемой формулѣ

$$t' = \frac{t - t''}{1 + Q \frac{e}{C}} + t'' \dots \dots (a)$$

Q равна

$$Q = \frac{S ma^{t''}(a^t - 1) + Lnt^b}{t}$$

Величины для Q вмѣстѣ съ ихъ логарифмами вычислены Шинцемъ въ таблицѣ для температуръ на внѣшней поверхности стѣны отъ 10° до 500°.

При опредѣленіи количества передаваемого теплорода въ воздухъ, необходимо знать только сравнительныя числа, то поэтому можно будетъ принять что $\frac{e}{C} = 1$. Тем-

¹⁾ Здѣсь принять только одинъ факторъ потери теплорода т. е. потеря чрезъ лучеиспускание.

температура воздуха t'' принята въ таблицѣ равною 20° .

Такимъ образомъ, если бы средняя температура на внутренней поверхности стѣны $= t$ была бы 500° , то имѣли бы

$$t' = \frac{500 - 20}{1 + Q} + 20 = \frac{480}{1 + 8,4647} + 20 = 71^\circ$$

и тогда передаваемое количество теплорода въ единицу времени единицею поверхности

$$t' \cdot Q = 71 \cdot 8,4647 = 601 \text{ единицъ теплорода.}$$

Примѣчаніе. Въ таблицѣ Шинца показаны только величины для Q и соотвѣтствующія имъ цифры для температуръ t' . Очевидно, что при данности t и t'' , необходимо для опредѣленія t' подставить въ формулу (а) какую нибудь величину Q и затѣмъ провѣрять ее по таблицѣ чрезъ сравненіе полученныхъ величинъ t' съ соотвѣтствующими имъ Q .

Такъ напр. при данности $t = 300^\circ$ и $t'' = 20^\circ$ мы имѣемъ

$$t' = \frac{t - t''}{1 + Q} + t'' = \frac{300 - 20}{1 + Q} + 20$$

Попробуемъ по таблицѣ Шинца поставить для Q величину 8,1794, то получимъ

$$t' = \frac{280}{9,1794} + 20 = 50^\circ$$

Въ таблицѣ же для $t' = 50^\circ$ соотвѣтствуетъ $Q = 7,78$, слѣд. постановка величины для Q была невѣроятная. Такимъ образомъ для правильнаго опредѣленія t' можетъ понадобится значительный рядъ вычисленій по приближенію, доколѣ не получатся соотвѣтственныя величины для Q и t' .

А потому, считая не бесполезнымъ облегчить способъ опредѣленія температуръ t' при данности t и t'' , мы съ своей стороны предлагаемъ здѣсь таблицу Шинца въ из-

мѣненномъ видѣ, т. е. уничтожаемъ въ ней столбецъ логарифмовъ Q и замѣняемъ его рядомъ численныхъ величинъ для температуръ t , возрастающихъ вмѣстѣ съ t' и Q .

Кромѣ того полагаемъ, что здѣсь не лишнимъ будетъ дать нѣкоторое поясненіе вывода формулъ, служащихъ для вычисленія Q и t' .

Если означимъ чрезъ C коэффициентъ теплопроводности какого нибудь матеріала т. е. число единицъ теплорода, передаваемыхъ единицею поверхности этого матеріала, при единицѣ толщины его, въ единицу времени на 1° разности температуръ между внутреннею и наружною поверхностями, то разумѣется, что при разности температуры равной $t - t'$, число единицъ теплорода передаваемыхъ матеріаломъ будетъ $C (t - t')$; если же толщина матеріала будетъ въ e разъ болѣе противъ единицы, то теплопроводность выразится

$$\frac{C (t - t')}{e}.$$

Количество передаваемого въ воздухъ теплорода зависитъ отъ разности температуры t' на внѣшней поверхности источника и температуры воздуха t'' ; и если Q будетъ выражать количество единицъ теплорода передаваемыхъ 1 квадр. метромъ поверхности въ единицу времени на 1° разности температуръ, то конечно при температурѣ $t' - t''$, воздухъ приметъ количество теплорода $= Q (t' - t'')$, которое должно быть равно

$$\frac{C (t - t')}{e} = Q (t' - t'') \dots \dots (1)$$

Обыкновенно t равно температурѣ газовъ, соприкасающихся къ внутренней стѣнѣ; t'' легко можетъ быть измѣрено, слѣд. въ этой формулѣ для опредѣленія t' неизвѣстна величина Q .

Послѣдняя, по закону, выведенному Дюлонгомъ, состоить изъ 2 хъ факторовъ: одного—передающаго теплородъ въ воздухъ лучеиспусканіемъ и другаго—выражающаго потерю теплорода чрезъ непосредственную теплопроводность окружающей среды. Величина перваго равна $S ma^{t''}$ ($a^t - 1$), другаго же — Lnt^b , слѣд. для всей разности температуръ

$$Q = S ma^{t''} (a^t - 1) + Lnt^b$$

а для одного градуса разности

$$Q = \frac{S ma^{t''} (a^t - 1) + Lnt^b}{1}$$

Описаніе вывода этихъ эмпирическихъ формулъ, какъ основанныхъ на опытахъ, далеко отвлекло бы насъ отъ настоящей цѣли, а потому достаточно будетъ указать, что какъ самый ходъ опытовъ, такъ и значеніе всѣхъ величинъ, входящихъ въ эту формулу, читатель можетъ найти въ сочиненіи Шинца «Die Wärme-messkunst» на стр. 66 § 89 — 95 и стр. 209 § 237 — 250 и таблицы XLI — XLVII.

Изъ выраженія (1) выходитъ, что

$$t - t' = \frac{Qet'}{C} - \frac{Qet''}{C} \text{ или}$$

$$t' \left(1 + \frac{Qe}{C}\right) = t + \frac{Qet''}{C}$$

Прибавляя къ обѣимъ частямъ уравненія по t'' , получимъ

$$t' \left(1 + \frac{Qe}{C}\right) + t'' = t + \frac{Qet''}{C} + t'', \text{ или}$$

$$t' \left(1 + \frac{Qe}{C}\right) = t - t'' + t'' \left(1 + \frac{Qe}{C}\right), \text{ откуда}$$

$$t' = \frac{t - t''}{1 + Q \frac{e}{C}} + t'' \dots \dots (2)$$

При положеніи, что $\frac{e}{C} = 1$, будемъ имѣть изъ формулы (2)

$$t = (t' - t'') (1 + Q) + t'' \dots \dots (3)$$

Эта послѣдняя формула и послужила намъ для измѣненія вспомогательной таблицы Шинца съ цѣлью облегченія вычисленій, необходимыхъ при опредѣленіи потерь теплорода чрезъ стѣны различныхъ поясовъ домны.

Принимая въ соображеніе, что температурѣ $t' = 200^\circ$ на внѣшней поверхности стѣнъ соотвѣтствуетъ въ таблицѣ температура $t = 2629^\circ$ и что въ доменной печи развиваемая горѣніемъ температура не достигаетъ этой степени жара, поэтому первая таблица вычислена для t' отъ 25° до 204° . Засимъ вторая таблица показываетъ только связь между Q и t' отъ $t' = 2040$ до 500° , что необходимо для уясненія нѣкоторыхъ выводовъ настоящей статьи.

(См. таблицу).

Опредѣленіе степени возстановимости рудъ или редукометръ.

Количество теплорода, потребное для расплавленія даннаго вѣса чугуна и температура, при которой онъ плавится (1100° и 1250°), весьма малы сравнительно съ количествомъ теплорода, которое развивается углеродомъ при сожиганіи въ доменной печи для полученія извѣстнаго вѣса чугуна.

Эта значительная затрата теплорода зависитъ частью отъ количества шлаковъ, всегда сопровождающихъ данный вѣсъ чугуна. Но количество шлаковъ неодинаково для

t'	Q	t	t'	Q	t	t'	Q	t
25°	6,8866	59°	85	8,9222	665	145	11,062	1528
26	6,9178	67	86	8,9553	677	146	11,096	1544
27	6,9573	76	87	8,9875	689	147	11,136	1561
28	6,9960	84	88	9,0207	701	148	11,176	1578
29	7,0348	92	89	9,0546	714	149	11,221	1596
30	7,0728	101	90	9,0876	726	150	11,260	1614
31	7,1105	109	91	9,1212	738	151	11,298	1631
32	7,1478	118	92	9,1555	751	152	11,336	1648
33	7,1847	126	93	9,1878	764	153	11,365	1665
34	7,2214	135	94	9,2213	776	154	11,422	1684
35	7,2565	144	95	9,2544	789	155	11,458	1702
36	7,2934	153	96	9,2886	802	156	11,500	1720
37	7,3290	162	97	9,3218	815	157	11,541	1738
38	7,3634	171	98	9,3553	828	158	11,582	1756
39	7,4000	180	99	9,3894	841	159	11,623	1774
40	7,4348	189	100	9,4237	854	160	11,669	1793
41	7,4695	198	101	9,4574	867	161	11,708	1812
42	7,5041	207	102	9,4914	880	162	11,759	1831
43	7,5384	216	103	9,5258	893	163	11,791	1849
44	7,5727	226	104	9,5614	907	164	11,835	1868
45	7,6129	235	105	9,5942	920	165	11,879	1887
46	7,6466	245	106	9,6284	934	166	11,909	1905
47	7,6803	254	107	9,6627	948	167	11,964	1925
48	7,7151	264	108	9,6982	962	168	12,006	1945
49	7,7475	274	109	9,7317	975	169	12,048	1964
50	7,7800	283	110	9,7674	989	170	12,094	1984
51	7,8039	293	111	9,8005	1003	171	12,135	2003
52	7,8462	303	112	9,8342	1017	172	12,180	2023
53	7,8679	313	113	9,8712	1031	173	12,226	2044
54	7,9075	323	114	9,9065	1045	174	12,270	2064
55	7,9455	333	115	9,9431	1059	175	12,314	2084
56	7,9642	343	116	9,9784	1074	176	12,358	2104
57	8,0000	353	117	10,014	1088	177	12,401	2124
58	8,0343	363	118	10,050	1103	178	12,449	2145
59	8,0677	373	119	10,085	1117	179	12,492	2165
60	8,0999	384	120	10,130	1133	180	12,539	2186
61	8,1311	394	121	10,157	1147	181	12,585	2207
62	8,1794	405	122	10,197	1162	182	12,632	2228
63	8,2063	416	123	10,228	1176	183	12,678	2249
64	8,2344	426	124	10,266	1192	184	12,723	2270
65	8,2770	437	125	10,304	1207	185	12,768	2292
66	8,3031	448	126	10,341	1222	186	12,823	2314
67	8,3284	458	127	10,378	1237	187	12,866	2336
68	8,3676	469	128	10,414	1253	188	12,910	2357
69	8,3913	480	129	10,450	1268	189	12,958	2379
70	8,4285	491	130	10,485	1283	190	13,005	2401
71	8,4647	502	131	10,526	1299	191	13,052	2423
72	8,5000	514	132	10,561	1315	192	13,104	2446
73	8,5479	526	133	10,594	1330	193	13,150	2468
74	8,5540	536	134	10,634	1346	194	13,201	2491
75	8,5866	547	135	10,674	1362	195	13,246	2513
76	8,6316	559	136	10,713	1378	196	13,317	2539
77	8,6622	571	137	10,752	1395	197	13,345	2560
78	8,6924	582	138	10,790	1411	198	13,394	2582
79	8,7217	593	139	10,827	1427	199	13,447	2606
80	8,7573	605	140	10,864	1444	200	13,495	2629
81	8,7904	617	141	10,901	1460	201	13,545	2653
82	8,8273	629	142	10,944	1477	202	13,596	2676
83	8,8560	641	143	10,979	1493	203	13,647	2700
84	8,8889	653	144	11,021	1510	204	13,701	2725

t'	Q	t'	Q	t'	Q	t'	Q	t'	Q
205	13,749	265	17,347	325	22,313	385	29,308	445	39,293
206	13,786	266	17,414	326	22,428	386	29,447	446	39,496
207	13,852	267	17,487	327	22,509	387	29,580	447	39,705
208	13,904	268	17,560	328	22,608	388	29,728	448	39,900
209	13,956	269	17,628	329	22,708	389	29,869	449	40,100
210	14,013	270	17,701	330	22,803	390	30,014	450	40,296
211	14,061	271	17,773	331	22,907	391	30,160	451	40,511
212	14,113	272	17,845	332	23,011	392	30,304	452	40,708
213	14,171	273	17,920	333	23,113	393	30,449	453	40,934
214	14,218	274	17,990	334	23,215	394	30,594	454	41,132
215	14,275	275	18,064	335	23,316	395	30,741	455	41,343
216	14,329	276	18,138	336	23,420	396	30,887	456	41,555
217	14,383	277	18,212	337	23,525	397	31,037	457	41,764
218	14,461	278	18,288	338	23,629	398	31,124	458	41,983
219	14,495	279	18,362	339	23,735	399	31,334	459	42,109
220	14,548	280	18,438	340	23,840	400	31,484	460	42,412
221	14,606	281	18,511	341	23,948	401	31,631	461	42,633
222	14,659	282	18,590	342	24,054	402	31,783	462	42,853
223	14,715	283	18,667	343	24,163	403	31,938	463	43,077
224	14,774	284	18,744	344	24,272	404	32,090	464	43,297
225	14,828	285	18,820	345	24,380	405	32,256	465	43,520
226	14,891	286	18,915	346	24,507	406	32,403	466	43,745
227	14,929	287	18,979	347	24,600	407	32,560	467	43,957
228	14,997	288	19,058	348	24,711	408	32,718	468	44,201
229	15,056	289	19,136	349	24,823	409	32,875	469	44,428
230	15,114	290	19,218	350	24,935	410	33,038	470	44,683
231	15,173	291	19,296	351	25,035	411	33,199	471	44,891
232	15,234	292	19,378	352	25,162	412	33,359	472	45,125
233	15,290	293	19,459	353	25,289	413	33,524	473	45,323
234	15,350	294	19,542	354	25,397	414	33,685	474	45,596
235	15,409	295	19,624	355	25,507	415	33,853	475	45,836
236	15,469	296	19,706	356	25,629	416	34,019	476	46,077
237	15,529	297	19,789	357	25,739	417	34,175	477	46,314
238	15,589	298	19,872	358	25,857	418	34,352	478	46,559
239	15,650	299	19,966	389	25,974	419	34,523	479	46,802
240	15,711	300	20,040	360	26,096	420	34,682	480	47,046
241	15,772	301	20,126	361	26,214	421	34,863	481	47,296
242	15,835	302	20,211	362	26,333	422	35,036	482	47,542
243	15,896	303	20,333	363	26,434	423	35,209	483	47,794
244	15,958	304	20,384	364	26,555	424	35,383	484	48,044
245	16,020	305	20,470	365	26,678	425	35,558	485	48,279
246	16,084	306	20,558	366	26,803	426	35,725	486	48,552
247	16,147	307	20,645	367	26,926	427	35,910	487	48,807
248	16,211	308	20,732	368	27,065	428	36,081	488	49,064
249	16,275	309	20,821	369	27,198	429	36,249	489	49,333
250	16,340	310	20,911	370	27,323	430	36,451	490	49,586
251	16,402	311	21,001	371	27,450	431	36,631	491	49,847
252	16,469	312	21,093	372	27,568	432	36,817	492	50,114
253	16,534	313	21,184	373	27,772	433	37,000	493	50,380
254	16,599	314	21,276	374	27,836	434	37,175	494	50,648
255	16,667	315	21,377	375	27,967	435	37,370	495	50,918
256	16,731	316	21,458	376	28,095	436	37,560	496	51,187
257	16,798	317	21,544	377	28,231	437	37,749	497	51,461
258	16,868	318	21,645	378	28,360	438	37,936	498	51,732
259	16,934	319	21,739	379	28,495	439	38,116	499	52,010
260	17,000	320	21,834	380	28,627	440	38,407	500	52,288
261	17,069	321	21,923	381	28,763	441	38,513		
262	17,137	322	22,023	382	28,897	442	38,706		
263	17,206	323	22,121	383	29,034	443	38,879		
264	17,277	324	22,216	384	29,170	444	39,178		

всякой руды; напротивъ, оно тѣсно связано съ количествомъ рудъ и не потому только, что различныя руды заключаютъ въ себѣ различныя количества веществъ, образующихъ шлаки, но также и потому что руды требуютъ большаго или меньшаго количества флюсовъ, увеличивающихъ массу шлаковъ.

Основываясь на томъ, что для расплавленія извѣстнаго вѣса шлаковъ требуется болѣе теплорода, нежели для расплавленія того же вѣса чугуна,—слѣдуетъ, что для полученія чугуна расходъ горючаго будетъ увеличиваться въ большемъ отношеніи, нежели количество шлаковъ, сопровождающихъ его.

Но увеличеніе шлаковаго матеріала не можетъ быть произвольнымъ, потому что оно зависитъ отъ времени, необходимаго для прохода рудъ отъ колошника по всей шахтѣ печи, до того пояса, гдѣ чугунъ и шлаки должны плавиться. Время это обусловливается большею или меньшею способностью возстановленія рудъ. А какъ въ доменной печи заключается только опредѣленное число колонъ, то поэтому окислы рудъ будутъ тѣмъ долѣ подвергаться дѣйствию возстановляющихъ газовъ, чѣмъ съ большимъ количествомъ шлаковаго матеріала они перемѣшаны.

На практикѣ опытъ указываетъ какъ дѣйствительное количество шлаковаго матеріала, такъ и настоящій расходъ угля; но указанія эти не даютъ намъ никакого вывода относительно условій, при которыхъ происходитъ возстановленіе, относительно законовъ, лежащихъ въ основаніи возстановленія.

Опредѣленіе этихъ законовъ Шинцъ считалъ задачею высшей важности, а потому посвятилъ на этотъ предметъ цѣлый годъ работы съ цѣлью возможно лучшаго уясненія процесса возстановленія.

Законы, составляющіе основаніе возстановленія, суть слѣ-

дующіе: вліяніе температуры, качество газовъ, количество ихъ, время и свойство рудъ.

За исключеніемъ немногихъ изслѣдованій, произведенныхъ Эбельменомъ для опредѣленія степени возстановимости рудъ въ доменной печи, всѣ прочіе въ этомъ отношеніи опыты были исполнены при употребленіи чистой окиси углерода.

Первоначально Шинцъ избралъ этотъ же способъ, но вскорѣ нашель, что при употребленіи одной окиси углерода нельзя опредѣлить никакой разности между различными рудами; а потому пришелъ къ убѣжденію, что удовлетворительные результаты могли бы получиться только при употребленіи газовъ, подобныхъ существующимъ въ доменной печи.

Составъ доменныхъ газовъ, развиваемыхъ въ горнѣ, довольно постояненъ и будетъ измѣняться нѣсколько отъ большей или меньшей влажности вдуваемаго воздуха; поэтому задача полученія газовъ, подобныхъ дѣйствительно существующимъ въ домнѣ, казалась легкодостижимой, но въ этой надеждѣ Шинцъ обманулся. Онъ употреблялъ всевозможные способы для производства таковыхъ газовъ, но не могъ получить всегда постоянныхъ результатовъ, такъ что наконецъ оказалось необходимымъ предпринять другія изслѣдованія, а именно опредѣлить основанія, при которыхъ образуется исключительно окись углерода безъ примѣси углекислоты.

Отсюда произошелъ законъ поверхности соприкосновенія, но одного этого закона недостаточно еще для постоянного полученія окиси углерода безъ примѣси углекислоты, а потому необходимо было опредѣлить значительнымъ числомъ опытовъ вліяніе температуры на образованіе газовъ.

Узнавши, выводомъ этихъ 2-хъ законовъ, что для образованія окиси углерода необходимы соответственная по-

верхность соприкосновения и высокая температура, легко было придти къ заключенію, что способъ полученія газовъ, подобный происхожденію ихъ въ доменной печи, есть самый удобный и точнѣйшій.

Вслѣдствіе этого приготовленъ былъ цилиндръ изъ листового желѣза, въ 0,51 метра высотой и 0,3 метра діаметромъ, и въ немъ сдѣлана набойка изъ огнепостоянной глины на подобіе маленькой доменной печи, вмѣстимостью 0,0111 кубич. метра.

Примемъ, что употребляемый древесный уголь имѣетъ форму шара наибольшаго діаметра 0,15 метра, то 1 куб. метру подобныхъ шаровъ соотвѣтствуетъ 21 квадрат. метръ поверхности соприкосновения, а слѣдовательно угля, находящемуся въ печкѣ $-21 \cdot 0,0111 = 0,2331$ квадрат. метровъ.

Далѣе, имѣя въ виду, что при температурѣ ниже 800° , одинъ куб. метръ воздуха въ секунду требуетъ 1000 кв. метровъ поверхности соприкосновения, выходитъ что въ печку необходимо вдвуть въ секунду 0,0002331 куб. метра воздуха ($1000 : 0,2331 = 1 : x$).

Газовый колоколь, собирающій въ себѣ газъ, имѣетъ вмѣстимость 100 литровъ $= 0,1$ куб. метра, откуда время, потребное для наполненія колокола, $\frac{0,1}{0,0002331} = 429$ секундъ или нѣсколько болѣе 7 минутъ.

Фигура 2-я изображаетъ весь аппаратъ, въ которомъ:

А—представляетъ маленькую доменную печь, имѣющую посредствомъ трубы *a* сообщеніе съ мѣхами В, В. Образующіеся при дѣйствіи мѣховъ газы проходятъ изъ А въ холодильникъ С и отсюда въ стеклянный колоколь D вмѣстимостью 100 литровъ.

Для удаленія изъ газовъ возможныхъ послѣднихъ слѣдовъ углекислоты, они, прежде поступленія въ восстановительный аппаратъ, проходятъ чрезъ очиститель Е. Въ этомъ послѣднемъ рѣшетчатый ящикъ наполненъ тѣдкою

известью, которая тотчасъ отнимаетъ отъ газовъ углекислоту и влажность. Изъ очистителя газы поступаютъ въ восстановительный аппаратъ F, F, помещающійся въ печкѣ G, G, которая имѣетъ сообщеніе съ мѣхами B, B на тотъ конецъ, чтобы можно было поддерживать въ ней горѣніе.

На фиг. 3 изображенъ восстановительный аппаратъ въ масштабѣ $\frac{1}{5}$ дѣйствительной его величины; причемъ *a* означаетъ кранъ, который пропускаетъ газъ, идущій по каучуковому рукаву изъ очистителя E; *b, b* — мѣдную трубку, герметически закрѣпленную въ желѣзной трубкѣ *c, c*. Въ трубку *cc* вставляется однимъ концемъ вѣрно пригнанная трубка *d, d* изъ листоваго желѣза, которая другимъ концемъ входитъ въ толстый желѣзный цилиндръ *e, e*, оканчивающійся латунною трубкою *f, f* съ краномъ *g*; *h, h* представляетъ термоэлектрическій элементъ, который вмѣстѣ съ неизображеннымъ здѣсь аппаратомъ для измѣренія гальваническаго тока составляетъ парометръ. Первый состоитъ изъ желѣзной трубки *i, i*, на которую навинчена мѣдная трубочка *k, k*. Платиновая проволока *l, l* приваривается въ желѣзной трубкѣ въ томъ мѣстѣ, гдѣ она проходитъ сквозь нее впередъ. Пустота между стѣнами трубки *i, i* и проволокою *l, l* заполнена ѣдкой известью, а въ мѣдной трубочкѣ *k, k* платиновая проволока изолирована отъ мѣди стеклянною трубкою, сквозь которую проволока и проходитъ.

Термоэлектрическій элементъ, какъ видно на фигурѣ, прямо входитъ въ средину трубки *d, d*, заключающей въ себѣ испытываемую руду, и такимъ образомъ онъ съ точностью показываетъ среднюю температуру, господствующую въ этой трубкѣ, а слѣд. и температуру, которой подвергается руда.

Для того, чтобы руда не могла сваливаться въ трубки *c, c* и *e, e*, оба конца трубки *d, d* ограждены наибольшими

ми цилиндрическими діафрагмами m и n съ рѣшетчатымъ дномъ.

Въ заключеніе трубки c, c, и d, d e, e закладываются въ трубчатый муфель и концы ихъ обмазываются глиною.

Для равномернаго опусканія газоваго колокола во все время операціи, — другими словами для того, чтобъ въ возстановительный аппаратъ втекало въ равныя времена одинаковыя количества газа, — онъ уравнивается посредствомъ рычага v, v и тяжести w.

Стрѣлка на циферблатѣ H служитъ указателемъ самыхъ малыхъ движеній колокола, такъ какъ движущее стрѣлку зубчатое колеско насажено на одной оси съ валикомъ, по которому идетъ шнурокъ съ привѣшаннымъ къ нему противувѣсомъ x. Колоколъ D опускается самъ собою болѣе или менѣе быстро, смотря потому въ какой степени открытъ кранъ s.

Посредствомъ опыта было опредѣлено число секундъ, необходимыхъ для передвиженія стрѣлки на одинъ градусъ, когда колоколъ опускается въ 2, 3, 4 и 5 часовъ.

Такимъ образомъ съ помощью секундныхъ часовъ и крана s можно будетъ отъ начала операціи съ точностью опредѣлить время, въ теченіи котораго колоколъ долженъ ввести въ аппаратъ 100 литровъ газа.

Для наполненія колокола D газомъ, снимаютъ крышку съ печи A и находящійся въ ней древесный уголь приводятъ въ раскаленное состояніе. Затѣмъ крышку снова накладываютъ и посредствомъ крана t сообщаютъ печь съ колоколомъ D. Подобный подготовительный приѣмъ необходимъ и требуетъ особенной осмотрительности, потому что въ противномъ случаѣ газы смѣшиваются съ значительнымъ количествомъ углекислоты.

Краны a и g, возстановительнаго аппарата FF служатъ по окончаніи операціи для вывода газа и воздуха, заключающихся въ e, e. Нс это не вполне соответствуетъ цѣли,

такъ какъ возстановленныя руды могли бы снова нѣсколько окислиться, вслѣдствіе притока воздуха, а потому во избѣжаніе этого не представляется другаго средства, какъ оставлять руды охлаждаться въ продолжительной струѣ газа.

Т—есть сосудъ, наполненный водою, чрезъ который проходитъ термоэлектрическій элементъ. у — термометръ, посредствомъ котораго при каждомъ опытѣ замѣчается температура воды въ сосудѣ Т.

Длина возстановительной трубки dd, между діафрагмами mm и nn равна 0,1 метра, а внутренній діаметръ ея равенъ 0,047 метра, такъ что вмѣстимость трубки, за вычетомъ находящагося въ ней термоэлектрическаго элемента, составляетъ 110 куб. сантиметровъ, которая и заполняется кусочками испытываемой руды.

Въ началѣ Шинцъ предполагалъ возможнымъ, посредствомъ устройства нѣсколькихъ діафрагмъ, одновременно закладывать въ трубку разныя руды; но опытъ указалъ, что при этомъ куски руды, ближайшіе къ входящему газу, возстановлялись несравненно въ большей степени, нежели дальнѣйшіе.

Обстоятельство это также вредно вліяетъ и въ случаѣ испытанія одной руды, такъ какъ послѣдніе кусочки менѣе возстановляются, чѣмъ первые. Поэтому-то при повѣркѣ степени возстановленія рудъ посредствомъ химическаго анализа, необходимо быть очень внимательнымъ, чтобы взятые количества первыхъ и послѣднихъ кусочковъ были одинаковы или же чтобы кусочки руды выбирались изъ самой середины трубки.

Всѣ испытываемыя руды, природныя равно и искусственныя, были въ кускахъ равномерной величины, въ видѣ шара діаметромъ $\frac{1}{2}$ сантиметра.

Результатъ опытовъ, т. е. количество возстановленныхъ окисловъ въ рудѣ опредѣлилось бы очень просто—стоило

бы свѣситъ руду до и послѣ опыта; но къ сожалѣнію это невозможно потому во 1-хъ, что при выниманіи руды изъ аппарата часто необходимо такое усиліе, вслѣдствіе котораго происходитъ сотрясеніе, причиняющее часть потери руды и во 2-хъ, что кусочки руды до такой степени привариваются къ стѣнкамъ возстановительнаго аппарата, что невозможно ихъ вынуть. Наконецъ кусочки руды не всегда постояннаго состава.

Въ этихъ-то видахъ, опредѣленіе результатовъ путемъ химическаго анализа составляетъ вѣрнѣйшее средство для вычисленія количества кислорода, утраченнаго рудами при испытаніи.

Способъ, избранный для аналитическихъ опредѣленій, слѣдующій ¹⁾: если при опусканіи возстановленныхъ кусочковъ руды въ хлористоводородную кислоту не замѣчается отдѣленія водорода, что показываетъ на отсутствіе въ рудахъ возстановленнаго желѣза, то обыкновенно берется 2 или 3 грамма кусочковъ руды и обращаютъ ихъ въ порошокъ. Одна половина его отвѣшивается въ маленькую колбочку, а другая—въ колбу съ длиннымъ горломъ, вмѣстимостью $\frac{3}{8}$ литра.

Первая часть взвѣшаннаго порошка служитъ для опредѣленія всего количества содержащагося въ рудахъ желѣза. Порошокъ обливается хлористоводородною кислотою и затѣмъ держится въ теченіи часа на водяной банѣ при температурѣ отъ 60° до 70°. Послѣ того, какъ рудяной порошокъ видимо весь разложился, жидкость подвергается кипяченію на спиртовой лампѣ, причемъ постепенно прибавляется къ ней маленькими кусочками плавеный хлорноватокислый кали (KClO_5), пока не сдѣлается замѣтнымъ отдѣленіе хлора. Коль скоро хлоръ началъ отдѣ-

¹⁾ Это такъ называемый способъ Фукса.

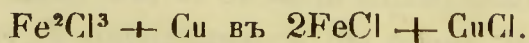
ляться, то жидкость поддерживается въ кипячемъ состояніи до тѣхъ поръ, когда по прибавленіи небольшого количества хлористоводородной кислоты не замѣчается уже выдѣленія хлора.

Тогда жидкость изъ колбочки переливается въ колбу съ длиннымъ горломъ, вмѣстимостью $\frac{3}{8}$ литра (фиг. 4-я) и къ ней прибавляется $\frac{1}{4}$ литра дистиллированной воды. Для удаленія воздуха, заключающагося въ водѣ, и отдѣленія отъ двутреххлористаго желѣза (Fe^2Cl^3) свободного хлора, жидкость подвергается въ теченіи $\frac{1}{4}$ часа кипяченію на спиртовой лампѣ.

По окончаніи кипяченія, въ жидкость погружается прикрѣпленная къ платиновой проволокѣ и предварительно точно взвѣшенная мѣдная полоса, 9 сантиметровъ длиною, $1\frac{1}{2}$ сантиметра шириною и 1 или 2 милиметра толщиною. Колба закрывается пробкою, въ которую вставляется стеклянная трубочка 40 сантиметровъ длиною и 5-ть сантиметровъ діаметромъ и притомъ такъ, что она поднимается надъ колбой всею своею длиною. Трубочка эта служитъ для выхода паровъ, такъ какъ жидкость подвергается кипяченію, доколѣ она не сдѣлается безцвѣтною или слабозеленоватою, что обыкновенно, при незначительномъ содержаніи желѣза, продолжается не болѣе $\frac{3}{4}$ часовъ, а при большемъ содержаніи его—иногда нѣсколько часовъ.

Послѣ этого мѣдная полоска вынимается изъ колбы, возможно скорѣе опускается въ горячую дистиллированную воду, тщательно обмывается и высушивается.

Такимъ образомъ, свѣсивъ вторично мѣдную полоску, разность между этимъ послѣднимъ вѣсомъ и первоначальнымъ покажетъ количество мѣди, употребленной для обращенія



Одному грамму растворенной мѣди соотвѣтствуетъ 0,88606 желѣза, заключающагося въ испытываемой рудѣ.

Другая часть отвѣшеннаго порошка, находящагося въ колбѣ съ длиннымъ горломъ, смѣшивается съ равнымъ объемомъ двойнаго углекислаго натра и колба, какъ показано на фиг. 5, закрывается пробкою, сквозь которую проходятъ двѣ трубочки: одна — съ воронкою, нѣсколько внизу наклоненная и другая — дважды подъ прямымъ угломъ изогнутая, свободный конецъ коей погружается на 1 миллиметръ въ воду.

Засимъ колба устанавливается на небольшую водяную баню и чрезъ воронку впускается по каплѣ хлористоводородная кислота. Отдѣляющаяся вслѣдствіе этого углекислота наполняетъ собою колбу.

Когда выдѣленіе углекислоты прекратится, то въ колбу вливается хлористоводородная кислота въ количествѣ достаточномъ для совершеннаго растворенія руды и даже съ избыткомъ. Продержавъ съ полчаса на водяной банѣ, въ теченіи котораго большая часть руды совершенно разлагается, вливаютъ чрезъ воронку $\frac{1}{4}$ литра дистиллированной воды и держатъ на банѣ около $\frac{1}{4}$ часа времени. Послѣ этого водяную баню убираютъ и подставляютъ подъ колбу спиртовую лампу, отчего жидкость приходитъ въ кипѣніе. Далѣе, подобно тому какъ при первомъ опредѣленіи, опускаютъ въ жидкость мѣдную полоску и колбу закрываютъ.

Такъ какъ при этомъ опредѣленіи оказывается препятствіе дѣйствию кислорода воздуха для окисленія закиси желѣза, то разумѣется, что потеря вѣса мѣдной полоски должна быть незначительнѣе и соотвѣтствовать только окиси желѣза, содержащейся въ рудѣ.

Эти двѣ операциі вмѣстѣ служатъ для опредѣленія количества кислорода, утраченнаго при возстановленіи руды.

Еслибъ количество руды, служащее для опредѣленія содержанія въ ней желѣза, было 1,345 грамма, а потеря въ вѣсѣ мѣдной полоски—0,171 грамма, то слѣд. послѣд- нему соотвѣтствуетъ количество желѣза=0,15151626 грамма или 11,27% въ рудѣ, $(1,345 : 100 = 0,15151626 : x)$.

Количество же руды взятой для опредѣленія желѣза, находящагося въ ней въ видѣ окиси желѣза, положимъ было бы 1,501 грамма и потеря вѣса мѣдной полоски =0,156 грамма, то отсюда этому вѣсу соотвѣтствуетъ 0,13822536 грам. желѣза или 9,209% въ рудѣ.

Поэтому мы имѣемъ:

все содержаніе желѣза 11,72

содержаніе желѣза въ окиси . $\frac{9,209 = \text{Fe}^2\text{O}^3}{2,063 = \text{Fe O}} = 13,1498$
 $= 2,6515$

слѣд. въ рудѣ находится окисловъ 15,8013%,

этому соотвѣтствуетъ 15,8013—11,72=4,5293 кислорода или 28,6641% $(15,8013 : 4,5293 = 100 : x)$.

Такимъ образомъ, если испытываемая руда состояла бы изъ одной окиси желѣза, то количество кислорода, выдѣ- ленное при возстановленіи изъ 100 частей окиси, будетъ: $30 - 28,6641 = 1,3359$ (потому что въ 100 частяхъ окиси желѣза заключается 70 час. желѣза и 30 кислорода).

Если же при опусканіи руды въ хлористоводородную кислоту происходитъ видимое отдѣленіе водорода, то это указываетъ намъ, что часть окисловъ руды возстанови- лась уже въ металлическое желѣзо и тогда ходъ анализа долженъ быть другой. Обыкновенно, въ этомъ случаѣ, беруть 5 граммовъ крупноистолченной руды и кладутъ въ стеклянный сосудъ а (фиг. 6-я) вмѣстимостью 60 кубич. сантиметровъ. Колбочка эта закрывается пробкою, сквозь которую проходятъ двѣ трубки: одна—съ воронкою, а другая—колѣнчатая. Послѣдняя соединяется съ аппара- томъ с, наполненнымъ кусочками ѣдкаго кали; с въ свою очередь имѣетъ сообщеніе посредствомъ каучуковаго ру-

кава съ сожигательною трубкою bb, заключающею въ себѣ окись мѣди. Другой конецъ сожигательной трубки связанъ съ приборомъ d, въ которомъ находится хлористый кальцій. Приборъ d предварительно операции точно взвѣшивается и оказавшійся вѣсъ записывается.

По установкѣ всего аппарата, чрезъ воронку постепенно наливаютъ хлористоводородную кислоту, разбавленную на половину объема водою. При этомъ, по мѣрѣ растворенія металлическаго желѣза, отдѣляется водородъ, который, проходя чрезъ приборъ съ ѣдкимъ кали, оставляетъ въ немъ влажность, и поступаетъ въ сожигательную трубку. Обратившись въ ней при сгораніи въ воду, эта послѣдняя задерживается, при дальнѣйшемъ движеніи, въ приборѣ съ хлористымъ кальціемъ.

Эта операция продолжается иногда довольно долго, особенно если въ рудѣ находится много возстановленнаго желѣза; для сокращенія таковой, подставляется подъ колбочку спиртовая лампа и поддерживается самое малое пламя, такъ что къ концу операции вся жидкость приходитъ въ одно мгновеніе въ кивѣніе.

Засимъ приборъ съ хлористымъ кальціемъ соединяется съ аспираторомъ, посредствомъ котораго, послѣ наполненія колбочки до верху водою, вытягивается медленно воздухъ, попавшій въ аппаратъ чрезъ трубочку съ воронкой. При этомъ всасываніи, водородъ вытѣсняется изъ прибора съ ѣдкимъ кали и такимъ образомъ сполна обратившись въ воду собирается въ изогнутой трубкѣ съ хлористымъ кальціемъ.

Увеличеніе вѣса послѣдней трубки указываетъ количество металлическаго желѣза, заключавшагося въ испытываемой рудѣ, потому что 9 частямъ по вѣсу водорода соотвѣтствуютъ 28 частей желѣза.

Жидкость изъ стекляннаго сосуда a осторожно сливается въ колбу $\frac{1}{4}$ литра вмѣстимостью и растворъ, раз-

бавленный дистиллированной водою, подвергается кипяченію, во время котораго его окисляютъ посредствомъ хлорноватокислаго кали, подобно тому какъ это было при первомъ опредѣленіи.

Окончательно окисленный растворъ сливаютъ въ стеклянный, точно измѣренный сосудъ въ $\frac{1}{2}$ литра объемомъ; наполняютъ его до мѣрки и берутъ 100 куб. сантиметровъ жидкости для опредѣленія всего содержанія желѣза, употребляя для этого мѣдную полоску, какъ и въ предыдущихъ случаяхъ.

Въ противность утвержденія Шерера, что при восстановленіи желѣзныя руды должны прежде обратиться въ закись желѣза и затѣмъ уже въ металлическое желѣзо, — Шинцъ нашелъ, что очень часто металлическое желѣзо сопровождается также окисью его; это обнаруживается тѣмъ, что при первомъ дѣйствіи хлористоводородной кислоты на руды, жидкость дѣлается желтою, но затѣмъ цвѣтъ этотъ исчезаетъ, какъ скоро при выдѣленіи водорода, первоначально образовавшееся Fe^2Cl^3 обращается въ $FeCl$. По этой-то причинѣ разложеніе даетъ менѣе металлическаго желѣза, чѣмъ его находится въ рудахъ. Но какъ цѣль анализа заключается только въ опредѣленіи количества кислорода, утрачиваемаго рудами при восстановленіи, то можно безъ погрѣшности вести вычисленіе, не обращая на это вниманія.

Положимъ для примѣра, что при опредѣленіи металлическаго желѣза, мы нашли 0,288 граммовъ воды, то имъ соотвѣтствуютъ 0,896 граммовъ металлическаго желѣза; и если вѣсъ подвергнутой анализу руды былъ 5,231 граммовъ, то слѣд. въ ней заключается $17,1287\%$ желѣза. Мѣдная полоска потеряла въ своемъ вѣсѣ 0,288 граммовъ на единицу вѣса, то для всего количества руды потеря

эта 5. 0,288 ¹⁾ = 2,040 грамма мѣди = 1,8075624 желѣза или 34,5548% изслѣдуемой руды.

Такимъ образомъ мы имѣемъ:

Общее содержаніе желѣзо . . .	34,5548		
минусъ металлическое желѣзо .	17,1287 = Fe	= 17,1287	
	17,4261 = FeO	= 22,3974	
			39,5261

содержащихъ въ себѣ 39,5261 — 34,5548 = 4,9713 кислорода или = 12,5773% кислорода въ окислахъ руды.

Если бы руда была уже прежде восстановлена и притомъ на столько, что содержаніе соединеннаго съ желѣзомъ кислорода было въ ней 23,2111%, то отсюда слѣдовало бы, что въ теченіи послѣдней операціи выдѣлялось кислорода = 23,2111 — 12,5773 = 10,6338.

Эти числа, какъ конечные результаты, вытекающіе изъ разложеній, показываютъ такимъ образомъ: сколько частей кислорода выдѣлилось изъ 100 частей окисловъ испытываемой руды; а какъ въ восстановительномъ аппаратѣ руды всегда занимаютъ равные объемы, то числа эти относятся также къ объемамъ рудъ.

Если мы захотимъ знать силу дѣйствія восстанавливающихъ газовъ на равные вѣса разныхъ рудъ,—для этого необходимо умножить предыдущія цифры на 100 и раздѣлить на вѣсъ 110 кубическихъ сантиметровъ руды; частное даетъ количество граммовъ кислорода, выдѣливаемаго изъ 100 граммовъ руды ²⁾.

¹⁾ $\frac{1}{2}$ метра = 500 куб. сантиметрамъ; взято же было 100 куб. сантиметровъ, слѣд. 0,288 гр. мѣди должно быть умножено на 5.

²⁾ Положимъ напр. что 110 куб. сантиметровъ краснаго желѣзняка вѣсятъ 272 грамма и что руды утратили кислорода 4,367%, то имѣемъ $272 : 4,367 = 100 : x$ или $x = \frac{4,367 \cdot 100}{272} = 1,602$ граммовъ кислорода.

Чтобъ выразить болѣе наглядно степень возстановленія, вычислена еще потеря изъ 100 частей кислорода, заключающагося въ рудахъ. Вычисленіе это очень просто: слѣдуетъ первыя цифры умножить на 100 и раздѣлить на процентное содержаніе кислорода, находящагося въ рудахъ. Напр. красный желѣзнякъ содержитъ, въ 100 частяхъ окисловъ, 30% кислорода и шпатоватый желѣзнякъ 22,222%, поэтому если для красного желѣзняка было получено 4,367% кислорода, выдѣлившагося изъ руды, то $30 : 4,367 = 100 : x = 14,557\%$ изъ 100 частей кислорода.

Этимъ путемъ вычисленій составлена одна изъ слѣдующихъ таблицъ, три столбца которой обозначены рубрикою: «выдѣляемый кислородъ».

Въ первой таблицѣ мы показываемъ составъ рудъ, служившихъ для опредѣленій возстановляемости.

Во второй таблицѣ, въ графѣ «№ рудъ» римскими цифрами обозначены руды; слово «сырая» выражаетъ, что руда употреблена была въ сыромъ состояніи; арабскія цифры указываютъ на рядъ бывшаго уже опредѣленія, т. е. при какомъ изъ нихъ испытываемая руда была уже частью возстановлена.

Обозначеніе графы «расходуемый газъ» показываетъ число литровъ газа, выпускаемыхъ въ аппаратъ въ продолженіи часа; % окиси углерода выражаетъ содержаніе ея въ употребленныхъ газахъ.

Газовый колоколь въ дѣйствительности 114,5 литровъ, но какъ температура этого колокола, по близости отъ печи, среднимъ числомъ было 28°, то заключенному газу — при 0°, при 760 сент. стоянія барометра и при степени влажности, соотвѣтствующей 28°, — соотвѣтствуютъ 100 литровъ сухаго газа.

Сто литровъ воздуха состоятъ изъ 79,04 азота и 20,96 кислорода. Послѣдніе даютъ 41,92 литровъ окиси углерода, слѣдовательно образующіися газъ содержитъ:

$$\begin{array}{r}
 41,92 \text{ окиси углерода} = 34,656 \\
 79,04 \text{ азота} = 65,344 \\
 \hline
 120,96 \text{ литровъ} \qquad \qquad 100,000 \text{ литровъ.}
 \end{array}$$

Въ концѣ опытовъ Шинцъ вводилъ въ колоколъ 35 литровъ чистой окиси углерода, такъ что въ этомъ случаѣ составъ газовъ былъ

$$\begin{array}{r}
 35,00 \text{ литровъ} \\
 41,92 \text{ —} \\
 79,04 \text{ —} \\
 \hline
 155,96
 \end{array}
 \left\{
 \begin{array}{l}
 76,92 \text{ литр. CO} = 49,32 \\
 79,04 \text{ — N} = 50,68 \\
 \hline
 100,00
 \end{array}
 \right.$$

Въ таблицу еще введенъ столбецъ, который показываетъ количество отдѣляющагося въ часъ кислорода изъ 100 частей его.

Температура въ возстановительной трубкѣ замѣчалась каждые $\frac{1}{4}$ часа и по истеченіи 3-хъ часовъ выводилась средняя. Этотъ выводъ средней температуры необходимъ былъ для болѣе нагляднаго объясненія предмета, хотя онъ не совсѣмъ рационаленъ, такъ какъ первыя числа наблюденій могли быть очень низки, а послѣднія слишкомъ высоки; но тѣмъ не менѣе Шинцъ принимаетъ среднюю температуру при дальнѣйшихъ заключеніяхъ относительно полученныхъ результатовъ.

Редуктометрическія опредѣленія.

Не смотря на значительную затрату времени и труда, посвященныхъ для опредѣленія возстановленія, изслѣдованія этого рода оставляютъ за собой еще многое, требующее дальнѣйшей разработки.

Главнѣйшее затрудненіе заключается въ томъ, что испытываемая руда неравнобѣрно возстановляется и что

постепенно возрастающія температуры не всегда одинаковы при различныхъ опытахъ; также, что невозможно въ продолженіи часа поддерживать одну и ту же температуру.

Все, что редуктометръ долженъ обнаружить при опредѣленіи возстановленія, это:

- a) вліяніе температуры
- b) количество газовъ въ единицу времени
- c) содержаніе въ газахъ окиси углерода
- d) время
- e) качество рудъ
- f) обуглероживаніе желѣза.

Въ первой таблицѣ показанъ химическій составъ испытанныхъ рудъ, въ слѣдующей за ней— всѣ опыты въ хронологическомъ порядкѣ. Потомъ идутъ таблицы опытовъ отдѣльно для каждой руды съ показаніемъ границъ, температуры, бывшей при опытѣ, причемъ малая температура соотвѣтствуетъ началу, а высокое —концу опытовъ.

(См. табл.).

Результаты опредѣленій степени возстановленія.

a) *Вліяніе температуры.*

Вообще оказывается, что возстановленіе бываетъ несравненно слабѣе при низкихъ температурахъ нежели при высокихъ и что послѣ выдѣленія части кислорода изъ рудъ, остальной кислородъ удерживается массою въ болѣе сильной степени, чѣмъ первые атомы его.

Слѣдующее сопоставленіе показываетъ это измѣненіе яснѣе:

Руда № VIII.

№ опыта.	Поглощеніе въ часъ.	Температура.
21	1,60	421°
22	2,55	546° до 621°
23	2,70	823° « 864°
24	4,45	884°

Составъ испытанныхъ рудъ.

Табл. I.

Къ стр. 42.

Обозначеніе рудъ.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Окиси желѣза	58,274	51,799	30,797	46,170	35,46	0,000
Закиси желѣза	—	4,492	3,023	—	—	52,036
Закиси марганца	—	—	—	7,116	0,84	3,919
Кремнезема	21,865	10,771	21,308	22,907	49,36	0,650
Глинозема	12,973	11,168	18,383	9,563	9,43	1,437
Извести	0,666	6,537	4,243	1,393	1,10	0,602
Магнезиі	0,430	1,273	—	1,035	0,17	4,651
Натра	—	1,421	4,496	0,220	0,47	0,177
Кали	—		—	0,187		—
Сѣрной кислоты	—	0,377	0,285	—	—	—
Фосфорной кислоты	2,11	2,124	0,930	0,683	0,06	—
Углекислоты	—	5,737	5,077	—	—	32,490
Воды	3,682	4,301	11,013	10,721	3,11	4,038
Потери	—	—	0,445	—	—	—
	100	100	100	100	100	100
Кислорода въ окислахъ желѣза и марганца на 100 ч. ихъ .	30,0	29,38	29,29	30,05	30,01	22,244
	VII.	VIII.	XI.	X.	XI.	XII.
Окиси желѣза	60,493	77,360	—	44,44	100	80
Закиси желѣза	—	—	—	—	—	—
Закиси марганца	—	—	—	—	—	—
Кремнезема	21,902	8,081	—	—	—	20
Глинозема	8,182	2,841	—	—	—	—
Извести	1,070	0,569	—	44,44	—	—
Магнезиі	1,742	0,585	—	—	—	—
Натра	0,647	0,331	—	угля	—	—
Кали	0,307		—	11,12	—	—
Сѣрной кислоты	—	—	—	—	—	—
Фосфорной кислоты	3,153	—	—	—	—	—
Углекислоты	—	—	—	—	—	—
Воды	2,504	10,233	—	—	—	—
	100	100	—	100	100	100
Кислорода въ окислахъ желѣза и марганца на 100 ч. ихъ .	30,0	30,00	—	30,00	30,00	30,00

Рядъ опытовъ. №	Номеръ руды.	Расходуеть газъ. литровъ.	Процентъ въ газакъ. СО.	Время		Выдѣляемый кислородъ.				Средняя температура.	Рядъ опытовъ. №	Номеръ руды.	Расходуеть газъ. литровъ.	Процентъ въ газакъ. СО.	Время		Выдѣляемый кислородъ.				Средняя температура.
				продолженія опыта.		Процентъ изъ употреблен. окисловъ.	На 100 грам. руды грам. кислорода.	Изъ 100 кислорода процентъ его.	Изъ 100 кислорода въ часъ.						продолженія опыта.		Процентъ изъ употреблен. окисловъ.	На 100 грам. руды грам. кислорода.	Изъ 100 кислорода процентъ его.	Изъ 100 кислорода въ часъ.	
				час.	мин.										час.	мин.					
1	I сырая	26,6	34,65	3	45	4,367	1,606	14,557	3,88	609	38	III возе. 37	33,33	34,65	4	—	9,2071	4,820	31,434	7,86	866
2	III сыр.	26,6	34,65	3	45	2,921	1,529	9,631	2,57	609	39	IV сыр.	33,33	34,65	9	—	7,431	3,911	24,729	2,75	623
3	VII сыр.	26,6	34,65	3	45	3,699	1,349	12,330	3,29	609	40	IV возе. 39	33,33	34,65	6	—	14,5612	7,644	48,456	8,07	802
4	I возе. 1	32	34,65	6	15	0,639	0,235	2,130	0,34	632	41	V сырая	33,33	34,65	9	—	6,8508	4,152	22,828	2,53	605
5	III возе. 2	32	34,65	6	15	2,660	1,393	9,082	1,45	632	42	V возе. 41	33,33	34,65	6	—	9,0170	5,461	30,465	5,08	782
6	VII возе. 3	32	34,65	6	15	3,341	1,219	11,137	1,78	632	43	IV возе. 40	33,33	34,65	9	—	5,3038	2,734	17,650	1,96	736
7	I возе. 4	33	34,65	9	—	7,1575	2,631	23,858	2,65	750	44	VI сыр.	33,33	34,65	6	—	15,7514	8,119	70,812	11,80	735
8	III возе. 5	33	34,65	9	—	5,3024	2,776	18,103	2,01	750	45	VI сыр.	33,33	34,65	4	—	22,244	11,455	100,00	25,00	862
9	VII возе. 6	33	34,65	9	—	9,6355	3,517	32,118	3,56	750	46	XI сыр.	33,33	34,65	9	—	0	0	0	0	404
10	I сыр.	39	34,65	7	30	7,260	2,669	24,200	4,68	749	47	XII сыр.	33,33	34,65	9	—	6,5244	10,874	21,748	2,41	535
11	III сыр.	39	34,65	7	30	6,322	3,310	21,584	4,18	749	48	XI возе. 46	33,33	34,65	9	—	7,7879	7,7879	25,960	2,88	535
12	VI сыр.	39	34,65	7	30	0,1826	0,096	0,8209	0,16	749	49	XII возе. 47	33,33	34,65	9	—	2,4122	4,020	8,047	0,89	781
13	II сыр.	36	34,65	5	28	1,7547	0,844	5,972	1,09	622	50	XI возе. 48	33,33	34,65	9	—	6,8240	6,8240	22,743	2,53	781
14	IV сыр.	36	34,65	5	28	2,8535	1,502	9,496	1,74	622	51	XII возе. 49	33,33	34,65	9	—	1,490	2,483	4,967	0,55	781
15	V сыр.	36	34,65	5	28	0,363	0,220	1,209	0,22	622	52	I сыр.	33,33	34,65	9	—	6,3173	3,066	21,502	2,39	542
16	II возе. 13	38	34,65	7	55	12,0428	5,789	40,989	5,18	800	53	II возе. 52	33,33	34,65	9	—	18,6683	8,975	63,541	7,06	794
17	IV возе. 14	38	34,65	7	55	10,7122	5,638	35,648	4,50	800	54	XI сыр.	33,33	57,0	6	—	11,8904	11,8904	39,634	6,60	629
18	V возе. 15	38	34,65	7	55	12,792	7,753	42,626	5,38	800	55	XI возе. 54	33,33	61,0	6	—	2,0003	2,0003	6,667	1,11	787
19	VIII сыр.	25	34,65	8	—	9,102	3,216	30,340	3,79	786	56	XI сыр.	33,33	100,0	3	—	9,3810	9,3810	31,270	10,42	755
20	XI сырая	25	34,65	8	—	7,7248	7,7248	25,749	3,22	786	57	VIII сыр.	33,33	49,32	6	—	4,3729	1,545	14,576	2,13	785
21	VIII сыр.	25	34,65	4	—	1,9385	0,685	6,462	1,60	421	58	VIII возе. 57	33,33	49,32	6	—	17,2214	6,085	44,071	7,34	896
22	VIII возе. 21	25	34,65	6	—	4,5881	1,617	15,294	2,55	584	59										
23	VIII возе. 22	25	34,65	8	—	6,4934	2,294	21,645	2,70	842	60	VIII сыр.	33,33	49,32	6	—	6,390	2,258	21,300	3,55	791
24	VIII возе. 23	25	34,65	4	—	5,3422	1,888	17,807	4,45	884	61	VIII сыр.	33,33	49,32	6	—	5,9018	2,085	19,673	3,28	679
25	X сыр.	25	34,65	4	—	12,3620	12,3620	41,207	10,30	884	62	VIII возе. 61	33,33	49,32	3	—	20,0749	7,058	66,916	22,30	898
26	VIII сыр.	25	34,65	9	—	12,8421	4,538	42,807	4,75	830	63	VIII возе. 60	33,33	49,32	3	—	18,5398	6,551	61,799	20,59	982
27	VIII сыр.	46,6	34,65	9	—	15,1704	5,361	50,568	5,62	759	64	VIII сыр.	33,33	49,32	6	—	5,964	2,107	19,880	3,31	546
28	VIII возе. 27	50	34,65	4	—	3,1511	1,113	10,504	2,62	900	65	VIII сыр.	33,33	49,32	3	—	7,7171	2,727	25,724	8,57	663
29	VIII сыр.	33,33	34,65	9	—	12,0156	4,246	40,052	4,45	666	66	VIII возе. 64	33,33	49,32	3	—	12,2667	4,335	40,881	13,63	817
30	VIII возе. 29	33,33	34,65	9	—	9,6289	3,402	32,096	3,56	868	67	X сыр.	33,33	49,32	6	—	26,2161	52,432	87,387	14,57	676
31	VII сыр.	33,33	34,65	9	—	15,6593	5,715	52,198	5,80	648	68	XI сыр.	33,33	49,32	6	—	10,7865	10,7825	35,942	5,99	736
32	II сыр.	33,33	34,65	4	30	4,7958	2,306	16,323	3,62	513	69	XI возе. 68	33,33	49,32	3	—	3,7087	3,7087	12,362	4,12	907
33	XI сыр.	33,33	34,65	6	—	7,7388	7,7388	25,796	4,30	561	70	VII сыр.	33,33	49,32	6	—	7,8498	2,774	26,166	4,36	765
34	XI возе. 33	33,33	34,65	9	—	12,362	12,362	41,207	4,58	745	71	VI сыр.	33,33	49,32	9	—	0	0	0	0	761
35	X сыр.	33,33	34,65	9	—	18,1166	9,0583	60,388	6,71	591											
36	III сыр.	33,33	34,65	9	—	10,5204	5,508	35,918	4,00	591											
37	III возе. 36	33,33	34,65	9	—	0,693	0,363	2,366	0,26	742											

Руда № I.

Красный желѣзнякъ изъ Пассау. Относ. вѣсъ = 4,283.

Рядъ опытовъ. №	Время продолженія опыта.		Газъ въ часть литры.	Содержа- нiе газовъ % СО.	Температура Градусы.	Выдѣляемый кисло- родъ.	
	Часы.	Минуты.				Всего %	Въ часть %
3	1	45	26,6	34,65	609	14,557	3,88
4	6	15	32	34,65	597 и 667	2,130	0,34
7	9	—	33	34,65	730 и 771	23,858	2,65
	19	—				40,545	2,13
10	7	30	39	34,65	707 и 793	24,200	4,68

Руда № II.

Бурый желѣзнякъ изъ Nayange. От. вѣсъ = 3,3589.

Рядъ опытовъ. №	Время продолженія опыта.		Газъ въ часть литры.	Содержа- нiе газовъ % СО.	Температура Градусы.	Выдѣляемый кисло- родъ.	
	Часы.	Минуты.				Всего %	Въ часть %
13	5	28	36	34,65	614 и 630	5,972	1,09
16	7	55	38	34,65	785 и 819	40,989	5,18
	13	23				14,961	3,51
32	9	—	33,33	34,65	608 и 827	19,911	2,21
32 bis.	4	30	33,33	34,65	571 и 456	16,323	3,62
	13	30				36,234	2,68
52	9	—	33,33	34,65	530 и 549	21,502	2,39
53	9	—	33,33	34,65	723 и 877	63,541	7,06
	18	—				85,043	4,72

Руда № III.

Бобковая руда изъ Неубурга. Относ. вѣсъ = 3,655.

Рядъ опытовъ. №	Время продолженія опыта.		Газъ въ часть литры.	Содержа- нiе газовъ % СО.	Температура Градусы.	Выдѣляемый кисло- родъ.	
	Часы.	Минуты.				Всего %	Въ часть %
2	3	45	26,6	34,65	609	9,631	2,57
5	6	15	32	34,65	597 и 667	9,082	1,45
8	9	—	33	34,65	730 и 771	18,103	2,01
	19	—				36,816	1,99
11	7	30	39	34,65	707 и 793	21,584	4,18
36	9	—	33,33	34,65	454 и 635	35,918	4,00
37	9	—	33,33	34,65	698 и 842	2,366	0,26
38	4	—	33,33	34,65	865 и 867	31,434	7,86
	22	—				69,718	6,17

Руда № IV.

Бурый желѣзнякъ изъ Пассау. Относ. вѣсъ = 3,6409.

Рядъ опытовъ. №	Время продолженія опыта.		Газъ въ часть литры.	Содержа- нiе газовъ % СО.	Температура Градусы.	Выдѣляемый кисло- родъ.	
	Часы.	Минуты.				Всего %	Въ часть %
14	5	28	36	34,65	614 и 630	9,496	1,74
17	7	55	38	34,65	785 и 819	35,648	4,50
	13	23				45,144	3,37
39	9	—	33,33	34,65	513 и 737	24,729	2,75
40	6	—	33,33	34,65	729 и 874	48,456	8,07
43	9	—	33,33	34,65	701 и 792	17,650	1,69
	24	—				90,835	3,75

Руда № V.

Бобковая руда изъ Моршвейлера. Относ. вѣсъ = 3,1570.

Рядъ опытовъ. №	Время продолженія опыта.		Газъ въ часть литры.	Содержа- нiе газовъ % СО.	Температура Градусы.	Выдѣляемый кисло- родъ.	
	Часы.	Минуты.				Всего %	Въ часть %
15	5	28	36	34,65	614 и 630	4,209	0,22
18	7	55	38	34,65	785 и 819	42,626	5,38
	13	23				43,835	3,27
41	9	—	33,33	34,65	497 и 701	22,838	2,53
42	6	—	33,33	34,65	692 и 871	30,465	5,08
	15	—				53,293	3,55

Руда № VI.

Шпатоватый желѣзнякъ изъ Зигена. От. вѣсъ = 3,7159.

Рядъ опытовъ. №	Время продолженія опыта.		Газъ въ часть литры.	Содержа- нiе газовъ % СО.	Температура Градусы.	Выдѣляемый кисло- родъ.	
	Часы.	Минуты.				Всего %	Въ часть %
12	7	30	39	34,65	707 и 793	0,8209	0,16
44	6	—	33,33	34,65	610 и 829	70,812	11,80
45	4	—	33,33	34,65	840 и 882	100	25
71	9	—	33,33	34,65	729 и 792	0	0

Руда № VII.

Оолитъ изъ Намюра. Относ. вѣсъ = 5,2316.

Рядъ опытовъ. №	Время продолженія опыта.		Газъ въ часть литры.	Содержа- нiе газовъ % СО.	Температура Градусы.	Выдѣляемый кисло- родъ.	
	Часы.	Минуты.				Всего %	Въ часть %
3	3	45	26,6	34,65	609	12,33	3,29
6	6	15	32	34,65	597 и 667	11,137	1,78
9	9	—	33	34,65	730 и 771	32,118	3,56
	19	—				55,585	2,93
31	9	—	33,33	34,65	461 и 830	52,198	5,80
70	6	—	33,33	49,32	580, 829, 885	26,166	4,36

Руда № VIII.

Красный желѣзнякъ изъ Дилленбурга. От. вѣсъ = 5,4072.

Рядъ опытовъ. №	Время продолженія опыта.		Газъ въ часть литры.	Содержа- нiе газовъ % СО.	Температура Градусы.	Выдѣляемый кисло- родъ.	
	Часы.	Минуты.				Всего %	Въ часть %
19	8	—	25	34,65	654 и 809	30,340	3,79
21	4	—	25	34,65	421	6,462	1,60
22	6	—	25	34,65	546 и 621	15,294	2,55
23	8	—	25	34,65	823 и 861	21,645	2,70
24	4	—	25	34,65	884	17,807	4,45
	22	—				61,208	2,78
26	9	—	25	34,65	720 и 897	42,807	4,75
27	9	—	46,6	34,65	499 и 819	50,568	5,62
28	4	—	50	34,65	883 и 910	10,504	2,62
	13	—				60,072	4,62
29	9	—	33,33	34,65	473 и 825	40,052	4,45
30	9	—	33,33	34,65	842 и 897	32,096	3,56
	18	—				72,148	4,01
57	6	—	33,33	49,32	554 и 562	14,576	2,43
58	6	—	33,33	49,32	791 и 799	44,071	7,34
	12	—				58,647	4,88
60	6	15	33,33	49,32	753 и 828	21,300	3,55
63	3	—	33,33	49,32	928 и 1041	61,709	20,59
	9	15				83,099	9,68
61	6	—	33,33	49,32	571 и 787	19,673	3,28
62	3	—	33,33	49,32	898	66,916	22,30
	9	—				86,589	9,62
64	6	—	33,33	49,32	484 и 609	19,880	3,31
66	3	—	33,33	49,32	817	40,818	13,63
	9	—				60,761	6,75
65	3	—	33,33	49,32	663	25,724	8,57
65 bis.	3	—	33,33	49,32	898 и 976	27,992	9,33
	6	—				53,716	8,95

Руда № X.

Искусственная руда.
100 желѣзной окиси, 100 извести, 25 угля

Рядъ опытовъ. №	Время продолженія опыта.		Газъ въ часть литры.	Содержа- нiе газовъ % СО.	Температура Градусы.	Выдѣляемый кисло- родъ.	
	Часы.	Минуты.				Всего %	Въ часть %
25	4	—	25	34,65	884	44,207	10,30
35	9	—	33,33	34,65	458 и 719	60,388	6,71
67	6	—	33,33	49,32	583 и 792	87,387	14,57

Руда № XI.

Искусственная руда. Шарикъ чистой окиси желѣза.

Рядъ опытовъ. №	Время продолженія опыта.		Газъ въ часть литры.	Содержа- нiе газовъ % СО.	Температура Градусы.	Выдѣляемый кисло- родъ.	
	Часы.	Минуты.				Всего %	Въ часть %
20	8	—	25	34,56	654 и 809	25,749	3,22
33	6	—	33,33	34,56	503 и 619	25,796	4,30
	9	—				674 и 808	41,207
46	15	—	33,33	34,56	447 и 398	67,003	4,46
	9	—				0	0
48	9	—	33,33	34,56	517 и 547	29,960	2,68
50	9	—	33,33	34,56	780 и 786	22,743	2,53
	18	—				48,703	2,71
54	6	—	33,33	57	569 и 687	39,634	6,60
55	6	—	33,33	61	765 и 809	6,667	1,11
	12	—				46,301	3,86
56	3	—	33,33	100	755	31,270	10,42
68	6	—	33,33	49,32	571 и 871	35,942	5,99
	3	—				49,32	12,392	4,12
69	3	—	33,33	49,32	907	48,304	5,37
	9	—					

Руда № XII.

Искусственная руда.
20 кремнезема
80 чистой окиси желѣза } шарикъ.

Рядъ опытовъ. №	Время продолженія опыта.		Газъ въ часть литры.	Содержа- нiе газовъ % СО.	Температура Градусы.	Выдѣляемый кисло- родъ.	
	Часы.	Минуты.				Всего %	Въ часть %
51	9	—	33,33	34,65	447 и 398	0	0
47	9	—	33,33	34,65	447, 542 и 547	21,748	2,41
	9	—				8,047	0,89
49	9	—	33,33	34,65	781 и 780	31,795	1,76
	27	—					

b) *Количество газа въ единицу времени.*

При опытѣ № 26 расходъ газа въ часъ былъ 25 литровъ, температура отъ 720° до 897° и часовое поглощеніе кислорода = 4,75%.

При опредѣленіи же № 27, часовой расходъ газа былъ 46,6 литровъ, температура 499° до 819° и поглощеніе кислорода въ часъ = 5,62%.

Такимъ образомъ, не смотря на то что при опытѣ № 27 температура была далеко неблагопріятнѣе для возстановленія, все-таки, вслѣдствіе большого количества газа, поглощеніе оказалось значительнѣе.

c) *Содержаніе окиси углерода въ газахъ.*

Если увеличеніе количества газовъ благопріятствуетъ уже возстановленію, то увеличеніе содержанія въ газахъ окиси углерода должно оказывать еще большее вліяніе, что вполне подтверждается опытами.

Приводимъ здѣсь данныя опредѣленій съ рудою № VIII отъ 19 до 30 и таковыя же отъ № 57 до 65, изъ которыхъ имѣемъ:

Часы.	Газъ въ часъ.	Содержаніе CO.	Темпер.	Поглощеніе.
			654	
8	25	34,65	809	30,340
			421	
22	25	34,65	884	61,208
			720	
9	25	34,65	897	42,807
			499	
13	48,3	34,65	819	60,072
			472	
18	33,3	34,65	897	72,148
<u>70</u>	<u>156,6</u>		<u>7072</u>	<u>266,575</u>
70	5		10	70

Среднее				
1	31,3		707,2	3,808
Часы. Газъ въ часъ. Содержаніе СО. Темпер. Поглощеніе.				
			554	
18	33,33	49,32	799	58,647
			753	
9 ¹ / ₄	33,33	49,32	1041	83,099
			571	
9	33,33	49,32	898	86,589
			484	
9	33,33	49,32	817	60,761
			663	
6	33,33	49,32	976	53,717
<hr/>	<hr/>		<hr/>	<hr/>
45	166,65		7556	342,812
<hr/>	<hr/>		<hr/>	<hr/>
45	5		10	45
				Среднее
1	33,33		755,6	7,618

Такимъ образомъ, мы видимъ что при содержаніи въ газахъ окиси углерода 49,32^o/_o, возстановленіе въ часъ вдвое болѣе чѣмъ при 34,65 процентномъ содержаніи газовъ, хотя при первыхъ опытахъ температура была только на 48^o ниже и абсолютное количество газа на 2^o/_o менѣе.

Эти опыты оправдываютъ предположеніе, что при содержаніи въ газахъ окиси углерода до 51^o/_o,—какъ далѣе и будетъ показано,—возстановленіе можетъ быть удвоено въ единицу времени, или, что одно и тоже, печь будетъ перерабатывать въ теченіи часа столько же руды, сколько перерабатывается при настоящемъ производствѣ въ продолженіи двухъ часовъ.

d) Вліяніе времени.

Это вліяніе обнаруживается при всѣхъ опытахъ; впрочемъ это не новость, хотя не менѣе важно, что успѣхъ современ-

наго доменнаго производства обязанъ большею частью правильному опредѣленію времени, необходимаго для возстановленія рудъ.

е) *Качество рудъ.*

Руды I, III и VII, красный желѣзнякъ, бобковая руда и оолитъ съ содержаніемъ окиси желѣза въ 58, 30,8 и 60,5%, были при опытахъ 1 до 9 подвергнуты дѣйствию струи газовъ въ теченіи $3\frac{3}{4}$, 6 и потомъ 9 часовъ при температурѣ отъ 609° до 771°; при этомъ все количество поглощеннаго кислорода на 100 граммовъ руды было: 4,472%, 5,698% и 6,085%. Относительный вѣсъ этихъ рудъ былъ: 4,2, 3,6 и 5,2. Отсюда оказывается, что независимо отъ содержанія желѣза, еще относительный вѣсъ рудъ находится въ извѣстномъ отношеніи къ возстановленію и что поѣтому отношеніе каждой руды должно быть опредѣлено особеннымъ для нея изслѣдованіемъ.

Коэффициенты возстановленія по объему для этихъ трехъ рудъ были: 40,5, 36,8 и 55, , что соотвѣтствуетъ отношенію 1,10, 1.00 и 1,51.

Это показываетъ, что болѣе богатая и плотная руды даютъ при всѣхъ обстоятельствахъ благопріятнѣйшіе коэффициенты, что между прочимъ особенно важно, такъ какъ оно уясняетъ, что богатая руды могутъ скорѣе возстановляться, если сокращеніе времени будетъ замѣнено богатствомъ газовъ.

г) *Обуглероживаніе желѣза.*

Результаты, полученные посредствомъ разложеній, весьма различны, какъ это видно изъ слѣдующихъ данныхъ

Руда № II опыт № 53 дали			
—	IV	—	40 —
—	VI	—	44 —
—	VIII	—	23 —
—	—	—	24 —
—	и	—	26 —
на 100	возстановлен.	Fe	= 0,2377 углерода
«	—	—	= 0,2325 —
«	—	—	= 0,5499 —
«	—	—	= 0,4902 —
«	—	—	= 0,2481 —
«	—	—	= 0,3295 —

Руда № VIII опыт № 27 дали			
—	—	—	28 —
—	—	—	30 —
—	—	—	63 —
—	XI	—	50 —
на 100	возстановленного	железа	= 0,2005
«	—	—	= 0,5395
«	—	—	= 0,8093
«	—	—	= 2,1957
«	—	—	= 4,0549

Эти опредѣленія указываютъ, что обуглероживаніе желѣза начинается по мѣрѣ того, какъ образуется металлическое желѣзо и что по окончаніи возстановленія окись углерода передаетъ желѣзу тѣмъ болѣе углерода, чѣмъ богаче газы содержаніемъ ея, какъ мы это видимъ въ опытѣ № 63.

Что для обуглероживанія желѣза нѣтъ никакой необходимости въ высокой температурѣ, это усматривается изъ опыта № 50, гдѣ значительное обуглероживаніе имѣло мѣсто при 780° до 786°, тогда какъ еще половина желѣза не была возстановлена.

О ВЫДѢЛКѢ ЖЕЛѢЗА ВЪ КОНТУАЗСКИХЪ ГОРНАХЪ ИЗЪ ТЯЖЕЛОВѢСНЫХЪ ПРИПАСОВЪ ВЪ ДОБРЯНСКОМЪ ЗАВОДѢ.

Въ 1-й и 2-й книжкахъ «Горнаго Журнала» за 1867 годъ г. Латынинъ помѣстилъ довольно большую статью о выдѣлкѣ желѣза изъ тяжеловѣсныхъ припасовъ въ контуазскихъ горнахъ казеннаго Нижнетуринаскаго завода. По выводамъ автора, какъ кажется руководителя кричныхъ работъ въ Нижнетуринаскомъ заводѣ, операція эта, хотя и не слишкомъ выгодна, но представляетъ пока единственное средство дать ходъ залежавшемуся матеріалу и тѣмъ избавить его отъ возвышенія въ цѣнѣ чрезъ ежегодное наростаніе процентовъ на задолженный капиталъ. По этой причинѣ передѣлъ тяжеловѣсныхъ чугунныхъ припасовъ, въ видѣ забракованныхъ пушекъ катальныхъ валовъ и проч. принялъ въ Нижнетуринаскомъ заводѣ видъ валоваго производства, т. е. занялъ почти всѣ кричнорабочія руки и почти всѣ контуазскіе горна. Передѣлавъ этого чугуна до 85,000 пудъ ¹⁾, г. Латынинъ посовѣтовалъ поступить къ тому же и тѣмъ заводамъ, которые имѣютъ у себя непроизводительно задолженный капиталъ въ видѣ залежавшихся тяжеловѣсныхъ чугунныхъ припасовъ. Добрянскій заводъ граф. Строгановой не оставилъ воспользоваться этимъ совѣтомъ г. Латынина, хотя въ статьѣ его о передѣлѣ тяжеловѣснаго чугуна и встрѣчаются недостаточно ясныя описанія.

Такимъ образомъ оставшіеся безъ употребленія негодные катальные валы всего вѣсомъ до 3000 пуд. были пущены въ передѣлъ на желѣзо контуазскимъ способомъ, на одномъ крытомъ горнѣ, потому что открытыхъ, какіе

¹⁾ Г. Ж. 1867 г. № 2-й стр. 247-я.

существуютъ въ Нижнетуринскомъ и Ижевскомъ и другихъ казенныхъ заводахъ, въ Добрянскомъ нѣтъ съ самаго введенія тамъ контуазскаго способа выдѣлки желѣза.

Хотя въ Нижнетуринскомъ заводѣ найдено было, что крытые горна по своей конструкціи рѣшительно не допускаютъ работы тяжеловѣснымъ чугуномъ ¹⁾, однако добрянскіе контуазскіе горна не представили къ тому никакихъ препятствій. Фиг. 1 черт. II. изображаетъ лицевой видъ горна, а фиг. 2 боковой съ противофурменной стороны, съ которой и было приспособлено наивозможно простѣйшимъ образомъ надвиганіе въ горнъ перерабатываемаго тяжеловѣснаго чугуна. Отверстіе *a*, сдѣланное для экономіи чугуна, въ горновой чугунной одеждѣ, какъ разъ послужило для этой цѣли: кирпичная стѣнка была разобрана, а обыкновенныя двѣ противофурменные доски были замѣнены одною цѣльною съ круглымъ отверстіемъ, фиг. 3, равнымъ наибольшему діаметру катальныхъ валовъ, назначенныхъ въ передѣлѣ. Доска эта могла бы быть сдѣлана точно такую же, какую употреблялъ и г. Латынинъ, т. е. въ видѣ только нижней противофурменной съ полукруглою выемкой, но какъ верхняя противофурменная доска служитъ главнымъ образомъ для сбереженія угля, предохраняя его отъ разсыпанія, то она изъ обыкновеннаго состава крытаго контуазскаго горна и не была исключена, а для прочности составляла одно цѣлое съ нижнею противофурменною. Для удобнѣйшаго поворачиванія закладываемаго въ горнѣ чугуннаго вала, тѣмъ или другимъ бокомъ передъ фурмой, былъ сдѣланъ ключъ ф. 4, на что употребленъ былъ обыкновенный рабочій ломъ. Когда валъ настолько уже былъ переработанъ, что остатокъ его уходилъ за горновую стѣнку и тѣмъ открывалъ доступъ въ горнѣ холодному воздуху, тогда от-

¹⁾ Г. Ж. № 2-й стр. 244.

верстие *а* прикрывалось заслонкой *б*, сдѣланною изъ бракованнаго посуднаго желѣза. Вотъ все, что оказалось нужнымъ сдѣлать съ возможно большею экономіею для передѣла тяжеловѣснаго чугуна.

Наконецъ, для вспомошествованія рабочимъ на описываемомъ горнѣ, когда было нужно надвигать перерабатываемый валь, приходили свободные рабочіе съ сосѣднихъ огней, чѣмъ устранялась надобность занимать особыхъ поденныхъ рабочихъ, какъ это было сдѣлано въ Нижне-туринскомъ заводѣ. А какъ переработка тяжеловѣснаго чугуна была приспособлена только на одномъ контуазскомъ горнѣ, то рабочіе для облегченія смѣнялись послѣ каждой седмицы.

Чтоже касается собственно установка контуазскаго горна, то я не буду входить въ подробности объ этомъ предметѣ, такъ какъ этотъ установъ не можетъ служить, по моему мнѣнію, образцомъ для другихъ заводовъ; каждый заводъ долженъ руководствоваться своими размѣрами относительно наклона фурмы, высота ее въ горнѣ, глубины горна и проч., собираясь главнѣйшимъ образомъ съ свойствами передѣлываемаго чугуна. Я не буду также входить въ подробности относительно различныхъ приемовъ кричной операціи; все это было описано подробно въ послѣднее время въ «Горномъ Журналѣ»; тѣмъ болѣе еще, что установъ горновъ и самыя приемы мало разнятся на всѣхъ почти заводахъ, гдѣ существуетъ контуазскій способъ, или по крайней мѣрѣ, гдѣ довелось мнѣ это видѣть; а если и оказывается разность, то преимущественно въ успѣхѣ работы, зависящей отъ качества чугуна, угля, и болѣе или менѣе строгаго и внимательнаго надзора за производствомъ.

И такъ первоначальный опытъ надъ передѣломъ тяжеловѣснаго чугуна въ видѣ катальныхъ валовъ произведенъ былъ въ Добрянскомъ заводѣ на обыкновенномъ общепринятомъ установѣ контуазскаго горна, очень схожимъ

съ установомъ, употребляемымъ въ Нижпетуринскомъ, Ижевскомъ и другихъ заводахъ, за исключеніемъ того только, что вмѣсто двухъ фурмъ здѣсь дѣйствовала одна. Успѣхъ работы на первый разъ былъ далеко не блестящій ¹⁾; причиною тому были замедленія, происходившія отъ криць *самосадокъ*, которыя неизмѣнно оказывались въ каждой операціи и иногда столь значительныя по величинѣ, что при сворачиваніи ихъ ломомъ происходило измѣненіе въ установѣ фурмы. Конечно, эти крицы-самосадки, или иначе полукрицы, своевременно удалялись изъ горна до тѣхъ поръ, пока *горбъ* крицы не оказывался спѣлымъ, т. е. обезуглероженнымъ до требуемой степени, и сохранялись въ чугунонагрѣвательномъ отдѣленіи печи, при кричномъ горнѣ; слѣдовательно онѣ имѣли постоянно краснокальный нагрѣвъ и не требовали лишней траты горючаго, при присаживаніи для окончательнаго пережиганія на настоящей крицѣ; но все-таки такая излишняя работа мало содѣйствовала достиженію нормальнаго употребленія времени, угля и самой доброкачественности желѣза. Каждая операція изобиловала шлаками дурнаго качества: густыми, бѣлоцвѣтными, т. е. съ большимъ содержаніемъ окисленнаго желѣза; крицы выходили большею частію, что называется, *прѣлыми*. Желѣзо же имѣло крупнозернистый блестящій изломъ, а самыя зерна часто были въ видѣ продолговатыхъ, подходящихъ къ четырехгранной формѣ призмъ или просто похожіе на наслоніе тонкихъ блестящихъ пластинокъ, ограниченныхъ нѣсколько подобно первоначальной формѣ.

Такое сложеніе составляетъ, какъ извѣстно, явный признакъ недоброкачественнаго желѣза, и того что оно, во

¹⁾ Надобно замѣтить при этомъ, что чугунъ въ валахъ былъ сплошь Билимбаевского завода, имѣющій небольшую примѣсь фосфора.

время операціи, претерпѣвало излишнее дѣйствіе высокой температуры подѣ струею вдуваемаго воздуха. Недѣльный результатъ передѣла былъ слѣдующій:

Изъ 1 пуда чугуна выковано желѣза
кубовой болванки 28,60 Ф.

На 1 коробъ въ 6 куб. арш. выков.
желѣза 7,98 пуд.

Въ недѣлю на мастер. отъ 94 до 121
средн. 103,07 пуд.

Эти результаты въ сравненіи съ выводами г. Латынина, хотя и болѣе выгодные, но они, по выходу изъ чугуна, ниже на цѣлыя 10% результатовъ, получаемыхъ въ Добрянскомъ заводѣ при работѣ штыковымъ чугуномъ на тѣхъ же горнахъ, крытыхъ и съ горячимъ дутьемъ; а потому въ описанномъ положеніи передѣлъ тяжеловѣснаго чугуна оставить было нельзя. Кромѣ того, какъ выше было сказано, почти каждая операція сопровождалась крицами-самосадками, поглощавшими лишнее время и уголь; стало быть, прежде всего, требовалось устраненіе этихъ неправильностей. Для этого на первый разъ была измѣнена только глубина горна, а чугунъ перерабатываемаго вала смѣшивался въ горнѣ съ чугуномъ противоположныхъ качествъ, т. е. къ чугуну изъ вала бѣлому, твердому, имѣющему свойство скоро обезуглероживаться примѣшивалась на крицу до $\frac{1}{3}$ части хорошаго сѣраго мягкаго чугуна съ противоположными свойствами ¹⁾. Крицы-самосадки стали случаться рѣже и въ меньшемъ объемѣ, слѣдовательно тратилось менѣе времени и угля, а главное желѣзо получило болѣе высокую доброкачественность; но все-таки изломъ его былъ не всегда однородный, между обыкновеннымъ хорошимъ зернистымъ сложеніемъ являлось

¹⁾ Выплавки Кувинскаго завода, имѣютъ небольшую примѣсь марганца.

иногда сложеніе предыдущаго передѣла. Недѣльный результатъ былъ слѣдующій:

Изъ пуда чугуна выковано болванки на шинное желѣзо ¹⁾ , 30 ф.

На 1 коробъ угля въ 6 куб. аршинъ 8,01 пуд.

Въ недѣлю на мастера отъ 104 до 117, средняя выковка 110 пуд.

Результатъ этого опыта удовлетворительнѣе перваго и передѣлъ тяжеловѣснаго чугуна могъ бы остаться въ этомъ видѣ, еслибъ желѣзо по излому было болѣе однородно и не давало повода предполагать, что оно въ послѣдующихъ передѣлахъ можетъ увеличить обыкновенную цифру низкосортнаго желѣза; а потому какъ въ установѣ горна, такъ и въ нѣкоторыхъ приемахъ операции было сдѣлано новое измѣненіе въ возможномъ большемъ согласіи съ требованіемъ свойствъ бѣлаго, твердаго, скоро обезуглероживающагося чугуна. Руководствомъ для этого послужилъ установъ валлонскаго горна въ *Mercy* ²⁾.

Для примѣненія размѣровъ валлонскаго горна никакихъ особенныхъ расходовъ тоже не было сдѣлано, кромѣ одной подсыщины, употребленной на передѣлку стараго желѣзнаго сопла и, отслужившей свой срокъ, мѣдной фурмы; затѣмъ съ подвижными размѣрами справиться было уже очень просто.

При примѣненіи установка горна по валлонскому способу, имѣлось конечно въ виду, нельзя ли будетъ вести работу, по крайней мѣрѣ, въ главнѣйшихъ приемахъ по тому же способу; но оказалось, что приемы этого способа

¹⁾ Болванка на шинное желѣзо была въ видѣ 4-хъ гранныхъ брусковъ до 2 пуд. вѣсомъ, которые прокатывались изъ сварочныхъ печей въ ручейчатыхъ валахъ.

²⁾ Металлургія чугуна и желѣза, соч. Флаша, Баррон Петье, русск. перев. стран. 64., § 759. табл. VII.

было нельзя соблюдать, даже и не во всей строгости, во первых по не навыку рабочих къ новому дѣлу, и во вторыхъ, что гораздо важнѣе, по формѣ обрабатываемаго чугуна, который требовалось плавить капля по каплѣ, а этого было нельзя достигнуть въ короткое время, ибо валъ, по толщинѣ своей требовалъ для доведенія его отчасти до степени плавленія слишкомъ много времени, а, кромѣ того, и не всякій валъ могъ плавиться. Случалось и такъ, что добровольно отъ вала не отпадывала ни одна капля, а все тутъ же на валу превращалось въ желѣзо, которое соскабливалось уже лопаткою, или ломомъ въ видѣ пластинъ, въ которыхъ очень могъ заключаться и чугунъ, и въ такомъ случаѣ приходилось поневолѣ употреблять контуазскіе приемы. Нельзя утверждать вполне, что невозможно достигнуть плавленія вала, но чтобъ неуклониться слишкомъ отъ принятой задачи, передѣлать залежавшійся чугунъ на желѣзо въ возможно скорѣйшее время и возможно выгоднымъ образомъ, работа на этотъ разъ осталась въ настоящемъ видѣ, т. е. установъ горна былъ приблизительно валлонскій, а приемы въ работѣ контуазскіе, съ тою разницею, что послѣ подъема шлаковаго поддона, тотчасъ начиналось жженіе и садка крицы, хотя товаръ (матеріаль) и былъ большею частію еще сыръ: онъ доходить до настоящей спѣлости во время жженія крицы. Разница была еще та, что вмѣсто обыкновенныхъ 3-хъ криць въ двѣнадцати часовую смѣну дѣлалось ихъ 5, отъ 3-хъ до 4¹/₂ пудъ вѣсомъ каждая. Результатъ этого опыта былъ слѣдующій:

Изъ 1-го пуда чугуна выковано болванки на шинное	30,5 ф.
На 1 коробъ угля въ 9 куб. арш.	8,13 пуд.
Въ недѣлю на мастера отъ 96 до 105 ереди.	100 пуд.

Желѣзо оказалось еще удовлетворительнѣе послѣдующихъ двухъ передѣловъ; оно въ изломѣ было почти однородно и часто между зерномъ хорошаго качества было и жильное сложеніе; кромѣ того, какъ показано выше, увеличился выходъ изъ чугуна, уменьшилось употребленіе угля, только недѣльная выковка на мастера оказалась недостаточна; но и этотъ недостатокъ можетъ быть и былъ бы устраненъ, еслибъ не случилось остановки въ опытахъ подѣ передѣломъ тяжеловѣснаго чугуна въ видѣ валовъ, запасу которыхъ подошелъ конецъ. Что касается до другихъ тяжеловѣсныхъ припасовъ, какъ-то: кричныхъ стувьевъ, станинъ и пр., то передѣлывать ихъ на желѣзо въ контуазскихъ горнахъ цѣликомъ было бы не разсчитливо, потому что чугунъ этихъ припасовъ обыкновенно сѣрый, мягкій, и слѣдовательно удобный для переплавки въ воздушныхъ печахъ на другіе необходимые заводскіе припасы. Кромѣ того, стувьевъ кричныхъ и проч. припасовъ не можетъ скопляться много, ибо долговременно служа на дѣйствиціи, они поступаютъ въ бракъ рѣдко и чугунъ на нихъ задолженный своевременно находить другое употребленіе. Каталные же валы напротивъ могутъ и залеживаться по неудобству ни къ переплавкѣ на передѣлочный чугунъ, ни къ отливкѣ на припасы по твердости своего чугуна. Будучи переплавлены въ воздушной печи, валы даютъ этого твердаго чугуна только до $46\frac{1}{2}$, желѣзныхъ жуковъ малоудобныхъ для переработки въ контуазскомъ горнѣ и вовсе неудобныхъ въ пудлинговыхъ печахъ, — до $43\frac{1}{2}$ и угару до 10%. Изъ этого слѣдуетъ, что передѣлъ на желѣзо катальныхъ валовъ цѣликомъ въ контуазскихъ горнахъ есть средство пока одно изъ самыхъ выгодныхъ. Но при сравненіи этого способа съ передѣломъ штыковаго чугуна оно представляется уже въ другомъ видѣ. Въ Добрянскомъ заводѣ изъ штыковаго чугуна выковывается полосоваго желѣза въ полную седмицу до 120,

а болванки на кубовое и посудное до 145 пуд. на мастера съ выходомъ изъ чугуна въ первомъ случаѣ до 80, а во второмъ до 83⁰/₀ желѣза. Такимъ образомъ разстояніе между выходами изъ штыкового чугуна и катальныхъ валовъ, переработанныхъ на желѣзо по мысли г. Латынина, простирается болѣе чѣмъ на 8⁰/₀, а седмичная выковка на мастера до 30 пуд. сред. числомъ. Разницу эту никакъ нельзя признать выгодною, тѣмъ болѣе что чугуны Добрянскаго завода никогда не бывали столь дешевы 27¹/₄ коп., какъ въ Нижнетуринскомъ заводѣ, а всегда дороже 50 коп. за пудъ ¹). Потому никакъ нельзя смотрѣть на это дѣло глазами Нижнетуринскаго завода, гдѣ, кромѣ дешевизны матеріала, дешево и время, что видно изъ нижеслѣдующихъ выводовъ, основанныхъ на данныхъ г. Латынина.

Въ операціи и «насадка и пускъ горна въ дѣйствіе» ²) сказано, что для крицы расплавляется тяжеловѣснаго чугуна отъ 7 до 8 пуд.; далѣе говорится ³) что при хорошо установленномъ горнѣ, сработываютъ 3 крицы въ продолженіи 7¹/₂ или 8¹/₂ часовъ при тяжеловѣсномъ чугунѣ, слѣдовательно употребляютъ времени отъ 2¹/₂ до 2 час. 50 мин. на крицу, или среднимъ числомъ каждая крица работается 2 ч. 40 мин. По нижнетуринскому учету (56 ф. чугуна на 1 пудъ желѣза), изъ 7¹/₂ пудъ (среднимъ числомъ) расплавленнаго чугуна на крицу слѣдуетъ получить желѣза около 5,35 пуд. съ употребленіемъ на это времени, какъ сказано выше, 2 ч. 40 м.

Въ 1866 заварѣ чугуны, перерабатываемые въ Добрянскомъ заводѣ стоили:	Билимб. штыков.	38, ₉₅₆	к. с.	1 пуд.
	припасный	16, ₀₂₄	—	—
	Кувинск. штыковой	69, ₃₀₀	—	—

²) Горн. Журн. 1867 г. № 2-й, стран. 224.

³) Стран. 239-я.

Если предположить, что кричная работа ведется съ неменьшимъ усердіемъ, въ продолженіи недѣли, или полныхъ 6 сутокъ, то по этому разсчету въ седмицу получится желѣза 54 крицы вѣсомъ болѣе 200 пудовъ на горнѣ, или 140 пуд. на мастера вѣнедѣлю, тогда какъ урокъ выковки въ седмицу на горнѣ назначенъ г. Латынинымъ только 180, или 90 пуд. на мастера? ¹⁾

Мнѣ кажется можно достигнуть болѣе успѣшной переработки тяжеловѣснаго чугуна на желѣзо нижеслѣдующимъ способомъ, не дѣлая никакихъ излишнихъ пожертвованій.

Всѣ вообще тяжеловѣсные припасы и въ особенности валы обращать въ передѣль разбитыми, въ нагрѣтомъ состояніи. Гдѣ есть возможность, это дѣло можетъ быть исполнено немногимъ развѣ дороже того, что стоитъ разбивка припасовъ копромъ (удобно подъ нимъ разбивающихся), а именно: во всякой кричной фабрикѣ, имѣющей крытые горна, очень возможно, жаръ, отдѣляющійся отъ 3-хъ, 4-хъ горновъ и отводимый теперь въ трубу, соединить позади горновъ въ особомъ помѣщеніи или печи; посаженные въ такую печь, при пособіи ворота, тяжеловѣсные припасы, послѣ нагрѣва ихъ до краснакалильнаго жара, относятся на томъ же воротѣ къ молоту, подъ которымъ и могутъ быть разбиты на части, удобныя не только для передѣла всѣми способами, но и для плавленія въ вагранкѣ. Впрочемъ подобный способъ разбиванія припасовъ, не исключаетъ совершенно употребленіе и копра: многіе припасы все-таки предварительно потребуется разбивать подъ нимъ, на примѣръ: большія зубчатая колеса, маховики, станины и проч. Если и произойдетъ какая либо из-

¹⁾ Горн. Журн. 1867 г. № 2-й стран. 245.

лишняя трата при разбиваніи припасовъ въ нагрѣтомъ состояніи, то она навѣрное окупится впоследствии сбереженіемъ времени и горючаго, при передѣлѣ ихъ на желѣзо.

Павель Сюзевъ.

Добрянскій заводъ.

ХИМИЯ и ФИЗИКА.

НОВАЯ ПРОБА СЕРЕБРА ПОМОЩЬЮ КИСЛОРОДА.

ст. др. ХРИСТОМАНОСА.

ПРОФЕССОРА ХИМИИ ВЪ АФИНАХЪ.

Когда требуется опредѣлить содержаніе серебра въ данномъ свинцовомъ королькѣ, то въ нѣкоторыхъ случаяхъ охотнѣе дѣлають пробу мокрымъ путемъ чѣмъ въ муфель, ибо топка послѣдняго и полученіе потребной высокой температуры соединены съ неудобствами, отчего затрудняется полученіе точныхъ результатовъ при пробѣ серебра. Если нѣтъ нарочно для этого приготовленной каменной печи, то во первыхъ обыкновенно употребляемая глиняная муфельная печь должна имѣть надлежащіе размѣры въ отношеніи тяги, управленіе жаромъ должно быть удобно и муфель долженъ быть приготовленъ изъ тонкихъ пластинъ глины; во вторыхъ, трата угля значительна и подобная печь можетъ служить относительно недолго; въ третьихъ, не стоитъ труда для одной пробы предпринимать столь затруднительную купелляцію въ печи, почему обыкновенно ждутъ пока не наберется нѣсколько пробъ; наконецъ извѣстно (мнѣ по крайней мѣрѣ) нѣсколько случаевъ, что химики, желая уловить глазами «серебряный блескъ», наживали себѣ неоднократно простуду отъ быстрой перемены температуры, которой они подвергались.

Пламенемъ бунзенской газовой горѣлки изъ свинца, богатого серебромъ, я часто получалъ серебряный королькъ

отличной чистоты (что было доказано анализами), но всегда немного меньшей величины, чѣмъ полученный въ печи. Въ предварительно сильно прокаленную обыкновенную капелю изъ костянаго пепла кладутъ королекъ свинца, даютъ ему расплавиться сначала при весьма маломъ пламени и усиливаютъ затѣмъ газовое пламя, пока свинецъ не начнетъ раздѣляться, т. е. образовывать блестящую поверхность, покрытую красными и пестрыми пленочками, находящимися въ постоянномъ вращательномъ движеніи. Отнимая потомъ пробу отъ пламени, легко можно замѣтить бѣлую свинцовую перекись. Операцию можно по желанію прекращать; охлажденіе пробы при этомъ не вредитъ, какъ при работѣ въ печи, потому что какъ скоро она опять будетъ доведена до требуемой температуры, начинается правильное раздѣленіе. Потомъ нагрѣваютъ при умѣренной температурѣ свинецъ, направляя пламя почти отвѣсно на капель, такъ чтобы свинецъ находился въ серединѣ конуса пламени, т. е. почти исключительно въ струѣ воздуха, между тѣмъ какъ пламя, окружающее послѣдній, должно дѣйствовать на поверхность костянаго пепла и поддерживать его въ раскаленномъ состояніи. Такимъ образомъ свинцовый королекъ явно уменьшается, образуемая окись свинца быстро всасывается костянымъ пепломъ и наконецъ она исчезаетъ совсѣмъ. По охлажденіи на мѣсто свинца является королекъ серебра въ углубленіи кратерообразнаго возвышенія изъ желтой окиси свинца.

Этотъ королекъ, полученный вышеозначеннымъ образомъ, бываетъ всегда меньше, чѣмъ бы это должно было быть. Хотя эта ошибка не велика, но все-таки ощутительна, такъ что этотъ способъ раздѣленія нельзя примѣнить, если требуется точность процентнаго опредѣленія. Изъ нижеслѣдующихъ опытовъ видно значеніе этого обстоятельства. А, В, С означаютъ сорта свинца изъ различнаго

свинцовога блеска съ горы Лауріонъ въ Атикѣ, D—сплавъ 0,1 грамма химически чистаго серебра съ 20 граммами химически чистаго свинца.

Тремя анализами въ муфелѣ я получилъ:

A 0,15 проц. серебра

B 0,372 » »

C 0,88 » »

D 0,50 » »

между тѣмъ, употребляя газовую горѣлку, я достигъ только слѣдующихъ чиселъ:

A 0,125 проц. серебра.

B 0,302 » »

C 0,815 » »

D 0,481 » »

Изъ этихъ чиселъ видна потеря серебра, которое отъ сильной воздушной тяги частью окислилось, частью улетучилось. Я изслѣдовалъ исчезнувшее серебро, возстановляя, налитанная окисью свинца капли углемъ, или прокипятивъ ихъ въ азотной кислотѣ и опробовавъ растворъ на серебро.

Такъ какъ этимъ путемъ я не достигъ удовлетворительныхъ результатовъ, то повторилъ раздѣленіе съ богатѣйшими серебромъ сортами свинца, въ количествѣ 10 грам. въ одной капелѣ, давая нѣкоторое время сильно требоваться и потомъ охлаждаться; оставшійся свинецъ я осторожно выломилъ и накаливалъ его опять нѣкоторое время въ новой капелѣ, давалъ также охлаждаться и повторилъ это еще четыре раза до серебрянаго блеска. Всего я изтратилъ шесть капель. Въ первыхъ пяти не было ни малѣйшаго слѣда серебра, въ послѣдней же, при выламываніи серебрянаго корна, я нашелъ значительное количество его въ свинцовомъ глетѣ. Послѣ многихъ опытовъ, имѣющихъ ту же цѣль, я наконецъ убѣдился, что и въ этой послѣдней капелѣ, въ которой показался серебря-

ный блескъ, исчезнувшее серебро не было распространено по всей массѣ свинцоваго глета, но только въ частяхъ, ближе лежащихъ къ корну серебра. И такъ, изъ этого слѣдуетъ, что во время окисленія и улетучиванія свинца, серебро еще не окисляется, но это происходитъ, если продолжать накаливаніе послѣ выдѣленія всего свинца. И дѣйствительно, когда я для доказательства, къ концу раздѣленія по возможности мало нагрѣвалъ и пускалъ умѣренное дутье, то получилъ результатъ гораздо болѣе точный, почти сходный съ тѣми, которые получились изъ печей.

Кусокъ свинца въ 10 грам. можно раздѣлить въ продолженіи 20 — 25 минутъ.

Неудобство при вышеозначенномъ способѣ состоитъ въ томъ, что для достиженія цѣли нельзя обойтись безъ весьма высокой температуры, черезъ что серебро можетъ улетучиться или окислиться. Поэтому если есть возможность понизить требуемую температуру, то съ увѣренностью можно сказать, что потери серебра не будетъ. Извѣстно, что свинецъ въ струѣ кислорода уже при красномъ каленіи, т. е. при температурѣ, превышающей немногимъ точку плавленія свинца, воспламеняется и синимъ пламенемъ сгораетъ въ окись свинца, слѣдовательно это происходитъ при температурѣ, лежащей гораздо ниже точки плавленія серебра. На этомъ то и основанъ мой новый способъ, имѣющій еще и то преимущество, что онъ можетъ быть выполненъ въ очень короткое время.

Цѣлый рядъ опытовъ убѣдилъ меня, что слѣдующій способъ исполненія есть наибыводнѣйшій. Пробуемый свинецъ, котораго удобно можно взять 20 грам., и притомъ произвольной формы, помѣщаютъ въ капелю изъ костянаго пепла, которую передъ употребленіемъ на мгновеніе опускали въ воду и нагрѣвали сначала слабо, потомъ усиливали нагрѣваніе до каленія, положивъ и уплотнивъ

предварительно въ ея углубленіи костяной пепель, тщательно просѣянный и немного смоченный, слоемъ около 2 миллиметровъ. Затѣмъ накаливаютъ всей силой жара газовой горѣлки капелю до краснаго каленія, отчего свинецъ плавится, и ставятъ сопло горѣлки такъ, что большая часть пламени дѣйствуетъ на край капли почти въ горизонтальномъ направленіи и можетъ ее держать въ раскаленномъ состояніи, между тѣмъ какъ только малая часть поверхности пламени проходитъ по свинцу подъ очень тупымъ угломъ.

Чтобы во время дѣйствія жара на капелю можно было удобно поворачивать и поднимать на желаемую высоту, я ее ставлю на обыкновенный желѣзный станокъ съ ножками, три желѣзныхъ придатка котораго служатъ для удержанія меньшихъ или большихъ капель, и который снабженъ винтомъ для движенія въ вертикальномъ направленіи.

Когда капеля вполне накалена и поверхность расплавленнаго свинца начинаетъ блестять и показываетъ что раздѣленіе уже происходитъ, то нужно пустить кислородъ.

Къ газометру произвольной величины и наполненному кислородомъ придѣлываютъ каучуковую трубку, снабженную латуннымъ краномъ съ платиновымъ наконечникомъ. Открывъ кранъ, можно произвести токъ кислорода, которому, двигая рукою кранъ можно давать всевозможныя направленія.

На раздѣляющійся и находящійся постоянно въ раскаленномъ состояніи свинецъ пускаютъ весьма слабую струю, усиливая ее непрерывно, и вмѣстѣ съ тѣмъ уменьшаютъ газовое пламя по мѣрѣ возможности. Движеніе, происходящее отъ раздѣленія, дѣлается отъ этого спокойнымъ и вмѣстѣ съ тѣмъ показывается и голубое пламя свинца; объемъ свинца скоро уменьшается и нахо-

нецъ остается только раскаленная до-красна капля. Какъ только она достигнетъ величины мелкой дробинки, прекращаютъ притокъ кислорода и продолжаютъ нагрѣвать дутьемъ такимъ образомъ, чтобъ только струя воздуха касалась капли, самое же пламя имѣло возможно меньшій размѣръ; послѣ этого черезъ нѣсколько минутъ показывается серебряный блескъ. Само сабою разумѣется, что во время пусканія кислорода каплею посредствомъ постоянного поворачиванія и дѣйствія горѣлки должно только что поддерживать въ раскаленномъ состоянii, и что нужно избѣгать дальнѣйшаго накаливанія образовавшагося уже серебрянаго корна. Потомъ капелѣ даютъ охладиться, выламываютъ изъ нея помощью пестика корлекъ серебра и взвѣшиваютъ его, или если онъ слишкомъ малъ, то опредѣляютъ вѣсъ по длинѣ его діаметра помощью платнерскаго масштаба.

Такимъ образомъ я получилъ изъ 20 грам. свинца въ продолженіи не болѣе 5 — 10 мин. изумительные результаты. Серебро никогда не улетучивается въ видѣ сплава со свинцомъ, такъ что улетучиваніе исключительно происходитъ только тогда, когда болѣе летучій свинецъ уже весь испарился; кромѣ того требуемая температура такъ низка, что не можетъ произойти потеря серебра.

И такъ я получилъ этимъ способомъ слѣдующіе результаты съ вышеозначенными сортами свинца:

А	0,15	проц.	серебра
В	0,369	»	»
С	0,877	»	»
Д	0,5	»	»

Только что описанный способъ раздѣленія имѣетъ можетъ быть гораздо большее примѣненіе чѣмъ я полагалъ въ началѣ, ибо не только при пробѣ серебра, но даже

при полученіи его изъ большихъ массъ свинца я нашелъ этотъ способъ удобнымъ и могу почти увѣрять, что онъ примѣнимъ и въ большемъ видѣ. Я приготовилъ для этой цѣли тѣсто изъ костянаго пепла, древеснаго пепла и воды, вдавилъ въ него круглое углубленіе помощью выпарительной чашки, окружилъ его раскаленнымъ древеснымъ углемъ и пустилъ на послѣдній помощью мѣха сильную струю воздуха, чтобъ высушить и накалить капеллу. Происходящія всегда при этомъ трещины я зати-ралъ костянымъ цепломъ посредствомъ пестика. Затѣмъ расплавилъ въ углубленіи 2 килограмма свинца, богатаго серебромъ, и пустилъ на него кислородъ. И здѣсь я получилъ нѣсколько хорошихъ серебряныхъ корновъ, кото-рые сплавилъ вмѣстѣ. При охлажденіи однако серебро нѣсколько разбрызгивалось.

При сплавѣ сюръмы съ серебромъ, послѣднее въ остат-кѣ также получается чистое.

(Beilage zu № 73 der Zeitung: Der Berggeist.).

О ЯВЛЕНІЯХЪ, ПРОИЗВОДИМЫХЪ ПРОШЕДШИМЪ СКВОЗЬ МАЛЫЯ ОТВЕРСТІЯ СВѢТОМЪ.

(Окончаніе).

4) Математическія формулы для явленій диффракціи и повѣрка ихъ наблюденіями.

Повѣренныя нами посредствомъ измѣреній геометриче-скіе выводы изъ теоретическихъ положеній Френеля от-носятся только къ линіямъ интерференціи, находящимся на оси свѣтлыхъ изображеній щели и за геометрически-ми границами тѣни, но не къ тѣмъ линіямъ, которыя

замѣчаются внутри изображеній, по обѣимъ сторонамъ отъ середины. Теоретическое мѣсто для этихъ послѣднихъ не можетъ быть опредѣлено подобными простыми соображеніями.

Для опредѣленія положенія всѣхъ линій интерференціи, Френель вывелъ (стр. 377 и слѣд. мемуара) изъ уравненія, выражающаго законъ колебаній частицъ эѳира, и изъ паралеллограма силъ общее правило для вычисленія равнодѣйствующей всѣхъ лучей свѣта, сходящихся къ каждой точкѣ, находящейся какъ внутри изображенія, такъ и за геометрическими границами тѣни.

Предположимъ, что въ фиг. 9 (черт. V) S есть свѣтящаяся точка; AA' —сѣченіе щели плоскостью, перпендикулярною къ ея краямъ и проходящею черезъ свѣтящуюся точку; $CAA'C'$ —сѣченіе тою же плоскостью, т. е. плоскостью фигуры, поверхности волны свѣта въ то мгновеніе, когда она доходитъ до щели; BB' —сѣченіе экрана, въ которомъ сдѣлана щель; $AD, A'D'$ —геометрическія границы тѣни; SOO' —прямая линія, проходящая черезъ свѣтящуюся точку и черезъ середину O щели и перпендикулярная какъ къ сѣченію BB' экрана, такъ и къ сѣченію $HDD'H'$ плоскости, на которой уловляется свѣтлое изображеніе и тѣнь; P —точка этого послѣдняго сѣченія, для коей желаютъ опредѣлить силу освѣщенія или равнодѣйствующую сходящихся къ ней лучей; M —точка пересѣченія прямой SP съ дугою $CAA'C'$; m —какая либо точка поверхности волны $CAA'C'$, въ промежуткѣ AA' ; GMG' —дуга описанная радіусомъ PM вокругъ точки P ; g —пересѣченіе радіуса вектора Pm съ дугою GMG' .

Легко видѣть изъ фигуры, что кратчайшій изъ лучей, доходящихъ отъ сѣченія щели до точки P , есть прямой лучъ SMP и что длина другихъ лучей, идущихъ къ той же точкѣ чрезъ разныя точки сѣченія щели, постепенно

увеличивается доходя съ одной стороны щели до ломаной линіи SAP , проведенной черезъ край A , съ другой до линіи $SA'P$. Разность между прямымъ и ломаными лучами равна отрѣзкамъ tg радіуса вектора Pm , заключающимся между двумя касательными въ точкѣ M дугами. Понятно что отрѣзокъ tg для разныхъ лучей съ одной стороны отъ точки M постепенно увеличивается отъ нуля до AG , съ другой отъ нуля до $A'G'$. Для вычисленія измѣняющейся величины этой разности въ путяхъ, проходимыхъ разными сходящимися между собою лучами, Френель употребилъ формулу

$$\frac{1}{2} \frac{Z^2 (a + p)}{ap},$$

совершенно подобную формулѣ (1), выводъ которой мы показали выше, съ тою только разницей, что Z означаетъ въ ней переменную величину Mm , измѣняющуюся съ одной стороны отъ точки M отъ нуля до AM , съ другой стороны отъ нуля до $A'M$.

Имѣя въ виду, что формула эта приближительная и что разности въ путяхъ, проходимыхъ разными лучами до точки P , измѣняются тѣмъ быстрее, чѣмъ разстояніе p между щелью и лупой будетъ меньше и чѣмъ точка P будетъ болѣе удаляться отъ середины свѣтлаго изображенія къ геометрической границѣ тѣни, я повѣрилъ эту формулу нѣсколькими численными примѣрами, для коихъ можно было вычислить наиболѣе точную величину означенныхъ разностей. Повторяя эти вычисленія между прочимъ для такихъ близкихъ разстояній позади щели, на коихъ въ большей части случаевъ становится едва возможнымъ считать темныя линіи, я убѣдился, что неточность формулы дѣйствительно увеличивается съ уменьшеніемъ разстоянія p , на которомъ разсматриваются явленія дифракціи, но постоянно остается очень малою,

измѣнявшеюся для вычисленныхъ мною примѣровъ отъ 0,0001 до 0,0005λ. Абсолютная величина этой неточности, напр, при λ=0,0006 мм., измѣняется отъ 0,00000006 до 0,0000003 мм.; обѣ эти величины безъ опасенія могутъ быть пренебрежены и формулу Френеля можно употреблять съ увѣренностью, по крайней мѣрѣ во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда *a* не слишкомъ мало.

Чтобы, при извѣстномъ, выраженномъ означенною формулою законѣ увеличенія длины сходящихся къ одной точкѣ лучей, вывести ихъ равнодѣйствующую, Френель каждый изъ послѣдовательныхъ лучей AP.... Pm.... A'P предположилъ разложеннымъ на двѣ составляющихъ, изъ коихъ одна дѣйствуетъ на точку *P* по направленію прямого луча *MP*, другая дѣйствуетъ на ту же точку по направленію луча, различающагося въ длинѣ на четверть волны отъ прямого. Для первой изъ этихъ составляющихъ Френель вывелъ выраженіе

$$dZ \cos \left(\pi \frac{Z^2 (a + p)}{a r \lambda} \right),$$

для второй

$$dZ \sin \left(\pi \frac{Z^2 (a + p)}{a r \lambda} \right).$$

И такъ два сходящіяся между собою луча свѣта, различающіяся въ длинѣ пути на четверть волненія, производятъ такое же дѣйствіе, какъ двѣ силы, направленные на одну и ту же точку подъ прямымъ угломъ.

Сумма подобныхъ составляющихъ для всѣхъ сходящихся къ одной точкѣ лучей выразится такъ:

$$\int dZ \cos \left(\pi \frac{Z^2 (a + p)}{a r \lambda} \right) \text{ и}$$

$$\int dZ \sin \left(\pi \frac{Z^2 (a + p)}{a r \lambda} \right)$$

Въ эти интегралы должны войти составляющія каждо-го изъ лучей, проходящихъ черезъ всѣ точки сѣченія щели AA' . Но такъ какъ кратчайшій изъ лучей есть прямой, пересѣкающій сѣченіе щели въ точкѣ M , и отъ этой точки считаются разстоянія Z до всѣхъ другихъ точекъ сѣчѣнія, то для вычисленія суммы составляющихъ всѣхъ волнѣй, сходящихся къ точкѣ P , интегралы должно брать каждый два раза: одинъ разъ въ предѣлахъ отъ $Z = 0$ до $Z = MA'$; другой разъ въ предѣлахъ отъ $Z = 0$ до $Z = MA$. Изъ четырехъ величинъ, выведенныхъ такимъ образомъ, каждыя двѣ, представляющія въ совокупности сумму составляющихъ, дѣйствующихъ на точку P по одному и тому же направленію, должно сложить между собою, когда точка M будетъ находиться на сѣченіи щели, какъ напр. при разсмотрѣннн точекъ P , находящихя внутри геометрическихъ границъ тѣни, или вычестъ одну изъ другой, когда точка M будетъ находиться на продолженіи сѣченія, на линіяхъ AB или $A'B'$, какъ это должно произойти при разсмотрѣннн точекъ, находящихя на внѣшней сторонѣ геометрическихъ границъ тѣни, на линіяхъ DN или $D'N'$. Тогда получатся двѣ составляющихъ, дѣйствующихъ на одну точку подъ прямымъ угломъ; равнодѣйствующая ихъ будетъ діагональю получаемаго такимъ образомъ паралеллограма, а сила свѣта въ разныхъ точкахъ будетъ пропорціональна квадратамъ равнодѣйствующихъ. Для интегрированія величинъ

$$\int dZ \cos \left(\pi \frac{Z^2 (a + p)}{a r \lambda} \right) \text{ и } \int dZ \sin \left(\pi \frac{Z^2 (a + p)}{a r \lambda} \right)$$

въ означенныхъ выше предѣлахъ, Френель употребилъ способъ очень сложный и не очень точный; намъ не нужно здѣсь излагать его, потому что Кнохенгауеръ и Коши указали впослѣдствіи другіе, болѣе удобные спо-

собы интегрированія, которые французскимъ ученымъ Ке (Quet) были развиты съ совершенною подробностью и приложены къ наблюдениямъ (1). Мы видѣли выше, что

$$mg = \frac{1/2 Z^2 (a + p)}{ap}.$$

Для упрощенія интегрированія Ке, по примѣру Френеля, полагаетъ, что

$$\frac{mg}{\lambda} = \frac{v^2}{4} \text{ или } mg = \frac{1}{4} v^2$$

т. е. что v^2 означаетъ число четвертей волненія въ разности mg между прямымъ и *сопутнымъ* лучемъ. (2)

Отсюда выводимъ

$$v = Z \sqrt{\frac{2(a + p)}{ap\lambda}}$$

Намъ уже извѣстно, что Z въ предѣлахъ ширины щели измѣняется отъ O до AM и $A'M$, слѣд. высшіе предѣлы v и v' для каждаго края щели будутъ

$$v = AM \sqrt{\frac{2(a + p)}{ap\lambda}}, \quad v' = A'M \sqrt{\frac{2(a + p)}{ap\lambda}}$$

$$\text{и } v + v' = AA' \sqrt{\frac{2(a + p)}{ap\lambda}}.$$

Полагая $AA' = e$ и $v + v' = 2\gamma$, найдемъ

$$\gamma = e \sqrt{\frac{a + p}{2ap\lambda}} \dots (A)$$

Такъ какъ

$$\frac{mg}{\lambda} = 1/2 \frac{Z^2 (a + p)}{ap\lambda} = \frac{v^2}{4},$$

1) См. *Annales de Chim. et de Phys.* Т. 44, 1856 р. 385 и Т. 49, 1857 р. 385.

2) Выраженіе это, какъ извѣстно, постоянно въ подобныхъ случаяхъ употребляется нѣмецкими учеными, со времени Фрауенгофера.

$$\text{то } \frac{Z^2 (a + p)}{ap\lambda} = \frac{v^2}{2},$$

$$Z = v \sqrt{\frac{ap\lambda}{2(a + p)}}$$

$$\text{и } dZ = dv \sqrt{\frac{ap\lambda}{2(a + p)}}$$

Вслѣдствіе того,

$$\int dZ \cos \left(\pi \frac{Z^2 (a + p)}{ap\lambda} \right) = \sqrt{\frac{ap\lambda}{2(a + p)}} \int dv \cos \frac{\pi v^2}{2}$$

$$\int dZ \sin \left(\pi \frac{Z^2 (a + p)}{ap\lambda} \right) = \sqrt{\frac{ap\lambda}{2(a + p)}} \int dv \sin \frac{\pi v^2}{2}$$

Такъ какъ $\sqrt{\frac{ap\lambda}{2(a + p)}}$ есть общій и постоянный мно-
житель, то онъ не будетъ оказывать вліянія на измѣне-
нія интеграловъ при измѣненіи предѣловъ величины v .
Для всѣхъ точекъ одной и той же плоскости, въ кото-
рой разсматриваются явленія диффракціи, множитель
этотъ будетъ одинъ и тотъ же, и потому *minima* и *maxima*
могутъ быть найдены независимо отъ него; онъ окажетъ
вліяніе только на сравнительную силу освѣщенія свѣт-
лыхъ изображеній въ разныхъ разстояніяхъ позади щели.

Вслѣдствіе того, по изложенному выше правилу для
отысканія равнодѣйствующей сходящихся къ каждой точ-
кѣ лучей, относительная сила освѣщенія въ каждой точ-
кѣ, означаемая черезъ h , выразится такъ:

$$h = \left(\int_0^{v'} dv \cos \pi \frac{v^2}{2} + \int_0^v dv \cos \pi \frac{v^2}{2} \right)^2 + \\ + \left(\int_0^{v'} dv \sin \pi \frac{v^2}{2} + \int_0^v dv \sin \pi \frac{v^2}{2} \right)^2 \dots \dots \dots (4)$$

Если мы означимъ чрезъ P и Q два слѣдующіе, схо-
дящіеся ряда:

$$\left. \begin{aligned} P &= \frac{\pi v^3}{1.3} - \frac{\pi^3 v^7}{1.3.5.7} + \frac{\pi^5 v^{11}}{1.3.5.7.9.11} - \dots\dots\dots \\ Q &= v - \frac{\pi^2 v^5}{1.3.5} + \frac{\pi^4 v^9}{1.3.5.7.9} - \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} (5)$$

и будемъ интегрировать по частямъ величины

$$\int_0^v dv \cos \frac{\pi v^2}{2} \quad \text{и} \quad \int_0^v dv \sin \frac{\pi v^2}{2}, \quad \text{по известной формуль:}$$

$$\int u dv = uv - \int v du,$$

означая попеременно $\cos \frac{\pi v}{2}$ и $\sin \frac{\pi v^2}{2}$ черезъ u , а осталь-
наго множителя подъ знакомъ интеграла, составляющаго
постоянно известной дифференциаль, черезъ dv , то бу-
демъ имѣть:

$$\left. \begin{aligned} \int_0^v dv \cos \frac{\pi v^2}{2} &= P \sin \frac{\pi v^2}{2} + Q \cos \frac{\pi v^2}{2}, \\ \int_0^v dv \sin \frac{\pi v^2}{2} &= Q \sin \frac{\pi v^2}{2} - P \cos \frac{\pi v^2}{2}. \end{aligned} \right\} (6)$$

Если черезъ P' и Q' назовемъ величины P и Q , когда
въ нихъ v измѣнится въ v' , то будемъ также имѣть

$$\left. \begin{aligned} \int_0^{v'} dv \cos \frac{\pi v^2}{2} &= P' \sin \frac{\pi v'^2}{2} + Q' \cos \frac{\pi v'^2}{2} \\ \int_0^{v'} dv \sin \frac{\pi v^2}{2} &= Q' \sin \frac{\pi v'^2}{2} + P' \cos \frac{\pi v'^2}{2} \end{aligned} \right\}$$

Вставивъ въ выраженіе (4) вмѣсто равныхъ равныя
величины, возвысивъ въ квадратъ и сокративъ, получимъ

$$h = \frac{P^2 + Q^2 + P'^2 + Q'^2 + 2 (PP' + QQ') \cos \frac{\pi (v'^2 - v^2)}{2} + 2 (QP' - Q'P) \sin \frac{\pi (v'^2 - v^2)}{2}}{2} \dots (7)$$

Это выраженіе можетъ постоянно служить для опре-
дѣленія относительной силы свѣта въ разныхъ точкахъ
плоскости, въ которой разсматриваются явленія диффрак-

ціи, и слѣдовательно для отысканія *minima* и *maxima*. Намъ нужно только подробно объяснить употребленіе этой формулы въ разныхъ случаяхъ.

Ряды (5) будутъ сходящимися для всѣхъ конечныхъ величинъ v , но они сходятся очень быстро, когда v менѣе 1, и въ такомъ случаѣ достаточно небольшого числа членовъ для вывода очень точныхъ величинъ для P и Q . Когда v болѣе 1, то число потребныхъ для вывода P и Q членовъ быстро увеличивается, такъ что при $v = 2,5$ или $v = 3$ ряды (5) уже неудобны, если нужно бываетъ дѣлать большое число вычисленій. Для этихъ случаевъ Коши въ *Comptes rendus*, 1842 Т. XII р. 554 и 573 и за нимъ Ке, въ приведенныхъ выше статьяхъ, вывели другія выраженія для величинъ $\int_0^v \cos \frac{\pi v^2}{2} dv$ и $\int_0^v \sin \frac{\pi v^2}{2} dv$, очень удобныя для употребленія. Мы будемъ слѣдовать способу изложенія Ке.

Для вывода этихъ выраженій слѣдуетъ вводить подъ знакъ интеграла множителемъ и дѣлителемъ величину πv , чтобы сдѣлать величины $\cos \frac{\pi v^2}{2} dv$ полными дифференціалами и потомъ интегрировать по частямъ въ предѣлахъ отъ v до $v = \infty$ по приведенной выше формулѣ, означая послѣдовательно черезъ dv величины $\pi v \cos \frac{\pi v^2}{2} dv$ и $v \pi \sin \frac{\pi v^2}{2} dv$, а черезъ u остальнаго множителя. Такимъ разомъ мы получимъ:

$$\int_v^\infty \cos \frac{\pi v^2}{2} dv = -M \sin \frac{\pi v^2}{2} + N \cos \frac{\pi v^2}{2} + R.$$

$$\int_v^\infty \sin \frac{\pi v^2}{2} dv = M \cos \frac{\pi v^2}{2} + N \sin \frac{\pi v^2}{2} + R'.$$

Въ выраженіи этомъ

$$M = \frac{1}{\pi v} \left(1 - \frac{1 \cdot 3}{\pi^2 v^4} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{\pi^4 v^8} - \dots \right)$$

$$N = \frac{1}{\pi^2 v^3} \left(1 - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{\pi^2 v^4} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9}{\pi^4 v^8} - \dots \right)$$

а R и R' означают остатки, которые должно прибавлять къ получаемымъ послѣ интетрированіе рядамъ, чтобы они давали точныя величины, такъ какъ это ряды расходящіяся. Но ряды эти остаются расходящимися только до тѣхъ поръ, пока v менѣе единицы, равно ей, или немного ее превосходить; съ увеличеніемъ v ряды эти скоро становятся быстро сходящимися и слѣдовательно для величинъ v , замѣтнымъ образомъ превосходящихъ 1, остатками R , R' можно пренебречь и мы будемъ имѣть выраженіе:

$$\int_v^\infty \cos \frac{\pi v^2}{2} dv = -M \sin \frac{\pi v^2}{2} + N \cos \frac{\pi v^2}{2}$$

$$\int_v^\infty \sin \frac{\pi v^2}{2} dv = M \cos \frac{\pi v^2}{2} + N \sin \frac{\pi v^2}{2}$$

Изъ известнаго въ интегральномъ исчисленіи выраженія:

$$\int_{-\infty}^\infty dv \cos \frac{\pi v^2}{2} = \int_{-\infty}^\infty dv \sin \frac{\pi v^2}{2} = 1,$$

выводится, что

$$\int_0^\infty dv \cos \frac{\pi v^2}{2} = \int_0^\infty dv \sin \frac{\pi v^2}{2} = \frac{1}{2}$$

такъ какъ $dv \cos \frac{\pi v^2}{2}$ и $dv \sin \frac{\pi v^2}{2}$ измѣняются совершенно одинакимъ образомъ въ предѣлахъ отъ $v=0$ до $v=\infty$ и въ предѣлахъ отъ $v=0$ до $v=-\infty$.

Отсюда слѣдуетъ, что

$$8) \left\{ \begin{aligned} \int_0^{\infty} dv \cos \frac{\pi v^2}{2} - \int_v^{\infty} dv \cos \frac{\pi v^2}{2} &= \int_0^v dv \cos \frac{\pi v^2}{2} = \\ &= \frac{1}{2} + M \sin \frac{\pi v^2}{2} - N \cos \frac{\pi v^2}{2} \\ \text{и } \int_0^v dv \sin \frac{\pi v^2}{2} &= \frac{1}{2} - M \cos \frac{\pi v^2}{2} - N \sin \frac{\pi v^2}{2} \end{aligned} \right.$$

Изъ формулъ (6) и (8) выводится:

$$\left. \begin{aligned} P &= M + \frac{1}{2} \left(\sin \frac{\pi v^2}{2} - \cos \frac{\pi v^2}{2} \right) \\ Q &= -N + \frac{1}{2} \left(\sin \frac{\pi v^2}{2} + \cos \frac{\pi v^2}{2} \right) \end{aligned} \right\} (9)$$

Формулы (5) и (9) достаточны во всѣхъ случаяхъ для вычисленія относительной силы свѣта h по формулѣ (7). При употребленіи ихъ должно помнить, что точность формулы (5) можетъ быть увеличиваема съ увеличеніемъ числа членовъ безпредѣльно, также какъ точность десятичныхъ дробей съ увеличеніемъ числа цифръ; при v превосходящемъ 2 нужно бываетъ употреблять 12 и болѣе членовъ, такъ что многочисленныя вычисленія по формулѣ (5) становятся недоступными. Формула (9), которая очень удобна для употребленія, дѣлается все менѣе и менѣе точна, по мѣрѣ приближенія v къ 1. При $v=1,5$, $v=1,7$, $v=2$ можно употреблять формулу (9), но съ тѣмъ, чтобы въ сомнительныхъ случаяхъ прибѣгать къ повѣркѣ выводовъ посредствомъ формулы (5).

Чтобы опредѣлить положеніе *minima* и *maxima* для силы освѣщенія h (формула (7)) нужно для v и v' найти такія величины, которыя дѣлали бы производную перваго порядка h равною нулю; по этимъ величинамъ для v и v' опредѣлится положеніе линіи наибольшей или наименьшей силы свѣта; знакъ передъ производною h втораго порядка покажетъ *minimum* или *maximum* долженъ находиться на этомъ мѣстѣ.

Возьмем производную первого порядка для h , по формуль (7).

$$h = P^2 + Q^2 + P'^2 + Q'^2 + 2 (PP' + QQ') \cos \frac{\pi (v'^2 - v^2)}{2} + \\ + 2 (QP' - Q'P) \sin \frac{\pi (v'^2 - v^2)}{2},$$

гдѣ каждый членъ заключаетъ переменныя величины v или v' . Для этого примемъ v за переменную независимую и замѣтимъ по формуламъ (5),

$$\text{что } \frac{dQ}{dv} = 1 - \pi v P, \frac{dP}{dv} = \pi v Q, P \frac{dP}{dv} + Q \frac{dQ}{dv} = Q; \text{ что}$$

тѣже самыя отношенія выводятся изъ рядовъ для P' и Q' и что по формуль (А)

$$v + v' = 2\gamma, \text{ гдѣ } 2\gamma \text{ — постоянная величина; } v' = 2\gamma - v,$$

$$\frac{dv'}{dv} = -1.$$

Получимъ:

$$\frac{dh}{dv} = 2 \left((Q - Q') \left(1 - \cos \frac{\pi (v'^2 - v^2)}{2} \right) + \right. \\ \left. + (P + P') \sin \frac{\pi (v'^2 - v^2)}{2} \right)$$

Такъ какъ

$$\frac{1}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi (v'^2 - v^2)}{2} \right) = \sin^2 \frac{\pi (v'^2 - v^2)}{4}$$

$$\text{и } \frac{1}{2} \sin \frac{\pi (v'^2 - v^2)}{2} = \sin \frac{\pi (v'^2 - v^2)}{4} \cos \frac{\pi (v'^2 - v^2)}{4},$$

то будемъ имѣть

$$\frac{1}{4} \frac{dh}{dv} = X \sin \frac{\pi (v'^2 - v^2)}{4}, \dots (10)$$

$$\text{гдѣ } X = (Q - Q') \sin \frac{\pi (v'^2 - v^2)}{4} + (P + P') \cos \frac{\pi (v'^2 - v^2)}{4}$$

Производная h второго порядка будетъ

$$(11) \dots \frac{1}{4} \frac{d^2h}{dv^2} = \frac{dX}{dv} \sin \frac{\pi(v'^2 - v^2)}{4} - \pi\gamma X \cos \frac{\pi(v'^2 - v^2)}{4}$$

Чтобы найти точки плоскости $HDH'D'$ (фиг. 9), для которыхъ сила освѣщенія наибольшая или наименьшая, нужно только положить равнымъ нулю второй членъ уравненія (10), и тогда выводимъ два условія для максима или минима.

$$(12) \dots v'^2 - v^2 = 4n, \text{ или}$$

$$(13) \dots X = 0$$

n означаетъ какое нибудь цѣлое число, положительное или отрицательное. Формулы (7), (11), (12) и (13) и всѣ предшествовавшія относятся не только къ тѣмъ точкамъ плоскости $HDH'D'$, которыя находятся на внутреннемъ разстоянii DD' между геометрическими границами тѣни, но и къ точкамъ, находящимся на линияхъ DH и $D'H'$, за границами тѣни. Въ эти формулы должно вставлять положительныя величины для v и v' , когда точка P будетъ находиться на линii DD' , и отрицательную для одной изъ величинъ v или v' , когда эта точка будетъ на DH или $D'H'$. Слѣдовательно, выведенныя выше формулы будутъ имѣть общее значенiе. Для большей простоты, можно положить v' положительною и всегда большею въ сравненii съ величиной v , что будетъ соотвѣтствовать только точкамъ, лежащимъ на OH . Такимъ образомъ общее значенiе формулъ не будетъ ограничено, такъ какъ явленiя дифракцii должны быть совершенно симметричными на OH и OH' , что показываютъ какъ формулы, такъ и самыя явленiя. При такихъ предположенiяхъ n будетъ всегда положительнымъ числомъ.

Уравненiе (12) $v'^2 - v^2 = 4n$ есть уравненiе гиперболы. Сверхъ того, такъ какъ переменныя величины v и v' должны быть взяты для обоихъ краевъ отверстiя, то мы знаемъ изъ предидущаго и изъ фиг. 9, что

$$\frac{v^2}{4} = \frac{AG}{\lambda}, \quad \frac{v'^2}{4} = \frac{A'G'}{\lambda}$$

Поэтому Уравнение (12) можно во-первыхъ написать такъ:

$$A'G' - AG = n\lambda$$

Но $GP = G'P$, слѣдовательно можно также написать:

$$A'P - AP = n\lambda \dots (14).$$

И такъ, если принять $A'P$ и AP за радиусы векторы гиперболы, или за разстоянія отъ каждой ея точки до каждаго изъ фокусовъ, то послѣднее уравненіе будетъ выражать извѣстное свойство гиперболы, что разность между ея радиусами векторами постоянна.

Отсюда выводится, что если описать рядъ гиперболь, общія фокусы которыхъ будутъ находиться на краяхъ A, A' щели, и притомъ такихъ, чтобы разность разстояній отъ каждой точки какой бы то ни было изъ этихъ кривыхъ линій до обоихъ краевъ щели была равна цѣлому числу волненій, то на этихъ кривыхъ позади щели будутъ находиться *маіма* и *мініма* силы освѣщенія. Выводъ этотъ относится одинаково къ внутреннему пространству свѣтлаго пучка, проходящаго черезъ щель, какъ и къ внѣшнему, гдѣ находится тѣнь.

Гипербола, для которой $n=0$, совпадаетъ съ осью симметріи или съ осью свѣтлаго пучка и слѣдовательно обращается въ прямую линію. Кривизна другихъ гиперболь, для которыхъ $n=1, 2, 3$ и т. д., будетъ постепенно увеличиваться и онѣ, расходясь между собою по мѣрѣ удаленія отъ щели, будутъ постепенно одна за другой переходить съ обѣихъ сторонъ отъ середины за геометрическія границы тѣни и будутъ продолжаться тамъ безконечно. Анализъ долженъ показать, какія точки на этихъ гиперболахъ будутъ соответствовать *мініма* и какія *маіма* си-

лы осященія, и сверхъ того, какъ будетъ измѣняться силы освѣщенія въ промежуткахъ между гиперболами.

Кривыя линіи, выражаемыя уравненіемъ (13), гораздо труднѣе анализировать и мы при разсмотрѣніи внутреннихъ линій покажемъ тѣ выводы, къ которымъ пришелъ относительно ихъ Ке.

Мы не будемъ разсматривать аналитически внѣшнихъ линій интерференціи, или частей гиперболъ, переходящихъ за геометрическія границы тѣни; но тѣмъ читателямъ, которыя будутъ ими интересоваться, рекомендуемъ стр. 390 и слѣд. указанной выше статьи Ке (Quet, Annales de Chim. et de Phys. T. 49, 1857). Мы скажемъ только, что выводы изъ интегральныхъ формулъ почти воцѣлѣ согласуются съ тѣми, которыя сдѣланы Френелемъ по геометрическимъ соображеніямъ и приведены нами выше, именно, что внѣшнія темныя линіи будутъ соответствовать гиперболамъ, для которыхъ разности между радіусами векторами или между путями лучей свѣта, идущими къ каждой ихъ точкѣ отъ обоихъ краевъ щели будутъ равны цѣлому числу волненій; что промежуточные свѣтлыя полосы будутъ соответствовать промежуточнымъ гиперболамъ и что самыя свѣтлыя точки ихъ будутъ расположены на гиперболахъ, для которыхъ разности между радіусами векторами равны нечетному числу половинъ волненія. Какъ *minima*, такъ и *maxima* должны продолжаться по всему протяженію своихъ гиперболъ непрерывно и бесконечно. Мы уже видѣли выше, что выводы эти не соответвуютъ результатамъ наблюденій, кромѣ того, что внѣшнія линіи дѣйствительно расположены по непрерывнымъ кривымъ линіямъ, которыя можно принять за гиперболы, такъ какъ разности между длинами прямыхъ линій, проведенныхъ къ каждой ихъ точкѣ отъ обоихъ краевъ щели, почти постоянны, какъ показано въ третьемъ отдѣлѣ этихъ изслѣдованій.

Мы займемся подробнѣе внутренними линіями. Намъ нужно прежде показать распределеніе *minima* и *maxima* по продолженію гиперболей, представляемыхъ уравненіемъ (12)

$$v'^2 - v^2 = 4n,$$

или, все равно, выводимымъ изъ него уравненіемъ (14)

$$A'P - AP = n\lambda$$

Вслѣдствіе этихъ уравненій, производная втораго порядка величины *h*, выражаемая уравненіемъ (11), приметъ слѣдующій видъ:

$$\frac{d^2 h}{d v^2} = - 2 \pi (v + v') (P + P') \dots \dots (B)$$

Такъ какъ *maxima* соотвѣствуютъ отрицательнымъ величинамъ производной втораго порядка, а *minima* положительнымъ, то на гиперболахъ, представляемыхъ уравненіями (12) и (14), *minima* будутъ находиться въ тѣхъ точкахъ, для которыхъ $P + P'$ будетъ положительною величиною, и *maxima* въ тѣхъ точкахъ, для коихъ $P + P'$ будетъ принимать знакъ $-$; переходы отъ *maxima* къ *minima* произойдутъ при $P + P' = 0$. Эти послѣднія точки будутъ находиться также на кривыхъ линіяхъ, выражаемыхъ уравненіемъ (13), потому что для нихъ оба члена величины *X* равны нулю; слѣдовательно онѣ будутъ находиться на пересѣченіяхъ тѣхъ и другихъ кривыхъ линій. Знакъ для величинъ $P + P'$ можно опредѣлить съ точностью для каждаго частнаго случая посредствомъ рядовъ (5); но когда величины *v*, *v'* замѣтнымъ образомъ болѣе единицы, какъ объ этомъ показано выше, то лучше употреблять формулы (9)

$$P = M + \frac{1}{2} \left(\sin \frac{\pi v^2}{2} - \cos \frac{\pi v^2}{2} \right)$$

$$Q = - N + \frac{1}{2} \sin \left(\frac{\pi v^2}{2} + \cos \frac{\pi v^2}{2} \right)$$

Уравнение (12) показываетъ, что для выражаемыхъ имъ гиперболей, дуги $\frac{\pi v^2}{2}$ и $\frac{\pi v'^2}{2}$ будутъ имѣть одинаковые синусы и одинаковые косинусы, такъ какъ дуги эти различаются между собою цѣлымъ числомъ окружностей круга. Поэтому будемъ имѣть

$$(15) \dots P + P' = M + M' + \sin \frac{\pi v^2}{2} - \cos \frac{\pi v'^2}{2}$$

Если мы будемъ разсматривать измѣненіе въ силѣ свѣта на протяженіи одной и той же гиперболы изъ числа выражаемыхъ уравненіемъ (12), то въ каждой точкѣ сила свѣта опредѣлится, какъ показано выше, по уравненію (7), которое вслѣдствіе уравненіе (12) приметъ такой видъ:

$$(12) \dots h = (P + P')^2 + (Q + Q')^2.$$

Взявши v за переменную независимую, выведемъ изъ выраженія (12) $\frac{dh}{dv} = \frac{v}{v'}$ и будемъ имѣть

$$\frac{dh}{dv} = 2 \left(\frac{v + v'}{v'} \right) (Q + Q')$$

Отсюда слѣдуетъ, что сила свѣта на разсматриваемой гиперболѣ будетъ наибольшая или наименьшая, когда

$$Q + Q' = 0$$

Въ тѣхъ случаяхъ, когда v и v' замѣтно болѣе единицы, по формуламъ (9) и (12) будемъ имѣть

$$N + N' - \sin \frac{\pi v^2}{2} - \cos \frac{\pi v'^2}{2} = 0$$

Изъ формулъ (9) видно, что величины N и N' , имѣющія въ первомъ членѣ рядовъ $\frac{1}{\pi^2 v^3}$ и $\frac{1}{\pi^2 v'^3}$, будутъ совершенно незначительны для v и v' , ощутительно большихъ единицы; поэтому получимъ приблизительно

$$\sin \frac{\pi v^2}{2} + \cos \frac{\pi v^2}{2} = 0$$

$$\text{или } \operatorname{tg} \frac{\pi v^2}{2} = -1$$

Этому равенству удовлетворяют слѣдующія величины v^2 :

$$v^2 = \frac{3}{2}, \frac{7}{2}, \frac{11}{2} \dots, \frac{4m-1}{2}$$

Здѣсь m означаетъ цѣлое число, но другое нежели n въ формулѣ (12).

Такъ какъ это же самое условіе было выведено Кнохенгауеромъ и Ке для \min и \max v^2 , которыя бы произошли въ томъ случаѣ, еслибы свѣтъ былъ прегражденъ однимъ только краемъ экрана, то отсюда слѣдуетъ, что самыя блестящія или самыя темныя части гиперболы (12) будутъ находиться въ тѣхъ точкахъ, въ которыхъ должны совпадать свѣтлыя и темныя линіи, производимыя каждымъ изъ краевъ щели отдѣльно. Этому пересѣченію Ке приписываетъ большую рѣзкость темныхъ и свѣтлыхъ частей, расположенныхъ на гиперболахъ (12). Дѣйствительно \min и \max внутреннихъ линій позади щели имѣютъ несравненно большую рѣзкость въ сравненіи съ линіями, видимыми позади одного края экрана. Величина $\frac{d^2 h}{d v^2}$ для этихъ кривыхъ будетъ имѣть такое выраженіе:

$$\frac{d^2 h}{d v^2} = 2 \left(\frac{v' + v}{v'} \right) \left(\frac{dQ}{dv} + \frac{v}{v'} \frac{dQ'}{dv'} \right) + 2(Q + Q') \frac{v'^2 - v^2}{v'^3}$$

Выше мы видѣли, что

$$\frac{dQ}{dv} = 1 - \pi v P, \text{ и слѣдовательно}$$

$$\frac{dQ'}{dv'} = 1 - \pi v' P'.$$

Поэтому получимъ

$$\frac{d^2 h}{dv^2} = 2 \left(\frac{v' + v}{v'} \right) \left(\frac{v' + v}{v'} - \pi v (P + P') \right) + 2 (Q + Q') \frac{v'^2 - v^2}{v'^3}$$

Изъ приведеннаго выше выраженія $P + P' = M + M' + \sin \frac{\pi v^2}{2} - \cos \frac{\pi v^2}{2}$, ограничиваясь первыми членами рядовъ M и M' и замѣчая, что

$$\sin \frac{\pi v^2}{2} - \cos \frac{\pi v^2}{2} = \sqrt{2} \sin \pi \left(\frac{v^2}{2} - \frac{1}{4} \right)$$

выводимъ:

$$P + P' = \frac{v' + v}{\pi v v'} + \sqrt{2} \sin \pi \left(\frac{v^2}{2} - \frac{1}{4} \right)$$

Присоединяя къ этому равенству выведенное передъ симъ условіе для maxima и minima

$$Q + Q' = 0 \text{ и } v^2 = \frac{4m - 1}{2}$$

получимъ

$$\frac{d^2 h}{dv^2} = - 2\pi v \left(\frac{v' + v}{v'} \right) \sqrt{2} \cos (m + 1) \pi$$

Уравненіе это показываетъ, что по протяженію одной и той же гиперболы maxima соотвѣтствуютъ нечетнымъ величинамъ для m , а minima четнымъ. Мы дѣйствительно видимъ изъ фиг. 9, что по протяженію однѣхъ и тѣхъ же внутреннихъ линий, какъ боковыхъ, такъ и средней, minima и maxima чередуются между собою и что именно это свойство отличаетъ внутреніе линіи отъ внѣшнихъ.

Условіе: $v^2 = \frac{3}{2}, \frac{7}{2}, \frac{11}{2}, \dots, \frac{4m - 1}{2}$, выводимое изъ другаго условія $Q + Q' = 0$ въ томъ случаѣ, когда v и v' значительно болѣе единицы, показываетъ, что

$$AG = \frac{3}{8} \lambda, \frac{7}{8} \lambda, \frac{11}{8} \lambda, \dots, \text{ такъ какъ } \frac{v^2}{4} = \frac{AG}{\lambda}.$$

Отсюда видно, что *minima* и *maxima* являются каждый разъ, когда разность между среднимъ и каждымъ изъ крайнихъ лучей увеличивается на половину волненія. Слѣдовательно, на боковыхъ гиперболахъ *maxima* и *minima* смѣняются также быстро, какъ и на оси симметріи. Выводъ этотъ совершенно подтверждается явленіями, потому что съ удаленіемъ луцы приблизительно въ одно время всѣ темныя линіи въ свѣтломъ изображеніи замѣняются промежуточными линіями и переходятъ въ *maxima*.

Предположимъ теперь, что относительныя разстоянія свѣтящейся точки *S*, щели *AA'* и плоскости *HH'* (фиг. 9), т. е. величины *a* и *p*, опредѣлены прямымъ измѣреніемъ, точно также какъ и ширина щели *e* извѣстна; для опредѣленія разстояній соотвѣтственныхъ точекъ гиперболъ (12) отъ середины свѣтлаго изображенія *O'* будемъ имѣть выраженія

$$v'^2 - v^2 = 4n, \quad v' + v = 2\gamma,$$

изъ которыхъ выводимъ

$$v = \gamma - \frac{n}{\gamma}, \quad v' = \gamma + \frac{n}{\gamma}$$

Если вычислить γ по данному выше выраженію для него (А) и подставлять въ выраженія для *v* и *v'* послѣдовательно, всѣ числа *n*, которыя даютъ положительныя величины *v*, то опредѣлимъ эти послѣднія для всѣхъ *maxima* и *minima*, заключающихся въ промежуткѣ *DD'* и соотвѣтствующихъ пересѣченіямъ гиперболъ (12) съ плоскостью *HH'*. Отрицательныя величины *v* будутъ соотвѣтствовать гиперболамъ, которыя пересѣкаютъ ту же плоскость за геометрическою границею тѣни. Изъ рядовъ (5) или изъ выраженія (15) можно вывести знакъ величины *P + P'*, который покажетъ соотвѣтствуетъ ли данной точкѣ *maximum* или *minimum* силы освѣщенія.

Мы выше вывели, что

$$v = Z \sqrt{\frac{2(a+p)}{ap^{\lambda}}}, \text{ или } Z = v \sqrt{\frac{ap^{\lambda}}{2(a+p)}}$$

гдѣ Z для края щели A равно AM . (Фиг. 9)

$$\text{Но } AM : DP = a : a + p,$$

гдѣ DP есть разстояніе данной точки до геометрической границы тѣни. Отсюда AM или $Z = \frac{DP \cdot a}{a + p}$.

Изъ двухъ выраженій для Z выведемъ

$$DP = v \sqrt{\frac{(a+p)p^{\lambda}}{2a}}$$

$$\text{Но } v = \gamma - \frac{n}{\gamma}$$

$$\gamma = e \sqrt{\frac{a+p}{2ap^{\lambda}}}$$

Изъ этихъ трехъ формулъ выводимъ

$$DP = \frac{e(a+p)}{2a} - \frac{np^{\lambda}}{e}$$

Изъ фигуры видно, что

$$O'D : \frac{1}{2}e = a + p : a,$$

$$\text{Отсюда } O'D = \frac{e(a+p)}{2a},$$

а какъ $DP = O'D - O'P$,

то мы можемъ опредѣлить разстояніе данной точки до середины изображенія по формулѣ

$$O'P = \frac{np^{\lambda}}{e} \dots \dots (16)$$

Формула эта выведена при помощи уравненія (12), которому должны удовлетворять гиперболы, проходящія чрезъ самыя рѣзкія мініма и махіма силы свѣта въ плоскости

III', происходяція по выводу Ке чрезъ пересѣченіе мініма и максіма, зависящихъ отъ каждаго края щели отдѣльно. Мы видимъ, что она совершенно одинакова съ формулою (2), выведенною по геометрическимъображеніямъ Френеля, потому что въ той формулѣ $2r$ и OP означаютъ совершенно одно и тоже, какъ e и $O'R$. Но формулу (2) мы употребляли также для повѣрки положенія вѣшнихъ линій; посему она можетъ служить вообще для опредѣленія положенія гиперболей (12) по всему протяженію плоскости III' и не требуетъ даже опредѣленія величинъ v и v' .

Посредствомъ ея, полагая

$$n=0, 1, 2, 3, \dots,$$

найдемъ разстояніе отъ середины изображенія всѣхъ точекъ пересѣченія съ плоскостью III' расположенныхъ рядомъ одна около другой гиперболей, на коихъ по теоріи должны быть размѣщены внутри изображенія самыя рѣзкія мініма и максіма, а за геометрическими границами тѣни, какъ мы видѣли, однѣ только мініма.

Уравненія

$$v = \gamma - \frac{n}{\gamma} \text{ и } DP = \gamma \sqrt{\frac{(a+p) p \lambda}{2a}}$$

показываютъ, что если плоскость III' достаточно удалена отъ щели для того, чтобы γ было равно или менѣе единицы, то въ свѣтломъ изображеніи можетъ быть видна только та изъ гиперболей (12), которая совпадаетъ съ осью симметріи и обращается въ прямую линію. Слѣдовательно, только въ серединѣ промежутка DD' можетъ быть виднѣнъ максимум или минимум, соотвѣтствующій этимъ гиперболамъ. Но при $\gamma=1$, $v+v'=2$, и какъ для середины изображенія $v=v'$, то легко видѣть, что въ этомъ случаѣ на серединѣ изображенія можетъ находиться только максимум. Дѣйствительно, изъ уравненій (5) выводимъ, что

$$P = \frac{\pi v^3}{1.3} \left(1 - \frac{\pi^2 v^4}{5.7} \right) + \frac{\pi^5 v^{11}}{1.3.5.7.9.11} \left(1 - \frac{\pi^2 v^4}{13.15} \right) + \dots$$

Такъ какъ $\pi \approx 3,14$, то величина P очевидно положительная для $v=1$ и тѣмъ болѣе для $v < 1$.

Поэтому уравненіе (B) приметъ такой видъ:

$$\frac{d^2h}{dv^2} = -8\pi v P,$$

и отсюда мы видимъ, что для $v=1$ или $v < 1$ сила свѣта въ срединѣ изображенія наибольшая.

Выводъ этотъ подтверждается явленіями, такъ какъ на большихъ разстояніяхъ позади щели, для коихъ разность AG въ длинѣ между среднимъ лучемъ свѣта и тѣми, которые идутъ къ срединѣ свѣтлаго изображенія отъ обоихъ краевъ щели, равна или менѣе $\frac{1}{4}\lambda$, мы замѣчаемъ внутри геометрическихъ границъ тѣни только свѣтлую полосу, окаймленную съ обѣихъ сторонъ внѣшними линіями интерференціи.

Наблюденіе (27) показываетъ, что при $AG=0,2905\lambda$ и безъ сомнѣнія также при нѣсколько большей величинѣ AG , между границами геометрической тѣни замѣчается только одна свѣтлая полоса.

Мы не будемъ здѣсь излагать анализъ кривыхъ линій, представляемыхъ уравненіемъ (13). Не слишкомъ значительно отступилъ отъ точности въ этомъ анализѣ и при томъ, по сложности вычисленій, всетаки не показалъ, какъ изъ уравненія (11) выводится положеніе maxima и minima на одной и той же кривой линіи. По выводамъ его, для разстояній позади щели не очень большихъ и для точекъ промежутка DD' (фиг. 9) болѣе близкихъ къ срединѣ изображенія, кривыя, удовлетворяющія уравненію (13), суть гиперболы, которыхъ вершины расположены не на краяхъ щели, т. е. не въ плоскости щели, а на перпендикулярной къ этой плоскости оси симметріи и при-

томъ одна вершина совпадаетъ со свѣтящеюся точкой, а другая расположена въ нѣкоторомъ разстояніи позади щели. Дуги гиперболей (12) и (13) будутъ слѣдовательно обращены кривизною въ противоположныя стороны; но такъ какъ для внѣшнихъ линій дуги тѣхъ и другихъ линій параллельны, и гиперболей (12) соотвѣтствуютъ *minima*, а гиперболей (13) *maxima*, то съ удаленіемъ отъ оси симметріи гиперболей (13) должны постепенно переходить отъ одного вида къ другому. На фиг. 10 представлено положеніе кривыхъ линій, согласно съ выводами Ке. Толстыя линіи представляютъ гиперболей (12); тонкія линіи внутри и на внѣшней сторонѣ геометрическихъ границъ тѣни представляютъ гиперболей (13), а пунктирныя линіи— границы тѣни. Мы можемъ оставить безъ разсмотрѣнія внутреннія кривыя линіи, удовлетворяющія уравненію (13), потому что явленія не представляютъ никакихъ слѣдовъ пересѣченія гиперболей, представляемыхъ уравненіями (12) и (13), хотя по малой кривизнѣ линій и вообще по малымъ размѣрамъ свѣтлыхъ изображеній, тѣ и другія линіи близки къ параллелизму. Мы можемъ принять, что гиперболей (13) по относительной слабости своей совсѣмъ не видны, хотя должны согласиться, что теорією, ведущею къ такимъ сложнымъ выводамъ, трудно объяснить столь простыя явленія, какъ постепенное измѣненіе внутреннихъ линій, изображенное на фиг. 3.

Перейдемъ теперь къ повѣркѣ наблюденіями опредѣляемаго теоретически положенія самыхъ рѣзкихъ *minima* и *maxima*, соотвѣтствующихъ гиперболямъ (12).

Для опредѣленія теоретическихъ разстояній гиперболей (12) отъ оси симметріи намъ будетъ служить формула (16).

$$O' P = \frac{N P \lambda}{e}$$

Для опредѣленія положенія *minima* и *maxima* на протя-

жении каждой гиперболы мы будем употреблять формулу (13).

$$\frac{d^2h}{dv^2} = -2\pi (v+v') (P+P')$$

Здѣсь мы напомнимъ опять, что maxima соответствуютъ положительнымъ величинамъ $P+P'$, а minima—отрицательнымъ.

Для опредѣленія P и P' мы будемъ вычислять v и v' по формуламъ

$$v = \gamma - \frac{n}{\gamma}, \quad v' = \gamma + \frac{n}{\gamma}$$

$$\gamma = e \sqrt{\frac{a+p}{2ap\lambda}}$$

Выше было сказано, что для внѣшнихъ линій v мѣняетъ знакъ, посему для нихъ будемъ имѣть:

$$v = \frac{n}{\gamma} - \gamma, \quad v' = \gamma + \frac{n}{\gamma}$$

$$\frac{d^2h}{dv^2} = -2\pi (v'-v) (P'-P)$$

Здѣсь опять знакъ величины $(P'-P)$ указываетъ maximum и minimum.

Затѣмъ для величинъ v и v' меньшихъ единицъ или близкихъ къ ней, P и P' будемъ вычислять по формуль (5)

$$P = \frac{\pi^3}{1.3} - \frac{\pi^3 v^7}{1.3.5.7} + \frac{\pi^5 v^{11}}{1.3.5.7.9.11} - \dots$$

Для величинъ v и v' значительно большихъ единицы будемъ употреблять формулу (9)

$$P = M + \frac{1}{2} \left(\sin \frac{\pi v^2}{2} - \cos \frac{\pi v^2}{2} \right), \text{ гдѣ}$$

$$M = \frac{1}{\pi v} \left(1 - \frac{1.3}{\pi^2 v^4} + \frac{1.3.5.7}{\pi^4 v^8} - \dots \right)$$

Я приведу ряды для Р и М въ томъ видѣ, который наиболѣе удобенъ для непосредственнаго употребленія во всѣхъ случаяхъ, встрѣчающихся при вычисленіи наблюденій:

$$\begin{aligned}
 P &= \text{num. log. } 0,0200287 v^3 - (\text{num. log. } 0,4702604 - 1)v^7 + \\
 &+ (\gg \gg 0,4689250 - 2) v^{11} - (\gg \gg 0,1731902 - 3)v^{15} + \\
 &+ (\gg \gg 0,6582875 - 5) v^{19} - (\gg \gg 0,9686402 - 7)v^{23} + \\
 &+ (\gg \gg 0,1336362 - 8) v^{27} - (\gg \gg 0,1741763 - 10)v^{31} + \\
 &+ (\gg \gg 0,1058941 - 12) v^{35} - (\gg \gg 0,9409276 - 15)v^{39} + \\
 &+ (\gg \gg 0,6889751 - 17) v^{43} - (\gg \gg 0,3579655 - 19)v^{47} + \\
 &+ (\gg \gg 0,9544980 - 22) v^{51} - (\gg \gg 0,4841593 - 24)v^{55} + \dots \\
 M &= \gg \gg \frac{0,5028501 - 1}{v} \left(1 - \gg \gg \frac{0,4828214 - 1}{v^4} + \right. \\
 &+ \left. \gg \gg \frac{0,0325897}{v^8} - \gg \gg \frac{0,0396253}{v^{16}} + \dots \right)
 \end{aligned}$$

Выше уже сказано, что формула (9) гораздо проще и удобнѣе въ сравненіи съ формулой (5) и что ее уже можно употреблять при $v=1,5, 1,7, 2$, но съ тѣмъ, чтобы въ сомнительныхъ случаяхъ, т. е. когда выводимая величина для $P+P'$ близка къ нулю, повѣрять выводы формулою (5), которая для v превосходящихъ 2 требуетъ вычисленія 12-ти и болѣе членовъ, а для v равныхъ 1, или близкихъ къ ней, — можетъ быть ограничена шестью или семью членами, число коихъ еще уменьшается по мѣрѣ уменьшенія v .

Я ограничусь вычисленіемъ двухъ наблюденій (1) и (23), потому что вычислить ихъ всѣ требовалось бы только тогда, еслибы теорія была болѣе согласна съ измѣреніями. Выше сказано, что $\lambda=0,000571$ мм. Наблюденіе (1) представляетъ въ свѣтломъ изображеніи четыре темныхъ линіи, а наблюденіе (23) въ срединѣ изображенія представляетъ широкую свѣтлую полосу, окаймленную съ

№ наблюдения	е Въ м и	а л л и м е	р т р а х ъ	Свойство центральн. полосы.		n	O'P по вычисленію. мм.	Сила освѣщенія.	№ боковыхъ темныхъ линий.	O'P въ мм.
				По наблюдению.	По вычисленію.					
1	0,840	222,119	60,823	maximum	maximum	1	0,0413	minim.	1 minim.	0,054
						2	0,0826	maxim.		
						3	0,1239	minim.	2 minim.	0,192
						4	0,1652	maxim.		
						5	0,2065	maxim.		
						6	0,2478	minim.		
						7	0,2891	minim.		
						8	0,3304	maxim.		
						9	0,3717	maxim.		
						10	0,4120	maxim.		
						11	0,4533	min. слабый.		
						12	0,4946	minim.		
<p>Ширина свѣтлаго промежутка между геометрическими границами тѣни = 1,069 мм., половина этой ширины = 0,5345; граница тѣни заключается между $n = 12$ и $n = 13$, именно при $n = 12,942$.</p>										
23	0,402	221,484	147,437	maximum	maximum	1	0,2094	min. слабый.	внутренняя линия 1 minim.	0,237
						2	0,4188	minim.			внѣшняя линия 2 minim.	0,514
						3	0,6282	minim.		
						4	0,8376	minim.	3 minim.	0,785
						5	1,0470	minim.			4 minim.	1,051
<p>Разстоянія геометрической границы тѣни отъ середины изображенія = 0,335; граница тѣни заключается между $n = 1$ и $n = 2$, именно почти при $n = 1,6$.</p>										

обѣихъ сторонъ одною темною линіей; остальные *minima* внѣшніе.

(См. табл.).

Простой взглядъ на эту таблицу показываетъ, что результаты наблюденій и вычисленій далеко не сходятся между собою. Въ наблюдении (1) только середина изображенія, согласно съ теоріей, представляетъ *maximum*; ¹⁾ во всемъ остальномъ наблюдение это не подходитъ подъ теоретическіе выводы. По этимъ послѣднимъ, на 6-ти гиперболахъ приходятся *minima*, тогда какъ наблюденія показываютъ ихъ только 2. Должно вспомнить еще, что между сосѣдними *minima* и *maxima* непремѣнно должны находиться, по крайней мѣрѣ, одинъ *maximum* и одинъ *minimum*; между двумя сосѣдними *minima*—по крайней мѣрѣ одинъ *maximum*, и между двумя *maxima* — одинъ *minimum*. Число *minima* возрастетъ такимъ образомъ необычайно.

Но мы уже предположили, что промежуточные *minima* не ощутительны для глаза, — предположеніе, которое отнюдь нельзя считать доказаннымъ; мы сдѣлаемъ еще предположеніе, что сосѣдніе *minima* сливаются въ одинъ; такимъ образомъ въ одномъ мѣстѣ, при $n=6$ и 7, два *minima* сольются въ одинъ и дадутъ темную линію шириною около 0,53 мм. Сверхъ того, два крайнихъ *minima*, при $n=11$ и 12, мы отнесемъ къ краю видимой тѣни, предположивъ, что свѣтлое изображеніе щели сѣзилось въ этомъ наблюдении, сравнительно съ своими геометрическими размѣрами. Послѣднее предположеніе будетъ совершенно со-

¹⁾ Во 2-мъ отдѣлѣ этого сочиненія было сказано, что середина изображенія въ наблюдении (1) соотвѣтствуетъ переходу отъ *minima* къ *maxima*; но тамъ точки перехода не были опредѣлены математически; вычисленіе же показало, что въ наблюдении (1) *maximum* на серединѣ изображенія еще не переходитъ въ *minimum*.

гласно съ сообщенными въ 1-мъ отдѣлѣ наблюденіями о положеніи тѣней. При всѣхъ этихъ предположеніяхъ, въ промежуткѣ между серединой изображенія и однимъ изъ краевъ должно помѣститься 3 мініма, тогда какъ ихъ видно только 2.

Наблюденіе (23) гораздо болѣе согласуется съ теоріей. — Мы могли бы даже сказать, что оно согласно съ нею, если бы ширина промежутковъ между двумя мініма не была постоянно болѣе теоретической ширины; отъ этого 4 измѣренныя линіи, одна—внутренняя и три—внѣшнія, занимаютъ пространство, на которомъ по теоріи должно помѣститься 5 линій.

Хотя несогласіе между теоріей и наблюденіями весьма значительно, но нельзя не видѣть, что теорія передаетъ довольно близко всѣ характеристическія черты явленій. Формула (16)

$$O'R = \frac{nr\lambda}{e},$$

опредѣляющая положеніе гипербольт, на конхъ расположены самыя рѣзкіе внутренніе мініма и махіма и внѣшніе мініма, показываетъ, что разстояніе между этими гиперболами зависитъ только отъ разстоянія r лупы отъ щели, но не зависитъ отъ a , т. е. отъ разстоянія между свѣтящеюся точкой и щелью. — Хотя сравненіе наблюденій (2), (23) и (27) съ (4), (29) и (30) ведетъ скорѣе къ противоположному заключенію, и хотя само собою разумѣется, что съ увеличеніемъ a уголъ между прямыми лучами свѣта, проходящими черезъ щель, уменьшается, при чемъ, какъ показали измѣренія, произведенныя съ разными собирательными стеклами, ширина промежутковъ между темными линіями немного увеличивается; но какъ увеличеніе это очень мало, то мы не можемъ въ немъ видѣть противорѣчія теоріи, а можемъ только заключать о несовершенной полнотѣ послѣдней.

Что внутреннія темныя линіи находятся въ нѣкоторой зависимости отъ a , это можно видѣть не только по указаннымъ передъ симъ наблюденіямъ, но также по сравненію примѣчаній къ наблюденіямъ (2) и (4) и по сообщеннымъ въ началѣ этого сочиненія выводамъ изъ приближительныхъ опредѣленій. — Зависимость эта нисколько не противорѣчитъ теоріи, такъ какъ внутри геометрическихъ границъ *minima* цоявляются попеременно то на одной, то на другой изъ двухъ сосѣднихъ гиперболъ и перемѣняютъ мѣсто съ измѣненіемъ v и v' , которыя находятся въ зависимости какъ отъ p , такъ и отъ a .

Что число внутреннихъ темныхъ линій уменьшается съ удаленіемъ лупы отъ щели, — это также совершенно согласуется съ теоріею. Промежутки между гиперболами увеличиваются съ увеличеніемъ p . Мы видѣли выше, что когда $\gamma=1$, или еще менѣе, т. е. когда

$$e = \sqrt{\frac{2ap\lambda}{a+p}},$$

или <

то въ промежуткѣ DD' остается только *maximum* на срединѣ изображенія.

Наблюденія показываютъ, что число внутреннихъ темныхъ линій, при постепенномъ увеличеніи p или a , уменьшается на единицу, и это уменьшеніе сопровождается замѣною прежнихъ линій другими, появляющимися въ промежуткахъ между прежними. Отсюда мы выводимъ, согласно съ теоріею, что прежнія крайнія темныя линіи переходятъ въ *maxima*, и затѣмъ на соответствующихъ имъ гиперболахъ появляются *minima* уже за геометрической границей тѣни.

Изъ наблюденій (23), (24), (25) и (26) видно, что уже послѣ того, какъ оставшаяся въ свѣтломъ изображеніи одна темная средняя линія перешла въ свѣтлую полосу, по сторонамъ ея появилось опять по одной темной линіи,

т. е. двѣ во всемъ промежуткѣ DD' . Это явленіе тоже совершенно согласно съ теоріей и показываетъ, что на гиперболѣ, для которой $n=1$, снова появился *minimum*, прежде чѣмъ она вышла за геометрическую границу тѣни, т. е. прежде чѣмъ γ сдѣлалось равно 1.

Теорія даетъ нѣкоторое понятіе и о положеніи видимой границы тѣни, хотя въ этомъ отношеніи не должно упускать изъ виду вліяніе контраста, которое не подчиняется теоріи. Изъ вычисленій, относящихся къ наблюденію (1), видно, что *minima* появляются на внутреннихъ гиперболахъ, ближайшихъ къ геометрической границѣ тѣни, прежде нежели гиперболы эти перейдутъ за границу; что этимъ крайнимъ *minima* предшествуетъ широкій промежутокъ, на которомъ разсматриваемыя гиперболы представляютъ только *maxima*, и что вообще ширина свѣтлыхъ промежутковъ между рѣзкими *minima* увеличивается отъ середины къ краямъ свѣтлаго изображенія. Всѣ эти выводы согласуются съ явленіями.

На большихъ разстояніяхъ позади щели, гиперболы, на коихъ появляются самыя рѣзкія *minima* и *maxima*, имѣютъ такія большія разстоянія между собою, что расположенные на нихъ *minima* производятъ каждое свое отдѣльное впечатлѣніе на глазъ; два сосѣдніе *minima* не могутъ уже сливаться въ одинъ, и потому видимая граница тѣни исчезаетъ, разсѣвается. Первый *minimum* за геометрической границей тѣни имѣетъ наибольшую рѣзкость, такъ какъ до него не достигаютъ прямые лучи свѣта, а доходятъ только косвенные, длина коихъ непрерывно и правильно возрастаетъ отъ одного края щели до другаго, и потому взаимное уничтоженіе ихъ въ точкахъ, соответствующихъ *minima*, бываетъ полнѣе, чѣмъ при болѣе сложномъ порядкѣ пзмѣненій въ длинѣ сходящихся къ одной точкѣ лучей, который должно предполагать въ точкахъ, расположенныхъ внутри свѣтлаго изображенія.

Такимъ образомъ можно объяснить, что въ близкихъ разстояніяхъ позади щели видимая граница тѣни будетъ ближе къ оси симметріи, нежели геометрическая граница, а въ далекихъ разстояніяхъ видимая тѣнь сдѣлается разсѣявшеюся на краяхъ и удалится за геометрическую границу. Граница видимой тѣни совсѣмъ пресѣкается, теряетъ непрерывность, когда внѣшняя линія, сохраняя *minimum*, переходитъ внутрь промежутка DD' . Мы говорили объ этомъ случаѣ въ первомъ отдѣлѣ этого сочиненія.

Находя въ одно и тоже время, что приложеніе теоріи Френеля къ явленіямъ диффракціи свѣта, послѣ прохода его чрезъ малыя отверстія, даетъ довольно точную характеристику этихъ явленій и вмѣстѣ съ тѣмъ ведетъ къ выводамъ, которые значительно отклоняются отъ дѣйствительности и вообще не соотвѣтствуютъ простотѣ явленій, которыя только теперь разсмотрѣны съ полною отчетливостью, необходимо имѣть въ виду, въ какой степени несогласіе теоріи съ фактами зависѣло отъ неточности употребленныхъ для измѣреній способовъ. Эта мысль приходила мнѣ неоднократно во время производства измѣреній и я употребилъ всѣ состоявшія въ моемъ распоряженіи средства для того, чтобы избѣжать недоразумѣній. Къ важнымъ ошибкамъ могли бы повести только два обстоятельства: 1) еслибы длина волненія для бѣлаго свѣта, т. е. $\lambda = 0,000571$ мм., не могла быть принята за величину постоянную и годную для объясненія явленій и 2) если бы ширина щели была измѣрена не точно.

Хотя длина волны для бѣлаго свѣта выведена Швердомъ изъ наблюденій, которыя до сего времени, болѣе 30 лѣтъ, признаются классическими и не встрѣчаютъ опроверженій, но можно думать, что величина эта годится только для опредѣленія полсженія внѣшнихъ линій, которыя вполне соотвѣтствуютъ явленіямъ, занимавшимъ Швер-

да, и тѣмъ отличаются отъ внутреннихъ, что цвѣта въ каждой изъ нихъ повторяются въ однообразномъ порядкѣ, тогда какъ на внутреннихъ линіяхъ цвѣта измѣняются. Имѣя всегда въ виду такое основательное опроверженіе противъ годности величины λ , я сдѣлалъ нѣсколько сравнительныхъ опредѣленій для бѣлаго и другихъ болѣе или менѣе однородныхъ цвѣтевъ, которые были очень достаточны для убѣжденія, что если для внутреннихъ линій величина 0,000571 мм. дѣйствительно не совершенно точна, то она можетъ повести только къ совершенно ничтожному несходству математическихъ выводовъ съ явлениями, которое не можетъ идти ни въ какое сравненіе съ приведенными въ таблицѣ несходствами.

Сравнительныя наблюденія для бѣлаго свѣта, направленного гелиостатомъ прямо на щель, или предварительно пропущеннаго черезъ красное стекло, окрашенное мѣдною закисью, либо черезъ кобальтовыя стекла, приведены мною въ сочиненіи «О разсѣяніи свѣта». Они доказали, что красный свѣтъ, сравнительно съ бѣлымъ, изрѣдка даетъ внутри свѣглаго изображенія единицею меньшее число темныхъ линій и никогда не даетъ большаго ихъ числа; напротивъ, синій цвѣтъ изрѣдка даетъ единицею большее число темныхъ линій и никогда меньшее. Этотъ результатъ совершенно соотвѣтствуетъ длинамъ волненій краснаго, бѣлаго и синяго цвѣтовъ и доказываетъ, что объясненный выше недочетъ *minima* противъ теоріи никакъ не можетъ зависѣть отъ неточности введеннаго въ вычисленія λ .

Сверхъ того я производилъ еще измѣреніе явленій дифракціи, пропуская сквозя щель свѣтъ водороднаго пламени, окрашеннаго поваренною солью. Для этого свѣта длина волненія опредѣлена съ наибольшею точностью и еще недавно парижская академія наукъ выдала премію г. Маскару за новое повтореніе того же опредѣленія, которое

только подтвердило прежніе выводы. Однакожь, этотъ искусственный свѣтъ оказался не очень удобнымъ для моихъ измѣреній. Будучи помѣщенъ въ близкомъ разстояніи отъ собирательныхъ стеколъ, онъ даже двумя стеклами, поставленными одно передъ другимъ, не можетъ быть хорошо сосредоточенъ въ малую точку: всегда получается небольшое изображеніе пламени. Если же поставить передъ пламенемъ щитъ съ круглымъ отверстіемъ или отодвигать пламя отъ собирательныхъ стеколъ, то получаемая свѣтящаяся точка бываетъ слишкомъ слаба и даетъ неясныя линіи интерференціи. Кромѣ того свѣтъ этотъ постоянно дрожить, отчего при измѣреніяхъ получаются сильно измѣняющіяся величины.

Посредствомъ такого желтаго свѣта я сдѣлалъ однакожь много измѣреній, которыхъ не привожу здѣсь, потому что не считаю ихъ точными. При этихъ измѣреніяхъ ширина щели была опредѣляема стекляннымъ микрометромъ, на которомъ каждый миллиметръ раздѣленъ на десять частей. Этотъ микрометръ прикрѣплялся на передней плоскости щели, а дѣленія читались при помощи лупы съ другой стороны щели.

При этихъ наблюденіяхъ совершенно подтвердилась вся послѣдовательность въ измѣненіи линій интерференціи на разныхъ разстояніяхъ позади щели, описанная въ первомъ отдѣлѣ этого сочиненія; число внутреннихъ линій и ширина промежутковъ между ними точно также не согласовались съ теоріею; но промежутки между внѣшними линіями гораздо ближе подходили къ теоретическимъ величинамъ, т. е. къ 1 по формулѣ (3), нежели при сообщенныхъ здѣсь измѣреніяхъ. Но именно это и служитъ доказательствомъ большей точности послѣднихъ, такъ какъ я уже доказалъ вначалѣ этого сочиненія, что свѣтлое изображеніе щели на близкихъ разстояніяхъ позади ея бываетъ менѣе ширины щели, и потому употребленный при этихъ опытахъ

способъ измѣренія ширины давалъ величины замѣтнымъ образомъ менѣе дѣйствительныхъ.

Я не имѣю причины сомнѣваться въ недостаточной точности описаннаго во второмъ отдѣлѣ способа опредѣленія ширины щели. Послѣ повѣрки положенія нуля дѣлений, посредствомъ коихъ опредѣлялась эта ширина, выведена была по разсмотрѣннн microscope закрытой щели постоянная поправка, которую должно было принимать въ соображеніе при опредѣленнн ея ширины. Затѣмъ, если и могли случиться неточности, то онѣ должны были повести къ ошибкамъ мало ощутительнымъ, и отнюдь нельзя ссылаться на нихъ для объясненія показаннаго выше сильнаго несогласія между результатами измѣреній и вычисленій.

Но въ настоящее время нѣтъ и надобности сосредоточивать большія усилія для вывода всѣхъ явленій диффракціи изъ одной теоріи Френеля въ прежнемъ ея видѣ. Самъ Френель, изъ своихъ опытовъ надъ проходомъ свѣта черезъ малыя отверстія, вывелъ заключеніе, что установленная имъ теорія не совершенно точна въ примѣненнн къ этому случаю, и такое необыкновенное отсутствіе самообольщенія еще возвышаетъ понятіе о его геніальности.

Въ засѣданнн парижской академіи наукъ 3-го октября 1842 г. Коши показалъ, какимъ образомъ интегрированіе составленныхъ имъ уравненій, представляющихъ безконечно малыя движенія системы частицъ ээира, можетъ быть приложено къ объясненнн прямолинейнаго распространенія лучей свѣта послѣ прохода черезъ щель въ экранѣ, расширения (dilatation) этихъ лучей, называемыхъ согнутыми (diffracté) вслѣдствіе самого этого расширения, также къ объясненнн бахромокъ, появляющихся на краяхъ свѣтлыхъ пучковъ, и тѣней. Тогда же онъ обратилъ вниманіе академіи на сдѣланный имъ посредствомъ одн о

го только математическаго анализа «необыкновенный выводъ». Выводъ этотъ состоитъ въ томъ, что если свѣтъ проходить черезъ отверстіе, сдѣланное въ экранъ, то происходятъ вообще два рода согнутыхъ лучей, изъ коихъ одни будутъ продолжать движеніе позади отверстія, другіе будутъ отражены. Замѣтимъ, что здѣсь говорится не о лучахъ отраженныхъ ближайшими къ краямъ отверстія частями экрана, но объ отраженіи лучей самимъ этимъ отверстіемъ. Если до сего времени, продолжаетъ Коши, замѣчали только согнутые лучи, распространяющіеся позади экрана, то это безъ сомнѣнія произошло отъ большаго удобства наблюдать ихъ около бросаемой экраномъ тѣни. Было бы интересно попробовать, не удастся ли, при употребленіи экрана очень чернаго, поглощающаго возможно большее количество падающихъ на него лучей, замѣтить новые отраженные и согнутые лучи.

Коши при этомъ забылъ, вѣроятно, что Фрауенгоферу дѣйствительно удавалось открыть отраженные согнутые лучи. Извѣстно, что вычерчивая алмазомъ на стеклянныхъ пластинкахъ чрезвычайно близкія между собою и правильно расположенныя черты, Фрауенгоферъ наблюдалъ совершенно одинакіе спектры какъ въ томъ случаѣ, когда сквозь эти пластинки смотрѣлъ на источникъ свѣта или вообще на свѣтлыя точки, такъ и въ томъ случаѣ, когда смотрѣлъ спереди на эти пластинки, помѣщенныя въ разныхъ разстояніяхъ отъ источника свѣта. Послѣдніе, отраженные спектры были слабѣе первыхъ при обыкновенныхъ обстоятельствахъ; но дѣлались особенно ясными, когда на стеклянной пластинкѣ промежутки между чертами были покрыты чернымъ лакомъ, какъ этого желалъ впоследствии Коши.

Эти отраженные спектры рѣшительно не могутъ быть объяснены по теоріи Френеля. вмѣстѣ съ тѣмъ отражен-

ные согнутые лучи дадутъ болѣе удовлетворительное объясненіе для сильнаго ослабленія свѣта пучковъ, проходящихъ чрезъ малыя отверстія; мы замѣтили въ первомъ отдѣлѣ этого сочиненія, что свѣтлыя изображенія отверстій бывають освѣщены ощутительно слабѣе, когда отверстіе менѣе, и что это ослабленіе быстро возрастаетъ съ уменьшеніемъ ширины отверстія. Ослабленіе силы проходящаго сквозь отверстіе свѣта съ уменьшеніемъ площади отверстія согласуется и съ теоріей Френеля, но вѣроятно, при отсутствіи отраженій, это ослабленіе не возростало бы въ такой быстрой прогрессіи, какъ видимъ это на опытѣ.

Выводъ, сдѣланный Коппи изъ математическаго изслѣдованія движенія массы ээира, проходящей черезъ малыя отверстія, вслѣдствіе сообщенной частицамъ ея большой скорости по направленію лучей и возбужденныхъ при этомъ частичныхъ силъ, я представляю себѣ совершенно такимъ же образомъ, какъ сжатіе струи воды, при проходѣ черезъ малыя отверстія, сдѣланныя ниже ея уровня въ стѣнахъ сосуда. Сила тяжести сообщаетъ водѣ движеніе, которое значительно ослабляется сжатіемъ струи; такимъ образомъ происходитъ противодѣйствіе вытеканію воды, которое въ ээирѣ выражается отраженіемъ свѣта, по несходству обѣихъ жидкостей. Прошедшая черезъ отверстіе струя разбрызгивается тѣмъ сильнѣе, чѣмъ площадь отверстія менѣе.

При содѣйствіи этого математическаго вывода, объясненіе явленій диффракціи будетъ полнѣе. Совершенно также, какъ это предположено Фрауенгоферомъ, изъ каждой точки площади отверстія свѣтъ расходится во всѣ стороны двумя пучками, изъ которыхъ одинъ продолжаетъ двигаться впередъ за отверстіемъ, другой отражается назадъ. Какъ отраженный, такъ и прошедшій сквозь отверстіе свѣтъ, безъ сомнѣнія, сохраняетъ свойство распростра-

ниться во всѣ стороны отъ каждой движущейся частицы эѳира, согласно съ принципомъ Гюйгенса. Но это распространеніе должно отличать отъ диффракціи или сгибанія лучей, происходящаго исключительно въ площади отверстія, чего Френель не различалъ, хотя и вычислялъ всегда длину согнутыхъ лучей, считая одну изъ точекъ площади отверстія вершиной угла ихъ сгибанія.

Такимъ образомъ, въ той плоскости, гдѣ уловляются и разсматриваются явленія диффракціи, на каждую точку дѣйствуютъ согнутые лучи, вершина сгибанія которыхъ находится въ плоскости отверстія, и элементарныя или косвенныя волненія, исходящія отъ каждой движущейся частицы эѳира во всѣ стороны; на каждую точку дѣйствуютъ слѣдовательно двѣ системы лучей, и только въ первой системѣ длина согнутыхъ лучей непрерывно возрастаетъ отъ кратчайшаго къ самому длинному лучу, такимъ образомъ, какъ это принято Френелемъ; длина же косвенныхъ волненій представляетъ болѣе сложныя измѣненія, такъ какъ волненія эти могутъ исходить изъ пучка прошедшихъ сквозь отверстіе лучей на всемъ разстояніи между отверстіемъ и плоскостью, въ которой наблюдаются явленія.

Необходимо допустить, что вліяніе косвенныхъ волненій измѣняется съ величиною отверстія и со степенью отклоненія отъ параллелизма проходящихъ сквозь отверстіе лучей. Сверхъ того, приведенныя выше изслѣдованія показываютъ, что глазъ даже при помощи оптическихъ инструментовъ не можетъ ощущать всѣхъ измѣненій въ относительной силѣ освѣщенія, почему наблюдаемыя явленія представляются гораздо болѣе простыми даже въ сравненіи съ тѣмъ, какъ они выводятся по изложенной Френелемъ, неполной теоріи. По этимъ причинамъ, послѣ геніальной попытки Френеля вывести всѣ явленія диффракціи изъ математической теоріи, попытки, которая ока-

залась столь удачно въ примѣненіи къ свѣту, проходящему мимо одного края экрана,—слѣдуетъ отказаться отъ подобнаго притязанія въ отношеніи къ малымъ отверстіямъ до тѣхъ поръ, пока измѣреніе явленій диффракціи на разныхъ разстояніяхъ позади отверстій дастъ возможность вывести эмпирическіе законы, по коимъ измѣняется вліяніе косвенныхъ волненій при разныхъ обстоятельствахъ.

Очень понятно, что вліяніе это должно увеличивать промежутки между темными линіями, точно также какъ и промежутки между внутренними линіями увеличиваются въ отношеніи къ линіямъ внѣшнимъ; оно должно также уничтожать слабыя мініма, дѣлая ихъ еще слабѣе, и такимъ образомъ оно обоими путями должно вести къ упрощенію явленій. Легко видѣть также, что измѣреніе внѣшнихъ линій съ большею простотою можетъ послужить къ выводу упомянутыхъ эмпирическихъ законовъ и можетъ показать общую связь между всѣми явленіями диффракціи.

Не должно удивляться и тому, что теорія Френеля такъ хорошо согласуется съ явленіями, наблюдаемыми при проходѣ свѣта мимо одного края непрозрачнаго тѣла. Здѣсь условія другія, чѣмъ при проходѣ свѣта черезъ малыя отверстія. Согласіе этихъ явленій съ прежней теоріей и сравнительное теоретическое изслѣдованіе дѣйствія силъ въ обоихъ случаяхъ должны содѣйствовать изученію всѣхъ другихъ явленій.

И. Полетика.

ГОРНОЕ ХОЗЯЙСТВО и СТАТИСТИКА.

О ПРАВАХЪ НА НЪДРА ЗЕМЕЛЬ ЦАРСТВА ПОЛЬСКАГО.

Юго-западная оконечность Царства Польскаго богато надѣлена природою такими ископаемыми минералами, которые составляютъ необходимую потребность и силу каждаго благоустроеннаго государства.

Въ 1815 году, при проведеніи границы Россійской Имперіи въ этой части края, въ составъ Царства Польскаго вошли земли, которыя по геогностическому строенію составляютъ продолженіе каменноугольныхъ и рудоносныхъ формаций, залегающихъ въ сосѣдственной съ Царствомъ области Пруссіи.

Извѣстно, до какой высокой степени развитія дошла въ настоящее время горная промышленность прусской Верхней Силезіи. Съ избыткомъ удовлетворяя потребностямъ страны въ каменномъ углѣ, рельсахъ, всякаго рода чугунныхъ и желѣзныхъ издѣліяхъ, цинкѣ и въ другихъ произведеніяхъ горной промышленности, она ставитъ свою страну въ независимое по симъ предметамъ положеніе и кромѣ того снабжаетъ европейскіе рынки цинкомъ, различными металлическими издѣліями и извлекаетъ еще въ пользу казны значительный доходъ отъ горныхъ податей.

Совсѣмъ въ иномъ положеніи находится промышленность эта въ Польшѣ, хотя по геогностическому строе-

нію почвы, какъ выше упомянуто, она находится въ одинаковыхъ условіяхъ съ Верхней Силезіей.

Посѣщающаго юго-западную часть Польши, вблизи Домброво, невольно поражаетъ замѣчательное явленіе. По совершенно однообразной мѣстности, одинаковаго геогностическаго строенія, едва замѣтный ручей составляетъ границу двухъ смѣжныхъ государствъ: Россіи и Пруссіи. По ту сторону границы, безчисленное множество высокихъ заводскихъ трубъ, густой массой разстилающихся дымъ, теряющійся на горизонтѣ, живо свидѣтельствуешь о кипучей дѣятельности горнаго промысла въ Прусской Силезіи. Обращаясь въ другую сторону, взору представляется совсѣмъ иной видъ: здѣсь все мертво и неподвижно, какъ будто бы случайно проведенная черта по земной поверхности обрубилъ и подземныя богатства. Но вниманіе наблюдателя еще болѣе поражается тѣмъ, что тутъ же, въ 7 верстахъ отъ границы, на землѣ Царства Польскаго, находятся богатые мѣсторожденія каменнаго угля, пласты коего, толщиною въ 8 сажень, выходятъ прямо на земную поверхность и на самыхъ сихъ пластахъ положены рельсы желѣзной дороги, по которой провозится нынѣ ежегодно около 10 мил. пудовъ прускаго каменнаго угля, собственно для потребностей Царства и количество ввоза этого драгоцѣннаго ископаемаго ежегодно увеличивается, соотвѣтственно возрастанію его употребленія.

Эти факты могутъ нагляднымъ образомъ свидѣтельствовать въ какомъ жалкомъ положеніи находится горная промышленность Царства Польскаго, обильно одареннаго отъ природы подземными богатствами, которыми мы или неумѣемъ, или не желаемъ пользоваться, а чрезъ это мы поставлены въ необходимость пріобрѣтать покупкою изъ заграницы предметы, составляющіе одну изъ первыхъ потребностей благоустроеннаго государства.

Дѣйствительно Царство Польское въ ряду странъ, занимающихся горнымъ промысломъ, занимаетъ одно изъ самыхъ низшихъ мѣстъ. Нѣсколько столѣтій тому назадъ, какъ свидѣлствуютъ историческіе документы, горная промышленность Царства находилась въ цвѣтущемъ состояніи. Близъ городовъ Олькуша и Славковъ существовали серебряныя и свинцовыя производства, слѣды коихъ сохранились и понынѣ. Въ 17 столѣтіи, въ слѣдствіе 30-лѣтней войны и недостатка денежныхъ средствъ, горная промышленность Царства пришла въ упадокъ и съ тѣхъ поръ она находилась до 1840-хъ годовъ почти въ неподвижномъ состояніи. По присоединеніи Царства Польскаго въ 1815 году къ Россіи, одною изъ первыхъ заботъ правительства въ семь краѣ было: поднять матеріальныя средства страны и съ этой цѣлію оно обратило особенное вниманіе на горную промышленность. За неимѣніемъ въ то время въ краѣ частнаго горнаго промысла, правительство приступило къ нему само и вотъ въ какомъ положеніи представляется съ того времени казенная горная промышленность Польши.

Управленіе горнымъ вѣдомствомъ Царства ввѣрено было тогда особой дирекціи, состоявшей въ вѣдѣніи правительственной комисіи внутреннихъ дѣлъ и хотя управленіе это не было въ блестящемъ состояніи, но дѣла его по устройству горнозаводскаго дѣла шли, по крайней мѣрѣ, безъ долговъ. За симъ, въ видахъ распространенія горныхъ заводовъ и извлеченія отъ нихъ большей пользы, для чего требовались значительныя издержки, горная часть Царства присоединена была въ 1825 г. къ правительственной комисіи финансовъ. Съ переходомъ этимъ начались преобразованія, перестройка прежнихъ и постройка новыхъ заводовъ, вводились разныя улучшенія, но безъ должной бережливости въ суммахъ, такъ что въ теченіи короткаго времени истрачено было болѣе

3 мил. руб. сер., занятыхъ изъ польскаго банка и изъ эмеритальныхъ капиталовъ, а результатомъ сего было то, что горное вѣдомство не только не могло уплатить своихъ долговъ, но и лишилось возможности содержать себя изъ собственныхъ доходовъ, такъ что казна Царства вынуждена была ежегодно выдавать на содержаніе сего вѣдомства по 60,000 т. р. с. изъ другихъ источниковъ.

При такомъ положеніи дѣла, оказавшемся въ самое затруднительное для казны Царства время, горное вѣдомство въ 1833 году передано было польскому банку, въ томъ между прочимъ предположеніи, что при управленіи польскимъ банкомъ заведется бѣльшая бережливость и что горное дѣло получитъ направленіе, болѣе соотвѣтственное требованіямъ сей промышленности и будетъ приносить такой доходъ, изъ котораго можно будетъ покрыть прежнія и новыя ссуды. Предположеніе это однако не сбылось. Управляя 10 лѣтъ горною частію Царства, банкъ сдѣлалъ огромные и притомъ совершенно бесполезные расходы, такъ что по возвращеніи въ 1843 году горной части въ управленіе правительственной комисіи финансовъ, долги сего вѣдомства, сравнительно съ прежними, оказались больше на 6 мил. руб. сер.

Такимъ образомъ ни предпріятія самаго правительства, ни участіе польскаго банка, не имѣло другаго результата, кромѣ бесполезной растраты значительнаго капитала, и горная часть Царства, не смотря на огромныя пожертвованія и старанія управлявшаго послѣ сего ею, спеціальнаго свѣдущаго инженера генерала Юсса, привести ее въ надлежащее устройство, осталось въ томъ же жалкомъ положеніи, въ какомъ была и прежде, тогда какъ при одинаковомъ богатствѣ рудъ и всѣхъ мѣстныхъ условій, смѣжная съ здѣшной, частная прусская горная промышленность даетъ блестящіе результаты.

Причина неудачъ всѣхъ этихъ государственныхъ предпріятій заключается главнѣйше въ самомъ свойствѣ этой промышленности. Тогда какъ промышленность эта требуетъ скорыхъ дѣйствій и своевременнаго употребленія съ пользою ежедневно мѣняющихся обстоятельствъ, управляющіе дѣлами этой промышленности, чиновники государственной службы связаны строгими формами и установленными правилами отчетности. Эти формы и правила, столь необходимыя въ казенномъ, многосложномъ управленіи и составляютъ тѣ препятствія къ успѣшному и скорому ходу дѣлъ промышленности, устранить которыя не въ состояніи самый опытный распорядитель и дѣльный техникъ.

Такъ какъ опытъ повсюду доказалъ, что казна неспособна заниматься промышленными предпріятіями, то правительства всѣхъ европейскихъ странъ постепенно признали свободными горную промышленность и горные заводы, т. е. они предоставили свободное занятіе горной промышленностію частнымъ лицамъ, на извѣстныхъ условіяхъ, оставя въ распоряженіи казны лишь тѣ заводы, произведенія коихъ составляютъ исключительно потребность государства. Русское правительство, усматривая, что казенная горнозаводская промышленность Царства Польскаго, несмотря на сдѣланныя для поддержанія ея значительныя пособія, не приноситъ казнѣ существенной выгоды, пришло къ такому же заключенію, и въ слѣдствіе сего состоялось въ 1862 г. Высочайшее повелѣніе, подтвержденное въ 1864 году, объ обращеніи казенной горнозаводской промышленности Царства Польскаго на путь частныхъ предпріятій. Осуществленіе сей Высочайшей воли нынѣ должно приводиться въ исполненіе.

Что касается частной горнозаводской промышленности Царства Польскаго, то со времени упадка своего въ 17 столѣтіи, она почти не существовала въ то время, когда

край этотъ въ 1815 году былъ присоединенъ къ Россіи и въ такомъ положеніи она находилась до 1840-хъ годовъ. Отъ обстоятельствъ политическихъ и недостатка денежныхъ средствъ польскіе землевладѣльцы смотрѣли равнодушно на блестящіе ежегодно возрастающіе результаты горнозаводской промышленности сосѣдней Прусской Силезіи, и въ то время какъ въ послѣдней, на самой границѣ съ Польшей, можно сказать на глазахъ польскихъ землевладѣльцевъ, быстро созидались во множествѣ заводы и фабрики и устраивались каменноугольныя копи, по сую сторону границы, богатыя минеральныя сокровища лежали нетронутыми и землевладѣлецъ той почвы, въ которой находится въ изобиліи желѣзная руда и каменный уголь, долженъ употреблять иностранное желѣзо даже для плуга, которымъ онъ обрабатываетъ свое поле.

Въ 1840-хъ годахъ впервые началось появляться движеніе частной горной промышленности, преимущественно въ южной части Царства, въ той именно полосѣ, приграничной къ Силезіи, гдѣ геогностическое строеніе края представляетъ обильное поле для развитія промысла. Съ этого времени, частію сами мѣстные землевладѣльцы, частію же иностранные капиталисты, скупивъ землю въ видахъ воспользоваться ея нѣдрами, мало по малу начали приступать къ устройству рудниковъ и заводовъ, такъ что до 1864 года считалось уже на залегающей въ приграничной къ Силезіи части Царства каменноугольной формациі, 12 каменноугольныхъ разрабатываемыхъ частными лицами копей, на коихъ получалось ежегодно до 7 мил. пудовъ каменнаго угля. Между иностранными капиталистами, предпринявшими разработку ископаемыхъ Царства Польскаго, заслуживаетъ вниманія королевско-прусскій комерціи-совѣтникъ Густавъ Крамстъ изъ Фрейбурга, сдѣлавшій съ 1862 года затрату капитала на по-

купку земли и устройство въ ней рудниковъ и заводовъ до 2 мил. талеровъ. Зарождающаяся частная горнозаводская промышленность въ краѣ, въ 1864 году, выражалась слѣдующими цифрами:

добыто каменнаго угля .	7,000,000	пуд.
выплавлено чугуна . . .	1,000,000	»
выдѣлано желѣза . . .	500,000	»
выплавлено цинка . . .	120,000	»

Присоединяя къ частнымъ заводамъ и рудникамъ производительность казенныхъ, общій итогъ горнозаводской промышленности Царства за 1864 г. представлялъ слѣдующій результатъ:

добыто каменнаго угля .	13,000,000	пуд.
выплавлена чугуна . . .	1,600,000	»
выдѣлано желѣза . . .	845,000	»
выплавлено цинка . . .	180,000	»

Въ прежнія времена въ Польшѣ не существовало устава, написаннаго спеціально для горнозаводской промышленности. Изъ имѣющихся историческихъ документовъ не видно была ли и въ какомъ объемѣ установлена польскими королями горная регалія; извѣстно только, что они не сами занимались горной промышленностію, но съ серебряной и свинцовой руды, находящейся въ Олькушѣ, получали горную подать (олбора). Послѣ столѣтняго упадка горной промышленности, съ новымъ политическимъ устройствомъ королевства, появилось постановленіе намѣстника отъ 6 мая 1817 года, которое, обращая вниманіе на минеральныя богатства Царства, *«въ коихъ представляется существенная надобность и признавая оныя составляющими часть общественнаго блага»*, въ видахъ поощренія частныхъ лицъ къ развитію горнаго дѣла, дозволило каждому, на земляхъ частныхъ владѣльцевъ, дѣлать, по особымъ разрѣшеніямъ горнаго управленія, поиски и развѣдки минеральныхъ рудъ въ мѣстно-

сти, о существованіи въ коеи ископаемыхъ веществъ имѣются признаки. При семъ приступающей къ производству поисковъ обязанъ предварительно вознаградить владѣльца земельного участка, по добровольному соглашенію, за потери, какія могутъ быть ему учинены на *поверхности* земли. Если-же между землевладѣльцемъ и производящимъ поиски, добровольная сдѣлка за потери на поверхности не состоится, то опредѣленіе сего вознагражденія возлагается на воеводскую комисію, которая обязывается, на основаніи общихъ правилъ, опредѣлить по всей справедливости сіе вознагражденіе посредствомъ экспертовъ, а владѣлецъ долженъ симъ довольствоваться. Въ случаѣ открытія полезнаго ископаемаго на владѣльческой землѣ частнымъ горнопромышленникомъ, владѣлецъ земли имѣетъ преимущество производить самъ на свой счетъ разработку, но предварительно сего долженъ вознаградить издержки, понесенныя рудоискателемъ, или же предоставить ему, какъ открывателю, третью часть паявъ изъ ста, на которые должно быть раздѣлено предпріятіе по разработкѣ рудника. Если же не самъ владѣлецъ земли будетъ разрабатывать руду, а отыскавшій ее, то:

- а) владѣлецъ изъ 100 паявъ получаетъ $33\frac{1}{3}$ пая;
- б) кромѣ того въ его пользу обращается 5% чистаго дохода со всѣхъ акцій;
- в) еслибы на мѣстѣ разработки руды находились какія либо строенія, то онѣ оцѣниваются отдѣльно и цѣна ихъ уплачивается владѣльцу;
- г) владѣлецъ имѣетъ первенство въ правѣ доставки припасовъ, матеріаловъ, фуръ, за цѣну, равную предложенной прочими конкурентами.

Если же по открытію ископаемаго, ни владѣлецъ, ни лице сдѣлавшее открытіе не въ состояніи приступить къ

разработкѣ, то открытая копь или рудникъ отходить во владѣніе казны.

Кромѣ сего постановленія намѣстника 6 мая 1817 года, нѣтъ въ Царствѣ Польскомъ другихъ какихъ либо положеній относительно горной промышленности и въ этомъ состояніи находится горное законодательство Царства въ главныхъ пунктахъ и до сихъ поръ. Измѣненіе и распространеніе оно получило 19 февраля 1864 года положеніемъ объ устройствѣ крестьянскаго сословія въ Царствѣ Польскомъ.

Вникая въ сущность постановленія намѣстника, изданнаго полвѣка тому назадъ, очевидно, что оно имѣло въ виду возродить частную горную промышленность Царства и съ этою цѣлію признавъ минеральныя ископаемыя общественнымъ благомъ и сдѣлавъ горную промышленность свободною, т. е. предоставивъ каждому производить поиски и развѣдки на владѣльческихъ земляхъ, желало поощрить частныхъ лицъ къ розыскамъ и разработкѣ ископаемыхъ веществъ и къ устройству горныхъ заводовъ. Но несмотря на существенно важныя стороны сего постановленія, т. е. на свободное право дѣлать поиски и развѣдки, долженствовавшія казаться бы послужить дѣйствительнымъ поощреніемъ къ развитію горнаго дѣла, постановленіе сіе не принесло ни малѣйшей пользы промышленности и въ дѣлахъ горнаго департамента Царства не видно, чтобы кто либо изъ частныхъ лицъ воспользовался предоставленными постановленіемъ намѣстника 6 мая 1817 года правилами. Причина сему заключается въ томъ, что правила о вознагражденіи владѣльцевъ за ископаемыя произведенія, кои разработываются въ ихъ земляхъ посторонними лицами, на дѣлѣ оказались непримѣнимыми, ибо проценты вознагражденія за разработку въ пользу владѣльца земли, опредѣлены въ постановленіи намѣстника несоразмѣрно высокія, несообраз-

ныя съ тѣмъ процентомъ дохода на затрачиваемый капиталъ, какой можно ожидать отъ разработки того или другаго ископаемаго. Другими словами, постановленіе это наложило на всѣ ископаемыя одинаковую и обязательную, въ пользу другаго лица, весьма тягостную подать.

Такъ какъ дѣйствіе сего постановленія намѣстника имѣетъ силу и доселѣ, то въ видахъ дальнѣйшей возможности примѣненія его къ горной промышленности Царства, представляется умѣстнымъ коснуться наглядно экономической стороны этого вопроса, принятой въ сосѣднихъ европейскихъ государствахъ.

Съ тѣхъ поръ, какъ правительства всѣхъ западныхъ европейскихъ государствъ постепенно признали горную промышленность свободною, т. е. они предоставили свободное занятіе ею частнымъ лицамъ, на извѣстныхъ условіяхъ, Австрія наслѣдовала этому принципу и издала 23 мая 1854 года горный уставъ для всѣхъ своихъ земель включительно, а Пруссія, въ новѣйшее время, именно изданнымъ 24 іюня 1865 года горнымъ уставомъ, усвоила себѣ этотъ принципъ въ крайнихъ предѣлахъ, т. е. такъ, что совершенно отказалась отъ принциповъ, которыхъ она придерживалась въ теченіи столѣтій. Поиски и развѣдки мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ производятся тамъ теперь безпрепятственно во всѣхъ земляхъ государства, за исключеніемъ лишь тѣхъ, которыя поименованы въ законахъ, именно:

Производить развѣдки на шоссейныхъ и желѣзныхъ дорогахъ, а также на кладбищахъ безусловно запрещается; равно также запрещаются поиски, по усмотрѣнію горнаго управленія, въ мѣстахъ, гдѣ потребуютъ сего важныя причины общественнаго интереса. Развѣдки не могутъ быть производимы подъ строеніями и въ разстояніи отъ нихъ до 200 футовъ, въ огородахъ и огорожен-

ныхъ мѣстахъ, исключая случаевъ если владѣлецъ дастъ на это добровольное согласіе.

Во всѣхъ другихъ случаяхъ, землевладѣлецъ или арендаторъ обязанъ дозволить производить развѣдку на своей землѣ. Промышленникъ же обязанъ, за пользованіе землею для развѣдки, прежде приступленія къ онымъ, дать полное годичное вознагражденіе за доходъ получаемый владѣльцемъ съ поверхности и по окончаніи развѣдокъ землю возвратитъ. Въ случаѣ же еслибы отъ развѣдочныхъ работъ уменьшилась цѣнность почвы, то промышленникъ обязанъ, при возвращеніи земли, вознаградить доплатою уменьшонной стоимости. По открытіи въ томъ или другомъ мѣстѣ мѣсторожденія полезныхъ ископаемыхъ и заявленія о семъ правительству, горнопромышленникъ получаетъ отводную площадь въ 500,000 □ прусскихъ горныхъ сажень, за которую обязанъ вознаградить землевладѣльца по добровольному съ нимъ соглашенію за поверхность; если же соглашенія не послѣдуетъ, то вознагражденіе опредѣляется особою комиссіею экспертовъ. За симъ горнопромышленнику предоставляется право добывать находящееся въ отводѣ ископаемое и распоряжаться имъ по благоусмотрѣнію, какъ собственнику. Одно, что государство оставляетъ за собою, это право полицейскаго надзора и взиманіе опредѣленной горной подати. Подать эта еще недавно составляла такъ называемую *десятину* (*Zehent*), но какъ правительства Австріи и Пруссіи стали болѣе и болѣе приходить къ убѣжденію, что горная промышленность при такой тягостной подати не можетъ подняться на столько, сколько требуетъ общественное благосостояніе, то въ Австріи и Пруссіи десятинную подать уменьшили на *двадцатую*. Затѣмъ въ Пруссіи закономъ 20 октября 1862 г. подать эту уменьшили на *пятидесятую*, а закономъ 1 января 1865 года на *одну сотую*, т. е. на одинъ процентъ; при чемъ

для поощренія столь важной для каждаго государства желѣзной промышленности, добываемая желѣзная руда вовсе освобождена отъ подати. (У насъ въ Россіи, въ тѣхъ же видахъ освобожденъ отъ подати добываемый въ Имперіи каменный уголь). Результатъ пониженія податей былъ тотъ, что горная промышленность Пруссіи стала быстро увеличиваться. Слѣдующія статистическія свѣдѣнія, доставленныя мнѣ оберъ-бергамтомъ изъ Бреславля, показываютъ увеличеніе это въ смѣжной съ Царствомъ Польскимъ прусской *Верхней Силезіи*:

	1861 г. Подать 5% Пудовъ.	1864 г. Подать 2% Пудовъ.	1865 г. Подать 1% Пудовъ.	1866 г. Пудовъ.
Добыто камен- наго угля . .	153,000,000	231,000,000	258,000,000	254,000,000
Добыто желѣз- ныхъ рудъ . .	13,000,000	19,000,000	23,000,000	24,000,000
Выплавлено чу- гуна	6,000,000	8,000,000	10,000,000	11,000,000
Выдѣлано же- лѣза	3,700,000	4,000,000	5,000,000	5,000,000
Добыто галмея .	17,000,000	14,000,000	16,000,000	17,000,000
Выплавл. цинка.	3,000,000	2,700,000	2,700,000	2,500,000 (*)
Добыто свинцо- выхъ рудъ . .	190,000	421,000	517,000	524,000
Получено свинца и глета . . .	134,000	244,900	378,600	380,900

Въ противоположность этому возвышенію, горная промышленность Царства Польскаго мертва и неподвижна. Богатыя минеральныя сокровища ея лежатъ нетронутыми, между тѣмъ, какъ нѣтъ, кажется, предмета болѣе серьезной необходимости для Россіи въ настоящее время, какъ расширеніе ея горной промышленности и доведеніи

*) Уменьшеніе полученія цинка при сравнительно большемъ употребленіи рудъ, объясняется обѣдненіемъ въ Силезіи цинковыхъ мѣсторожденій.

до того состоянія, чтобы она могла собственнымъ производствомъ удовлетворять потребностямъ государства въ рельсахъ, каменномъ углѣ и т. п.

Такъ какъ геогностическое строеніе Верхней Силезіи, Галиціи и Польши и характеръ рудныхъ въ нихъ мѣсто-рожденій въ общемъ одни и тѣже, а съ другой стороны доказано опытомъ, что горныя законоположенія сихъ сосѣднихъ странъ послужили къ громадному развитію горной промышленности, то казалось бы весьма полезнымъ, въ отношеніи законодательства Царства по горной части, слѣдовать за горными узаконеніями сосѣднихъ странъ въ ихъ существеннѣйшихъ частяхъ, а именно въ отношеніи *облеченія* горной промышленности.

Въ 1864 году Высочайшимъ указомъ 19 февраля горное законодательство Царства Польскаго получило весьма важное для промышленности постановленіе, которое статьею 15 сего указа повелѣваетъ:

«каждый хозяинъ, владѣющій дворомъ съ пахатною землею, или дворомъ и огородомъ, или однимъ дворомъ, пріобрѣтаетъ, вмѣстѣ съ правомъ собственности, исключительное право не только на поверхность земли, но и нѣдра ея, въ предѣлахъ, общими законами установленныхъ. Если владѣлецъ имѣнія до обнародованія сего указа началъ уже разработку каменнаго угля, или минеральной руды на крестьянской усадьбѣ, то ему дозволяется продолжать оную, инаиначе, какъ съ обязанностию вознаградить хозяина усадьбы по справедливой оцѣнкѣ «его убытковъ».

Такимъ образомъ Высочайшій указъ 19 февраля, отдавая въ собственность крестьянамъ обрабатываемыя ими земли и разрѣшая опредѣлительно и ясно вопросъ о правахъ на нѣдра въ пользу владѣльца поверхности, въ то же время имѣлъ въ виду обезпечить производства гор-

наго промысла въ тѣхъ мѣстностяхъ, въ которыхъ онъ уже существуетъ.

Вслѣдъ за обнародованіемъ сего указа бывший главный директоръ правительственной комисіи финансовъ, коему непосредственно были подчинены казенные горные заводы Царства, встрѣтивъ сомнѣніе въ правильномъ пониманіи точнаго смысла вышеприведенной 15 ст. указа и примѣненія оной къ горнозаводской промышленности Царства вошелъ въ учредительный комитетъ съ представленіемъ, въ которомъ подробно изложивъ неудобства проистекающія отъ буквальнаго примѣненія вышеозначенной статьи указа, ходатайствовалъ:

Чтобы въ развитіе 2-го пункта 15 ст. Высочайшаго указа 15 февраля 1864 года, постановлено было учредительнымъ комитетомъ, что предоставленное этою статьею владѣльцу земли право продолжать добываніе угля, или минеральной руды, если сіе добываніе въ крестьянской усадьбѣ было имъ начато, простиралось и на прочія крестьянскія усадьбы, въ томъ имѣніи находящіяся, съ обязанностію вознагражденія хозяина каждой усадьбы, гдѣ добываніе руды или каменнаго угля будетъ производиться, но съ тѣмъ, чтобы право это не простиралось за предѣлы имѣнія, записаннаго, до обнародованія указа, въ одной ипотечной книгѣ. Таковое правило, по мнѣнію бывшаго главнаго директора правительственной комисіи финансовъ, должно равно относиться къ казеннымъ, институтскимъ, маіоратнымъ и частнымъ горнымъ имѣніямъ. Къ сему главный директоръ дѣйствительный статскій совѣтникъ Кошелевъ присовокупилъ слѣдующее:

На сколько важенъ для казенныхъ горныхъ заводовъ вопросъ относительно предоставленія имъ права пользования нѣдрами въ крестьянскихъ земляхъ, видно изъ того, что большая половина земель, содержащихъ минеральныя ископаемыя, находится въ земляхъ, отошедшихъ въ соб-

ственность крестьянъ; а потому отъ рѣшенія возбужденнаго имъ вопроса зависитъ вся будущность и вся цѣнность казенныхъ горныхъ заводовъ. Если казна и частные заводчики лишатся права на нѣдра земель, прежде имъ принадлежащихъ и права ихъ будутъ ограничены только тѣми усадьбами, на которыхъ добываніе руды и угля уже началось, то всѣмъ заводамъ грозитъ неминуемое уничтоженіе, ибо нѣтъ возможности существовать заводу, будучи въ зависимости отъ окружающихъ его крестьянъ, тѣмъ болѣе, что одни крестьяне будутъ соглашаться на то чтобы заводчикъ производилъ дальнѣйшія работы, другія же ему въ томъ откажутъ; а между тѣмъ добываніе руды и каменнаго угля требуетъ площади довольно значительной и по большей части большихъ расходовъ на устройство водо—и рудоподъемныхъ машинъ и другихъ принадлежностей. Разрѣшеніе сего вопроса крайне важно и необходимо также для осуществленія Высочайшей воли о продажѣ казенныхъ заводовъ Царства, ибо пока не послѣдуетъ разъясненіе 15 ст. указа, нѣтъ возможности приступить къ продажѣ ни одного изъ казенныхъ заводовъ, такъ какъ цѣнность ихъ зависитъ отъ того, какъ будетъ истолкована эта статья.

По поводу сего заявленія главнаго директора правительственной комиссіи финансовъ, въ засѣданіи учредительнаго комитета 28 мая 1866 года, произошли по сему вопросу разногласія, подробно изложенныя въ особомъ журналѣ сего засѣданія. Главныя возраженія на представленіе главнаго директора правительственной комиссіи финансовъ, послѣдовали отъ члена учредительнаго комитета Соловьева. Сущность ихъ сводится къ такому заключенію, что если предоставить владѣльцамъ право разрабатывать минеральное ископаемое на всемъ пространствѣ земли, перешедшей въ собственность крестьянъ, то тогда законъ, по которому хозяевамъ, владѣль-

цамъ усадьбъ, предоставлено исключительное право на нѣдра земли, находящейся въ ихъ пользованіи, потерялъ бы свою силу прежде нежели сдѣлано бы было распоряженіе о введеніи его въ дѣйствіе. По этому членъ комитета Соловьевъ, основываясь на буквальномъ смыслѣ 15 ст. Высочайшаго указа объ устройствѣ крестьянъ, полагаетъ, что крестьянская усадьба, на которой не было производимо работъ во время обнародованія указа 19 февраля 1864 г., не можетъ быть занята владѣльцемъ подъ разработку, исключая случая, когда на это послѣдуетъ добровольное соглашеніе усадебника. Что же касается вознагражденія за крестьянскія земли, нѣдра которыхъ, по силѣ 15 ст. указа, могутъ быть разрабатываемы прежнимъ владѣльцемъ, то членъ комитета Соловьевъ полагаетъ возможнымъ опредѣлить это вознагражденіе на основаніи существующихъ правилъ, изложенныхъ въ постановленіи намѣстника 6-го мая 1817 года, въ которомъ объяснено, что если не самъ владѣлецъ земли будетъ разрабатывать руду, а отыскавшій ее, то владѣлецъ изъ 100 павъ получаетъ $\frac{1}{3}$ часть, т. е. $33\frac{1}{3}$ павая, кромѣ того въ его пользу обращаются 5% чистаго дохода со всѣхъ акцій, а если на мѣстѣ разработки находятся строенія, то онѣ цѣнятся отдѣльно, и цѣна ихъ уплачивается владѣльцу. Членъ учредительнаго комитета князь Черкасскій заявилъ, что измѣненія вносимыя въ только-что изданный законъ должны быть дѣлаемы съ крайнею осторожностію и въ тѣхъ лишь размѣрахъ, какія указываются самою строгою необходимостію; по сему, признавая важность сохраненія за казною мѣсторожденій каменнаго угля, свинца и цинка, князь Черкасскій полагалъ возможнымъ допустить предлагаемое главнымъ директоромъ правительственной комисіи финансовъ измѣненіе 15 ст. указа лишь въ пользу мѣсторожденій сихъ трехъ ископаемыхъ.

На основаніи вышеизложенныхъ мнѣній и представленныхъ подробныхъ соображеній учредительный комитетъ, въ разъясненіе 15 ст. указа 19 февраля 1864 года, по большинству голосовъ постановилъ:

1. Право продолжать разработку каменнаго угля или минеральной руды принадлежить владѣльцу имѣнія на всѣхъ участкахъ, входившихъ въ составъ его имѣнія, въ томъ объемѣ, въ какомъ оно значилось 19 февраля 1864 г. по ипотекаѣ.

2. Хозяевамъ крестьянскихъ усадебъ, кромѣ вознагражденія, по справедливой оцѣнкѣ за убытки, помянутою разработкою имъ причиненною на поверхности усадебъ, представляется также право на вознагражденіе и за пользование заводчикомъ нѣдрами принадлежащей имъ земли.

Примѣчаніе. Это вознагражденіе должно опредѣляться на основаніи особыхъ правилъ, которыя будутъ изданы особо.

3. Право на дальнѣйшую разработку нѣдръ на крестьянскихъ участкахъ принадлежить только тѣмъ заводчикамъ, которые таковую разработку производили въ день изданія указа 19 февраля 1864 года, или прекратили ее не болѣе какъ за три года до этого срока.

4. Коммисіямъ по крестьянскимъ дѣламъ въ первой инстанціи, и учредительному комитету во второй и послѣдней инстанціи, предоставляется рѣшеніе дѣлъ, возникающихъ по вышеупомянутымъ предметамъ. При рѣшеніи этихъ дѣлъ принимаетъ участіе въ первой инстанціи— чиновникъ по назначенію горнаго вѣдомства, а въ послѣдней — главный директоръ финансовъ.

5. Настоящее заключеніе учредительнаго комитета, не приводя въ исполненіе, повергнуть на Высочайшее Государя Императора благоусмотрѣніе.

6. Поручить главному директору финансовъ составить и представить въ учредительный комитетъ проектъ пра-

вилъ для опредѣленія вознагражденія хозяевамъ крестьянскихъ участковъ за пользованіе прежнимъ владѣльцемъ имѣнія какъ поверхностью, такъ и нѣдрами земли.

Членъ учредительнаго комитета Соловьевъ, неубѣждаясь представленными доводами въ пользу расширенія буквального смысла 15 ст. указа 19 февраля, остался при мнѣніи, прежде имъ выраженномъ, разъяснивъ и дополнивъ его въ особой запискѣ, приложенной къ журналу учредительнаго комитета. Въ запискѣ этой, между прочимъ, упомянуто, что еслибы и допустить, что горнозаводская промышленность находится въ такомъ положеніи, что для поддержанія и сохраненія ея потребно отмѣнить дѣйствующій законъ и ограничить право свободного распоряженія нѣдрами земли, то подвергать сему стѣсненію однихъ только крестьянъ представляется крайне несправедливымъ. Послѣдовательнѣе было бы, въ такомъ случаѣ, вовсе отмѣнить существующее законодательство, сила коего уже распространена и на крестьянъ, и воспретить свободное распоряженіе нѣдрами земли для всѣхъ классовъ населенія, подобно тому какъ это принято въ законахъ нѣкоторыхъ иностранныхъ государствъ.

Государь Императоръ Высочайше повелѣть соизволилъ настоящее постановленіе учредительнаго комитета внести на разсмотрѣніе комитета по дѣламъ Царства Польскаго, съ тѣмъ чтобы предварительно по сему предмету потребовано было заключеніе министра финансовъ. Въ слѣдствіе сего г. министру финансовъ угодно было передать обстоятельства сего дѣла на разсмотрѣніе бывшаго совѣта корпуса горныхъ инженеровъ, который сдѣлалъ по сему предмету заключеніе, сущность коего состоитъ въ слѣдующемъ:

1. Право прдолжать начатую уже разработку должно предоставить владѣльцу рудника, въ земляхъ отошедшихъ въ собственность крестьянамъ не далѣе какъ на *сто пять-*

десять (150) сажень во всѣ стороны отъ каждой шахты, опущенной до изданія указа 19 февраля 1864 г. съ вознагражденіемъ крестьянъ какъ за убытки, сдѣланные на поверхности, такъ и за пользованіе нѣдрами. Та же граница въ 150 сажень должна быть принята и въ томъ случаѣ, если мѣсторожденіе разрабатывается штольной.

2. Ежели рудопромышленникъ признаетъ необходимымъ освободить отъ воды разрабатываемый имъ участокъ и для сего потребуется провести штольну, то онъ можетъ вести ее безпрепятственно и нестѣснясь разстояніемъ на всемъ пространствѣ отъ ея устья до прихода въ разрабатываемое мѣсто.

и 3. За симъ никакая новая развѣдка или разработка ископаемыхъ минераловъ на крестьянскомъ участкѣ не можетъ быть предпринимается постороннимъ лицомъ иначе какъ по добровольному соглашенію съ владѣльцемъ сего участка.

Въ такомъ положеніи сего дѣла вашему превосходительству угодно было поручить мнѣ, для доставленія г. министру финансовъ обстоятельныхъ о семъ свѣдѣній, которыя бы исчерпывали вопросъ сей въ надлежащей полнотѣ, собрать на мѣстѣ самыя точныя свѣдѣнія о возможности тѣхъ затрудненій для горной промышленности Царства, какія бы произошли отъ буквального примѣненія 15 ст. Высочайшаго указа 19 февраля 1864 г. и по разработкѣ настоящаго вопроса представить надлежащія соображенія:

Въ слѣдствіе сего, по собраніи на мѣстѣ точныхъ и обстоятельныхъ свѣдѣній по настоящему предмету, имѣю честь представить слѣдующее.

Горнозаводская промышленность Царства Польскаго, въ отношеніи поземельнаго расположенія окружающаго его мѣстнаго населенія, находится совсѣмъ въ иныхъ условіяхъ, нежели въ Россіи. Огромныя пространства горно-

заводскихъ имѣній въ Россіи заключаютъ въ себѣ весьма незначительное, относительно пространства, населеніе, скученное по большей части въ однихъ пунктахъ. По изобилію земли, владѣльцы горныхъ имѣній въ Россіи не были вынуждены селить своихъ крестьянъ на мѣстѣ разработки, и сколько извѣстно, мало является случаевъ, на примѣръ на Уралѣ, гдѣ бы по обнародованіи положенія 19 февраля 1861 г. и 8-го марта 1863 г. мастеровые или сельскіе работники, или крестьяне, сдѣлались собственниками земли на той самой почвѣ, гдѣ производятся подъемныя или поверхностныя горныя работы владѣльца имѣнія. Тѣмъ не менѣе, предвидя возможность подобнаго случая, законъ 8 марта 1863 года, въ видахъ охраненія горнаго промысла, предоставилъ заводовладѣльцу право требовать обязательнаго перенесенія усадебъ и обмѣна полей, ежели въ теченіи 8 лѣтъ со дня обнародованія положенія, въ мѣстности на коей расположена усадьба или отведенъ надѣлъ земли, представится надобность для горнаго промысла.

Горнозаводскія имѣнія Царства Польскаго, по своему пространству, не имѣютъ никакого сходства съ имѣніями русскихъ горнозаводчиковъ, въ особенности уральскихъ. Сравнительно съ послѣдними, каждый горнозаводчикъ Царства Польскаго, взятый отдѣльно, имѣетъ дачу, по малой мѣрѣ, въ нѣсколько сотъ разъ меньшую противъ того размѣра имѣнія, которымъ владѣетъ уральскій заводчикъ средней величины.

Населеніе въ польскихъ горнозаводскихъ имѣніяхъ расположено такъ, что крестьяне, по большей части, поселены на мѣстѣ самыхъ разработокъ: или на мѣстѣ разработки находятся разбросанныя крестьянскія усадьбы, или же крестьянскія земли, поступившія нынѣ въ ихъ собственность. Такимъ образомъ, большая часть разрабатываемыхъ рудниковъ съ поверхности испещрены узкими

полосами крестьянскихъ владѣній, величина коихъ, у каждаго отдѣльнаго крестьянина, иногда не превышаетъ одного морга ($\frac{1}{2}$ десятины).

Такъ какъ искусственныя и часто входящія одни въ другія, неправильныя границы поверхностныхъ владѣній не находятся ни въ какой связи съ протяженіемъ подземныхъ минеральныхъ мѣсторожденій, напр. каменноугольныхъ, которыя большею частію проходятъ подъ цѣлымъ рядомъ владѣній, то ясно, что буквальнымъ примѣніемъ вышеупомянутой 15 ст. положенія 19 февраля 1864 г., противопоставляется, въ сихъ мѣстностяхъ, много большихъ препятствій для правильной и выгодной разработки рудника. Отдѣльная разработка на отдѣльномъ, столь незначительномъ владѣніи какъ крестьянская усадьба, можетъ быть выгодна только въ рѣдкихъ случаяхъ и при мѣсторожденіяхъ ископаемыхъ незначительнаго протяженія, какъ напримѣръ гнѣздовыя мѣсторожденія желѣзныхъ рудъ. Соглашеніе рудопромышленника съ землевладельцемъ подлежитъ, большею частію, значительнымъ затрудненіямъ и вообще дѣло касается тогда не одного, или нѣсколькихъ, но часто цѣлаго ряда землевладельцевъ.

Характеръ мѣсторожденій каменнаго угля и галмейной руды, составляющихъ главное минеральное богатство въ Царствѣ Польскомъ, требуетъ, прежде приступленія къ заработкѣ оныхъ, приготовленія въ нѣдрахъ земли *пола* для выработки, осушеніемъ его отъ подземныхъ водъ. Безъ сего первоначальнаго дѣйствія, нѣтъ возможности производить подземныя работы. Исключенія представляютъ только поверхностныя разработки галмейныхъ гнѣздъ, встрѣчаемыя весьма рѣдко, а также разработка старыхъ галмейныхъ отваловъ, образовавшихся при добычѣ въ 17 столѣтіи свинцовой руды. Послѣдній способъ разработки существуетъ въ Царствѣ Польскомъ только въ одной мѣстности, близъ г. Олькуша.

Вышеупомянутое осушение поля, предназначенного для разработки, производится установкою над опущенной шахтой, по большей части, весьма сильной паровой машины, а иногда, смотря по свойству мѣсторожденія, устанавливается на нѣкоторомъ разстояніи другая такая же водоотливная машина; въ нѣкоторыхъ же случаяхъ осушение производится проведеніемъ водоотливной штольни. Стоимость сихъ осушительныхъ устройствъ, по большей части, составляетъ весьма значительный капиталъ. Причина сему заключается въ томъ, что горныя породы, заключающія каменный уголь и галмейныя руды въ сей мѣстности, имѣютъ постоянный и притомъ весьма значительный притокъ воды. Такимъ образомъ на казенной каменноугольной копи Ксаверій въ Домбровѣ, произведенное осушение угольного поля для выработки установкою паровой машины для водоотлива и одной такой же рудоподъемной, обходится въ 160 т. руб. сер., а пространство осушеннаго поля составляетъ до 50 т. квадратныхъ сажень. На галмейномъ рудникѣ Болеславъ, г. Крамста, близъ Олькуша, расходы по осушенію пространства, назначеннаго къ выработкѣ установкою паровыхъ машинъ и проведеніемъ 2-хъ вассеръ-штольнь, обошлось владѣльцу болѣе 400 т. руб. сер., поле же, предназначенное для осушенія, занимаетъ пространство около 300,000 квадратныхъ сажень, на коемъ уже и производятся работы. По проекту, составленному бывшимъ директоромъ горнаго департамента Царства Польскаго генераль-лейтенантомъ Юсса, осушение казенныхъ галмейныхъ рудниковъ Улисесь и Георгъ, проведеніемъ вассеръ-штольни, обойдется около 135 т. р. с. и приготовится поле для выработки около 300 т. квадр. сажень. Въ нѣсколькихъ верстахъ отъ сей мѣстности, перейдя прусскую границу, существуетъ извѣстный галмейный рудникъ Шарле, на коемъ двумя паровыми машинами, каждая въ 500 силъ,

осушается площадь около 250 т. квадр. прусскихъ горныхъ сажень.

Въ такомъ характерѣ представляются мѣсторожденія каменнаго угля и галмея въ юго-западной части Царства, равно какъ и въ сосѣдственной прусской Верхней Силезіи.

Выше было уже упомянуто, что большая часть разрабатываемыхъ площадей заняты или крестьянскими усадьбами, или ихъ полями. Если допустить на основаніи 15 ст. указа, что крестьянинъ, живущій на площади приготовленной къ разработкѣ, есть владѣлецъ поверхности нѣдръ, и можетъ самъ производить добываніе минеральнаго ископаемаго, въ томъ случаѣ, когда подъ усадьбою его еще не начата разработка, то такое объясненіе 15-й ст. указа имѣло бы весьма пагубное послѣдствіе для горнаго промысла, ибо предоставила бы право крестьянину пользоваться тѣми нѣдрами, на осушеніе которыхъ произведены работы съ затратой значительнаго капитала. Не говоря уже о томъ, что владѣльцу рудника, при такомъ ограниченіи его поля, не будетъ представляться никакого расчета продолжать разработку, ибо издержки, сдѣланныя имъ на водоотливныя и рудоподъемныя машины будутъ ложиться на самое лишь незначительное количество ископаемаго, остающееся въ его владѣніи, онъ можетъ, во всякое время прекратить дѣйствіе водоотливныхъ машинъ и тѣмъ самымъ сдѣлать мѣсторожденіе полезнаго ископаемаго недоступнымъ для пользованія ни для того, ни для другого. Кромѣ сего, крестьяне живущіе на мѣстахъ, нѣдра коихъ осушеніемъ приготовлены къ разработкѣ, при производствѣ на своихъ небольшихъ участкахъ добычи каменнаго угля, неправильнымъ способомъ разработки пласта могутъ портить цѣлики угля, а оставляя угольную мелочь въ выработкахъ, легко могутъ произвести пожаръ, ибо по свойству здѣшняго угля, оставляе-

мый въ выработкахъ мусоръ, при опусканіи крыши и пласта производитъ огонь. Ошибки и убытки въ сельскомъ хозяйствѣ легко можно исправить, но испорченный рудникъ исправить по большей части невозможно.

Въ какой степени стѣснительно для горной промышленности буквальное примѣненіе 15-й ст. указа на практикѣ, доказывается уже нѣсколькими фактами.

Въ имѣніи Гродзецъ, близъ г. Бендзина, помѣщика Цѣхановскаго, уже нѣсколько лѣтъ заложена каменноугольная копь, для чего осушено угольное поле водоотливной штольной, проведенной съ весьма значительными издержками. Имѣніе это нынѣ уже устроено въ отношеніи земельныхъ правъ крестьянъ на основаніи положенія 19 февраля 1864 года. Изъ общаго пространства земли 2882 морга 298 прентовъ (1441 десятина) поступило крестьянамъ въ собственность 1918 морговъ 128 прентовъ, а съ приходскими землями до 2000 морговъ. Въ собственности помѣщика осталось около 850 морговъ. Олькушская по крестьянскимъ дѣламъ комиссія, имѣя въ виду, что подземныя работы владѣльца каменноугольной копи близко подходят къ границѣ крестьянскихъ усадебъ, на которыхъ уже были пробиты развѣдочныя буровыя скважины, несмотря на то что въ нѣдрахъ сихъ усадебъ не было еще производимо разработки, признала за владѣльцемъ копи право продолженія работъ на крестьянскихъ усадьбахъ, съ вознагражденіемъ крестьянъ за могущіе оказаться для нихъ убытки, и положительно объявила имъ о томъ въ ликвидаціонной табели. Крестьяне же, полагая, что имъ на усадьбахъ сихъ можно самимъ добывать каменный уголь, пользуясь неглубокимъ залеганіемъ въ этой мѣстности угольнаго слоя, начали опускать дудки и вынимать уголь изъ приготовленныхъ владѣльцемъ копи цѣликовъ въ 40 саженьяхъ отъ его шахты, въ 4 саженьяхъ отъ основнаго штрека копи; а владѣльцу не позволяютъ распро

странять работы подъ ихъ землею и углублять рудоподъемную шахту и люфтлохи. Таковыя дѣйствія крестьянъ могутъ совершенно испортить рудничное поле, на осушеніе коего затраченъ владѣльцемъ большой капиталъ, и кромѣ сего, по случаю оставленія въ выработкахъ мусора, подвергающагося вліянію воздуха и давленію земли, легко могутъ причинить пожаръ. Въ слѣдствіе сего владѣлецъ каменноугольной копи заявилъ, что онъ вынужденъ задѣлать устроенную имъ водоотливную штольну и поднявъ такимъ образомъ горизонтъ воды выше угольнаго пласта, лишитъ возможности пользоваться симъ драгоценнымъ ископаемымъ и себя и крестьянъ, ибо послѣдніе не въ состояніи сдѣлать затрату огромнаго капитала на проведеніе другой штольны, а ежели бы и имѣли на это средство, то имъ не было бы выгоды затрачивать капиталъ несоразмѣрный съ выгодой, какую можно ожидать отъ добычи угля на небольшомъ пространствѣ, занятомъ усадьбами.

Подобныя затрудненія, по мѣрѣ составленія ликвидационныхъ табелей, тотчасъ стали обнаруживаться и на другихъ каменноугольныхъ копяхъ, разрабатываемое поле коихъ занято земельными участками крестьянъ. Послѣдствіе сего обозначилось слѣдующимъ результатомъ:

Въ 1864 г. добыто каменнаго угля въ Царствѣ Польскомъ 13,000,000 пуд.

а въ 1865 г. добыто каменнаго угля въ Царствѣ Польскомъ 10,700,000 пуд.

т. е. на 2,300,000 пудовъ менѣе, не смотря на то, что потребленіе его съ-году-на-годъ увеличивается. Къ сожалѣнію, въ горный департаментъ Царства вовсе не доставлено свѣдѣній о количествѣ добытаго угля 1866 году. Что же касается текущаго 1867 года, то по случаю остановки дѣйствія нѣкоторыхъ частныхъ каменноугольныхъ

копей, количество добытаго угля, по всей вѣроятности, будетъ еще менѣе.

Таковое же неудобство буквального примѣненія 15 ст. указа оказывается и на галмейныхъ рудникахъ. Въ Олькушскомъ уѣздѣ, на одномъ изъ значительнѣйшихъ галмейныхъ рудниковъ Царства, Болеславѣ, г. Крамста, проведены длинныя и весьма дорогія штольны, а также поставлены громадныя паровыя машины для осушенія мѣсторожденія и подъема рудъ; тутъ же устроены полоскательныя фабрики для отдѣленія галмея, движимыя паровыми машинами. Устройства эти требовали многихъ лѣтъ и весьма значительнаго капитала. Они отводятъ воду изъ большихъ галмейныхъ гнѣздъ, заключающихся въ доломитѣ, развѣданныхъ на пространствѣ около 300,000 квадратныхъ сажень. На этой площади расположена сѣтъ выработокъ подземныхъ и поверхностныхъ, и устроена, на протяженіи болѣе версты, желѣзная дорога для подвоза добытыхъ рудъ на фабрику. Между тѣмъ на поверхности этой площади, въ разныхъ мѣстахъ, находятся узкія полосы крестьянскаго надѣла, въ нѣдрахъ коего еще не приступлено къ выработкѣ галмея. Ежели допустить право крестьянъ производить добыванія галмея въ нѣдрахъ ихъ надѣла, осушеннымъ дорогами устройствами владѣльца имѣнія г. Крамста, то это можетъ совершенно разстроить систему работъ и сдѣлать остановку въ проведеніи въ ту или другую сторону линіи желѣзной дороги для откатки по ней добытаго галмея. Результатомъ могущихъ произойти при семъ споровъ владѣльца съ крестьянами, неминуемо послѣдуетъ прекращеніе дѣйствія рудничныхъ водоотливныхъ устройствъ, а чрезъ это сдѣлается недоступнымъ добываніе галмея какъ для владѣльца такъ и для крестьянъ.

Вышеозначенные факты достаточно свидѣтельствуютъ, что подземныя минеральныя мѣсторожденія не находятся

ни въ какой связи съ случайными границами владѣльца поверхности и что правильная разработка сихъ мѣсторожденій возможна только тогда, когда она будетъ ведена независимо отъ границъ на поверхности. Отдѣльный крестьянинъ-собственникъ никогда не будетъ въ состояніи затрачивать капиталъ въ нѣсколько десятковъ или сотенъ тысячъ на устройство въ своемъ небольшомъ владѣніи водоотливныхъ машинъ; соединеніе же крестьянъ для разработки сообща, или передача оной, по ихъ согласію, третьему лицу, будетъ случаться весьма рѣдко. Такимъ образомъ минеральныя сокровища остались бы безъ употребленія и не доставили бы пользу ни горнозаводчику, ни крестьянину, ни государству.

Всѣ эти соображенія дѣлаютъ весьма очевиднымъ, что вопросъ представляетъ чрезвычайную важность и касается самаго существованія горнаго промысла Царства, можно сказать, при самомъ его зародышѣ, а разрѣшеніе его тѣсно связано съ специальной стороною горнаго дѣла.

Разсматривая такимъ образомъ всѣ вышеизложенныя обстоятельства, нельзя не придти къ убѣжденію, что нѣтъ другого способа охранить существующую горную промышленность Царства, какъ разъясненіемъ и развитіемъ 15 ст. указа въ такомъ смыслѣ, что ежели на существующихъ нынѣ горныхъ разработкахъ поселены крестьяне, получившіе въ собственность усадьбы и полевой надѣлъ, то право владѣльца имѣнія продолжать производимую имъ разработку каменнаго угля, или руды, должно безпрепятственно простирается на площадь опредѣленной мѣры, необходимой для рациональнаго веденія системы горныхъ работъ, съ тѣмъ, чтобы на этомъ пространствѣ нѣдра крестьянскихъ земель принадлежали исключительно одному владѣльцу разработки. Размѣръ этой площади для каменнаго угля и галмeya удобнѣе примѣнить къ тому размѣру, какой существуетъ въ сосѣдней Прусской Силе-

зи, такъ какъ геогностическiй составъ этой страны и характеръ мѣсторожденiй полезныхъ ископаемыхъ, въ ней заключающихся, представляетъ совершенно одно и то же, что и въ Польшѣ. Прусскiй законъ опредѣляетъ величину отводной площади для беспрепятственной разработки нѣдръ въ 500,000 □ горныхъ сажень, равняющихся 480,870 русскимъ □ саженямъ.

Такимъ образомъ слѣдуетъ принять за правило, что владѣлецъ имѣнiя производящiй разработку каменнаго угля или галмея, заключаются ли они отдѣльно, или совмѣстно, долженъ получить отводъ площади въ 450,000 □ сажень въ предѣлахъ ипотечныхъ границъ своего имѣнiя, бывшихъ до 19 февраля 1864 года, съ тѣмъ чтобы площадь эта ограничивалась прямыми линiями и чтобы крайнiе пункты этого отвода не отдалялись болѣе 2,000 сажень. Въ сей площади ему должно быть предоставлено исключительное право на нѣдра поселенныхъ здѣсь крестьянъ, съ вознагражденiемъ лишь за убытки, причиненные крестьянамъ *на поверхности*. Вознагражденiе это должно опредѣляться посредствомъ комиссiи экспертовъ, согласно нынѣ дѣйствующему въ Царствѣ Польскомъ горному законодательству, изложенному въ постановленiи намѣстника 6 мая 1817 года.

Такое же право полученiя отводной площади, съ исключительнымъ правомъ на нѣдра, но въ размѣрѣ 20,000 □ сажень, должно быть предоставлено всякой существующей разработкѣ желѣзной руды, огнепостоянной глины, извести для флюса и кремнистой глины для цемента, буде эти вещества находятся въ мѣстности, гдѣ не производится добычи каменнаго угля и галмея.

Затѣмъ, ежели бы владѣлецъ рудника призналъ необходимымъ освободить отъ воды разрабатываемый имъ участокъ и для сего потребовалось бы провести штольну, то онъ можетъ вести ее беспрепятственно и не стѣсняясь

разстояніемъ на всемъ пространствѣ отъ ея устья до прихода въ разрабатываемое поле.

Что же касается до вознагражденія крестьянъ за нѣдра, то было бы весьма трудно, почти невозможно, опредѣлить на практикѣ какую либо норму такого вознагражденія изъ чистой прибыли отъ добытаго ископаемаго съ незначительнаго пространства земли, заключающейся въ отдѣльной крестьянской усадьбѣ, при разработкѣ напр. мѣсторожденій галмея, такъ какъ послѣдній заключается неправильными гнѣздами чрезвычайно непостояннаго процентнаго содержанія металла и тотчасъ по извлеченіи изъ мѣсторожденія поступаетъ со всѣхъ мѣстъ разрабатываемаго рудника, общей массой, прямо на промывальныя фабрики. Если же вознагражденіе владѣльца за нѣдра должно непременно послѣдовать для поддержанія принципа собственности нѣдръ, то вознагражденіе сіе, ни въ какомъ случаѣ не можетъ превышать, для всѣхъ безъ различія ископаемыхъ, болѣе какъ отъ 1% до 3% *натурою*.

Принявъ таковое разъясненіе и развитіе 15 ст. указа и оставаясь только въ предѣлахъ возбужденнаго вопроса, т. е. о правахъ на нѣдра *въ существующихъ уже разработкахъ*, можно надѣяться, что горная промышленность Царства будетъ охранена, по крайней мѣрѣ, въ настоящемъ ея положеніи.

За симъ, весьма основательно является вопросъ: желаетъ ли правительство оставить зарождающуюся горную промышленность Царства Польскаго въ нынѣшнемъ ея состояніи, или оно желаетъ поднять матеріальныя средства страны развитіемъ горнаго промысла Царства, подобно сосѣдней Силезіи, до того состоянія, чтобы заключающіяся въ нѣдрахъ его минеральныя сокровища, составляющія *общественное благо*, неоставались втунѣ? Въ послѣднемъ случаѣ, необходимо практическое разрѣшеніе вопроса какъ устранить препятствія, возникающія нынѣ

для разработки полезных ископаемых на землях еще нетронутых?

Густота поселения и чрезвычайно мелкая дробность поземельных владѣній въ Царствѣ Польскомъ, а также характеръ мѣсторожденій минеральныхъ ископаемыхъ здѣсь заключающихся, къ разработкѣ коихъ нельзя приступить иначе какъ осушивъ болѣе или менѣе значительное поле въ нѣдрахъ, весьма дорого стоящими устройствами, дѣлаютъ очевиднымъ, что общій законъ Имперіи о правахъ на нѣдра, т. е. что владѣлецъ поверхности есть владѣлецъ и нѣдръ, непримѣнимъ въ горномъ дѣлѣ къ мѣстнымъ особенностямъ Царства Польскаго.

Чтобы развить горный промыселъ до того цвѣтущаго состоянія, чтобы онъ могъ приносить существенную пользу странѣ и государству, необходимо къ горной промышленности Царства Польскаго примѣнить правила прусскаго горнаго законодательства, ибо съ одной стороны, геогностическое строеніе и характеръ мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ Верхней Силезіи и Польши въ общемъ одинъ и тотъ же, а съ другой стороны доказано уже опытомъ, что горныя законоположенія Пруссіи въ высшей степени принесли пользу, какъ занимающимся этою промышленностью, такъ и государственной казнѣ, равно какъ и самой странѣ.

Если же правительство не признаетъ возможнымъ для Царства Польскаго измѣнить общепринятое въ Имперіи правило правъ на нѣдра, то необходимо, по крайней мѣрѣ, въ двухъ смѣжныхъ уѣздахъ Царства, заключающихъ главныя минеральныя богатства, ввести, примѣняясь къ правиламъ горнаго устава Пруссіи, свободное пользованіе нѣдрами, на тѣхъ же самыхъ основаніяхъ, какія приняты въ Имперіи при ограниченіи правъ собственности, при проведеніи желѣзныхъ дорогъ и тому подобныхъ устройствъ, составляющихъ общественное благо.

Уѣзды эти есть: *Бендзинскій* Петроковской губерніи, пространствомъ 25 □ миль съ сельскимъ населеніемъ 63,010 душъ обоего пола и *Олькушскій*, Кѣлецкой губерніи, пространствомъ 23 □ мили, съ сельскимъ населеніемъ 57,234 душъ обоего пола.

Въ сихъ мѣстностяхъ Царства Польскаго заключаются неистощимые запасы каменнаго угля и цинка, которымъ при настоящемъ законодательствѣ суждено оставаться втунѣ.

Александръ Антиповъ.

ИЗВѢСТІЯ и СМѢСЬ.

Замѣчанія по поводу диссертациі Ю. И. Эйхвальда «О разработкѣ золотыхъ россыпей». Присутствуя на диспутѣ въ горномъ институтѣ по поводу диссертациі Ю. И. Эйхвальда на степень профессора и ознакомившись съ нею, я не могу согласиться съ выраженіемъ г. Скальковскаго, что въ диссертациі этой мало выводовъ, мало подтверждающихъ факты цифръ и что это существенно слабая сторона представленнаго на диспутѣ разсужденія. Какъ описаніе Нерчинскихъ золотыхъ промысловъ и можно даже сказать вообще всего золотого производства, статья г. Эйхвальда не только весьма интересна, но для всякаго изучающаго горное дѣло или занимающагося имъ крайне поучительна, ибо наглядно знакомитъ съ разработкою золотыхъ россыпей, въ особенности съ технической частью золотого дѣла, и я не знаю до сихъ поръ ни одного по этому предмету сочиненія, которое было бы такъ полно и отчетливо и вмѣстѣ съ тѣмъ такъ ново и популярно.

Разбирая недостатокъ представленнаго г. Эйхвальдомъ разсужденія относительно неимѣнія общихъ выводовъ и цифръ, почерпнутыхъ изъ опытовъ подтверждающихъ его положенія, необходимо сознаться, что до сихъ поръ въ золотомъ дѣлѣ научная его сторона въ большой части случаевъ отходила на задній планъ, и всѣ занимающіеся золотопромышленностью, даже на казенныхъ пріискахъ, какъ-то обходили этотъ предметъ. Хотя г. Скальковскій выразилъ, что у насъ существуетъ будто бы обширная литература по золотому дѣлу, но въ этомъ отношеніи, какъ мнѣ кажется, онъ чрезвычайно ошибся; напротивъ того у насъ очень мало пи-

сано по золотому дѣлу и книжки «Горнаго Журнала» далеко не переполнены статьями о золотопромышленности.

Поэтому какихъ-либо общихъ выводовъ по золотому дѣлу до сихъ поръ сдѣлать почти что невозможно, причиною чему крайній недостатокъ наблюдений, что и отразилось невольно на разсужденіи г. Эйхвальда.

Относительно всѣхъ прочихъ опонентовъ надо сказать, что они какъ будто избѣгали послѣднихъ 4-хъ пунктовъ положеній, а мнѣ кажется что имъ какъ ученымъ горнымъ инженерамъ слѣдовало бы скорѣе заняться нѣсколько этими пунктами, такъ близко касающихся ихъ специальности, нежели терять безплодно время въ спорахъ о пользѣ и преимуществахъ вашгерда и бразильскаго блюда или препираться о названіи чаши-экономки. Также никто не опонировалъ докторанту по геогностической части дѣла, а тутъ былъ весьма интересный спорный вопросъ о нахожденіи золота въ глинистыхъ сланцахъ, поднятый когда-то г. Гофманомъ. Не касаясь положеній г. Эйхвальда, я какъ частный золотопромышленникъ, обращаю вниманіе на то, что собственно относится въ его статьѣ до разработки россыпей на золотыхъ промыслахъ Еписейскаго округа.—На страницахъ 18 и 19 онъ говоритъ «шурфы закладываются отъ 3-хъ аршинъ длиною до 2-хъ шириною и что крайніе широтные шурфы имѣютъ важное значеніе». 25-ти лѣтній опытъ показалъ, что лучшая форма шурфа должна быть квадратная и что закладывая шурфъ въ 3 аршина длиною и ширина его должна быть такая же, для удобства размѣщенія рабочихъ въ шурфѣ и для установки водокачекъ, но подобная мѣра въ 3 аршина, на болѣе глубокихъ россыпяхъ, на примѣръ до 8 или 10 аршинъ, при водянистости площади весьма недостаточна, въ такомъ случаѣ обыкновенно шурфы закладываются до 4-хъ аршинъ въ квадратѣ. Развѣдывая же примораживаніемъ, шурфу даются значительно меньшіе размѣры, такъ въ руслахъ рѣкъ и на неглубокихъ россыпяхъ отъ 1½ до 2-хъ аршинъ въ квадратѣ а на всѣхъ прочихъ до 3-хъ аршинъ. Что же касается особенной важности боковыхъ шурфовъ, то можно смѣло сказать, что при детальной развѣдкѣ не только боковые, но всѣ вообще шурфы существенно важны, и мнѣ кажется что тѣ шурфы, которые опредѣляютъ самое

содержаніе настоящей, *назначенной въ работу* розсыпи еще важнѣе чѣмъ боковые, такъ какъ только по этимъ шурфамъ можно точно опредѣлить достоинство розсыпи и выгодность ея разработки. На страницѣ 21, разсуждая объ отводныхъ канавахъ, г. Эйхвальдъ говоритъ, что «водоотводная канава дѣлается *не больше 3-хъ* сажень и, вслѣдъ затѣмъ, на страницѣ 22 утверждаетъ, что на частныхъ промыслахъ Енисейскаго округа водоотводныя каналы замѣняются сплотками, а для осушенія разрѣзовъ строятъ водокачки. Сказать, что водоотводныя каналы дѣлаются не болѣе 3-хъ сажень безъ надлежащей оговорки не справедливо, и я не совѣтую никому принимать этого на вѣру, такъ какъ есть много мѣстностей (въ Енисейской тайгѣ до 8-ми главныхъ долинъ) гдѣ не только въ 3 но даже и пяти-саженной каналы недостаточно, такъ какъ есть рѣчки шириною отъ 10 до 20 и болѣе сажень, гдѣ 3-хъ саженная канава совершенно не достаточна.

Что же до того, что въ Енисейской тайгѣ каналы ведутся рѣдко и замѣняются будто бы сплотками, то смѣю увѣрить г. Эйхвальда, что напротивъ водокачки и сплотки, замѣняющіе каналы суть только исключенія изъ общаго правила, особенно послѣдніе, и что нѣтъ почти ни одного изъ старающихся въ настоящее время приисковъ, который бы не имѣлъ водоотводной каналы и болѣе половины, вмѣсто водокачекъ, имѣють для осушенія разрѣзовъ такъ называемыя *почвенныя разрѣзныя каналы*. На страницѣ 38, говоря о пластахъ южной системы, г. Эйхвальдъ поясняетъ, что на Мурожной пласты такъ вязки и толсты, что добыча ихъ требуетъ усилій, для чего употребляется способъ подкайливанія. Говоря о Мурожной слѣдовало бы подробно пояснить, гдѣ эти пласты связны и толсты, потому что можно подуматъ будто всѣ розсыпи на Мурожной обладаютъ подобными свойствами, тогда какъ въ дѣйствительности толстые пласты залегаютъ вовсе не на Мурожной а на ея притокѣ р. Талой. На Мурожной же пласты залегаютъ отъ 1½ до 5 аршинъ и только въ розсыпяхъ вершины рѣчки имѣють связанное свойство, въ остальныхъ же частяхъ долины золотоносныя пласты могутъ быть отнесены къ пластамъ средней вязкости, удобно промываемыхъ на бочкахъ, тогда какъ связные пла-

сты могутъ быть чисто промываемы только на чашахъ. Процессъ подкайливанія употребляется повсемѣстно, на всякихъ пластахъ будь онѣ даже самые разрушистые какъ на р. Аяхтѣ, Кунтуякичѣ или Енашимо. Оставляю безъ всякихъ замѣчаній хотя бы таковыя и можно было бы сдѣлать на остатальную часть прекрасно обработаннаго труда г. Эйхвальда о протиркѣ песковъ, такъ какъ замѣчанія эти касались бы не сущности дѣла, а только нѣкоторыхъ неважныхъ подробностей и перехожу къ заключенію г. Эйхвальда, на страницѣ 55, объ обработкѣ песковъ американскимъ способомъ. Г. Эйхвальдъ утверждаетъ, что этимъ способомъ промывки можно мыть пески только разрушистые мало галистыя, подобные эфелямъ, при достаткѣ воды и другихъ мѣстныхъ условіяхъ, но какія эти условія умалчиваетъ. Я же, занимаясь въ теченіи 10 лѣтъ промывкою песковъ американскимъ способомъ на пяти пріискахъ, съ весьма разнообразными розсыпями, начиная отъ совершенно разрушистыхъ и кончая многогалистыми, каменистыми и средневязкими розсыпями, пришелъ на основаніи этихъ опытовъ къ совершенно противному заключенію. Американскій способъ считалъ и считаю весьма полезнымъ въ золотомъ дѣлѣ, вся сила заключается тутъ въ удачномъ примѣненіи. На средневязкихъ, каменистыхъ розсыпяхъ я также удобно и *чисто* промываю пески съ ничтожной потерей золота, какъ и на разрушистыхъ. Въ первомъ случаѣ употребляю для окончательной протирки скатывающеюся съ желобовъ гальки ручной станокъ (бутару), на которую спущены отъ 2-хъ до 3-хъ желобовъ, и расходую на это гораздо менѣе поденщинъ, нежели при промывкѣ на машинѣ, а на легкосвязныхъ и разрушистыхъ розсыпяхъ прямо безъ станка пески также отчетливо и дешево перемываются на американкахъ. Количество воды, необходимое для желобовъ, нужно имѣть совершенно такое же какъ и при машинной промывкѣ, на извѣстное равномерное количество песковъ, только разница въ удобствахъ при американкахъ та, что на маловодныхъ рѣчкахъ гдѣ часто машина полъ лѣта стоитъ безъ дѣла или очень мало работаетъ, американками всегда можно работать безостановочно, будь только воды достаточно хотя для одного радіуса. Слѣдовательно, употребляя американки на такихъ рѣчкахъ, всегда можно

варировать работы, располагая ихъ по количеству воды. Очень жаль, что г. Эйхвальдъ не достаточно познакомился съ моею статьею въ 12-й книжкѣ «Горнаго Журнала» за 1866 годъ объ американской промывкѣ, и что находясь на южной системѣ лѣтомъ сего года не осмотрѣлъ на мѣстѣ американскую промывку на моихъ пріискахъ, изъ которыхъ 4 работали американскимъ способомъ, добыто было золота до 12 пудъ, только посредствомъ одного американскаго способа. Сдѣланныя мною замѣчанія на диссертацию г. Ю. И. Эйхвальда нисколько не уменьшаютъ ее достоинства, вообще надо отдать ему полную справедливость въ точности описанія золотаго производства и въ общедоступности его для пониманія даже вовсе незнакомому съ нимъ человѣку. Изъ всей статьи видно, что г. Эйхвальдъ изучилъ золотое производство, и не даромъ пользовался славой одного изъ лучшихъ горныхъ инженеровъ Восточной Сибири.

Николай Латкинъ.

Н. В. Латкинъ очевидно не понялъ сказанныхъ мною во время диспута словъ. Я вовсе не отрицалъ ни значенія, ни достоинствъ труда Ю. И. Эйхвальда, а находилъ что онъ только не вполне соотвѣтствуетъ своему назначенію служить диссертацией.

Заключая въ себѣ обстоятельное описаніе Нерчинскаго золотаго производства, онъ недостаточно представлялъ спорныхъ пунктовъ и обобщеній, какія обыкновенно избираются темами для трудовъ такого рода.

Ю. И. Эйхвальдъ сослался въ этомъ случаѣ на недостатокъ данныхъ и Н. В. Латкинъ подтверждаетъ это. По моему мнѣнію тамъ гдѣ золотопромышленность существуетъ болѣе 50 лѣтъ, дѣйствуетъ множество пріисковъ и промывается миллиарды пудовъ песковъ не можетъ быть недостатка, и скорѣе изобиліе различныхъ фактовъ.

Разработка ихъ не можетъ входить въ кругъ дѣятельности золотопромышленниковъ, но должна быть задачею тѣхъ специалистовъ, которые избираютъ золотой промыселъ темою для сочиненія. Таковъ истинный смыслъ моихъ словъ.

О бѣдности нашей литературы по золотому промыслу я замѣчу только, что сравнительно съ бѣдностью вообще русской технической литературы а также въ сравненіи съ тѣмъ что писано до сихъ поръ объ иностранной золотопромышленности, добрая сотня статей о нашихъ золотыхъ розсыпяхъ вовсе не такой скудный матеріалъ.

К. Скальковскій.

Моритцъ Гернесъ. 4-го ноября нов. ст. скоропостижно скончался въ Вѣнѣ Моритцъ Гернесъ, директоръ Императорскаго Вѣнскаго Минералогическаго Кабинета. Эта потеря глубоко чувствуется ученымъ міромъ и всѣми, знавшими прекрасную личность Гернеса. Ученые труды покойнаго имѣютъ для русскихъ особое значеніе. Классическое сочиненіе его «Die fossilen Mollusken des Tertiär-Beckens von Wien» представляетъ настольную книгу для всякаго палеонтолога, занимающагося нашими неогеновыми образованіями. Гернесъ оказалъ услуги не одной только русской палеонтологіи, но также и геологіи. Такъ онъ, на основаніи окаменѣлостей, полученныхъ изъ Подоліи и Волыни, первый указалъ на то, что въ губерніяхъ этихъ долженъ между прочимъ находиться тотъ третичный ярусъ, который въ вѣнскомъ бассейнѣ называется *ярусомъ черитовъ*; онъ доказалъ также, что извѣстная въ Польшѣ мѣстность Корытницы представляетъ не эоценовую формацию, какъ предполагалъ Пушъ, а миоценовую.

О пробѣ стальныхъ панцирныхъ плитъ и о вліяніи на нихъ отвалки (отжиганія).

При разсмотрѣніи дѣйствія, которое оказываетъ пробиваніе дыръ въ стальныхъ плитахъ, употребляемыхъ при кораблестроеніи и для другихъ цѣлей, и при сравненіи ихъ крѣпости и плотности съ плитами, имѣющими просверленные дыры, необходимо обращать вниманіе на качество употребленной для выдѣлки ихъ стали.

Пластины изъ сильно углеродистой стали, характеризующейся твердостью и плотностью, показываютъ въ изломѣ

тонкое блестящее зерно. При ближайшемъ разсмотрѣніи видно, что такая сталь состоитъ изъ однородныхъ частицъ, изъ которыхъ каждая плотно сдѣплена съ лежащими съ ней рядомъ частицами и вслѣдствіе своей чистоты и значительнаго содержанія углерода, выказываетъ чрезвычайную крѣпость и сопротивленіе, пока въ одной изъ частей плиты нѣтъ большого излома или трещины. Большая твердость частицъ не дозволяетъ плитѣ имѣть свойство, которое въ тѣлѣ, претерпѣвающимъ сильныя потрясенія чрезвычайно важно; именно чтобы плита при *растяжимости* обладала известной степенью *упругости*. Въ то время, какъ въ обыкновенной плитѣ частицы при дѣйствіи частыхъ потрясеній имѣютъ стремленіе перемѣщаться, передвигаться одна за другую не теряя связи, въ пластинѣ, сдѣланной изъ твердой стали, они, наоборотъ, сохраняютъ свою форму и взаимное расположеніе до тѣхъ поръ, пока не разъединятся внезапно. Это легко замѣтить при пробиваніи дыръ; потому что дѣйствіемъ давленія стержня, пробивающаго отверстіе частицы, лежація непосредственно около него выйдутъ изъ своего положенія и вызовутъ внутренній разрывъ, хотя и незамѣтный для глаза.

Чтобъ пояснить только что сказанное укажемъ на то, что въ Chatham Dockyard приготовляютъ и пробуютъ много стальныхъ плитъ и что хотя пробныя плиты были приготовлены такимъ образомъ, что должны были бы сломаться въ самомъ тонкомъ мѣстѣ, однако всѣ безъ исключенія сломались въ томъ мѣстѣ, гдѣ были пробиты двѣ маленькихъ дыры. Если же дыры просверлить, вмѣсто того чтобъ пробивать, и именно въ томъ мѣстѣ, гдѣ сталь имѣетъ наибольшую толщину, то плиты всѣ безъ исключенія ломаются въ самыхъ тонкихъ мѣстахъ; слѣдовательно здѣсь мы видимъ явленіе совершенно противоположное.

Это наблюденіе представляетъ важное доказательство выгоды просверливанія дыръ въ плитахъ, вмѣсто ихъ пробиванія. Одна стальная плита съ пробитыми отверстіями была помѣщена въ борту «Геркулеса», недавно построеннаго въ Чатамѣ. По прошествіи нѣсколькихъ дней она внезапно треснула (съ громкимъ шумомъ) по направленію пробитыхъ дыръ, такъ что сдѣлалась совершенно негодною. Результа-

ты многочисленныхъ опытовъ, произведенныхъ надъ стальными плитами съ просверленными и пробитыми отверстіями показываютъ преимущество перваго способа передъ вторымъ въ томъ, что просверленные плиты обладаютъ на 22,5 процента большею абсолютною крѣпостью. Отсюда видно, что выгода просверливанія дыръ не подлежитъ сомнѣнію.

Относительно откалки (отпусканія) стальныхъ плитъ, опытомъ дознано, что откаленные плиты въ сравненіи съ неоткаленными даютъ изумительные результаты; такъ если въ обоихъ случаяхъ дыры были пробиты, то откаленные выдерживали растягиваніе и разрывъ въ гораздо большей степени нежели неоткаленные; разница въ противодѣйствіи доходила до 60 процентовъ.

Дѣйствіемъ откалки, какъ кажется, уменьшается содержаніе углерода въ стали и частицы, сдѣлавшись мягче, получаютъ способность перемѣщаться при дѣйствіи какой либо посторонней силы; хотя это и несомнѣнно, но до сихъ поръ еще незамѣчено, чтобъ при этомъ сталь очень твердаго зерна обращалась бы въ жилковатую, напротивъ она сохраняетъ свое зерно. Тигельная литая сталь, свойства которой приближаются къ мелкозернистому желѣзу, въ изломѣ имѣетъ тонкое шелковистое сложеніе, и этотъ сортъ стали обладаетъ послѣ откалки абсолютной крѣпостью большей на 16 процентовъ, чѣмъ въ неоткаленномъ видѣ, потому что такая сталь очень мягка. Поэтому разница между откаленной и неоткаленной литой сталью не такъ велика, какъ разница между откаленной и неоткаленной болѣе твердой сталью.

Тщательный выборъ стальныхъ плитъ крайне необходимъ. Выбранныя плиты должны обладать слѣдующими свойствами: упругостью, растяжимостью, противустоять разрыву, при которомъ они могутъ принимать жилу или оставаться зернистыми, наконецъ обладать свойствомъ коваться въ холодѣ, такъ чтобы при этомъ на поверхности ихъ не оказывалось трещинъ.

Изъ предыдущаго слѣдуетъ, что пробивка дыръ вредитъ металлу и что откалка плитъ послѣ пробивки улучшаетъ металлъ. Упомянутая стальная плита «Геркулеса» была продыравлена, помощью пробивки, и прокована холодною;

въ своемъ первоначальномъ состояніи эта плита была чрезвычайно тверда и была повреждена вѣроятно пробивкою дыръ и холодною ковкою.

Для практики можно вывести заключеніе, что для избѣжанія подобныхъ неудачъ, необходимо всѣ стальные плиты, продыравленные помощью пробоя или кованные холодными, прежде ихъ прикрѣпленія къ судамъ, откаливать, будутъ ли они изъ твердаго или мягкаго металла.

(Dingler's Polytechnisches Journal 1868 Heft 5 S. 386).

Новороссійскій лигнитъ. Горный инженеръ Кочержинскій сообщаетъ въ «Одесскомъ Вѣстникѣ» слѣдующіе результаты своихъ изысканій въ окрестностяхъ Елисаветграда.

Поле, на которомъ можно ожидать встрѣчи залежей лигнита, занимаетъ съ востока на западъ до 30 верстъ, а съ юга на сѣверъ до 20-ти или всего 600 квадрат. верстъ. Допустимъ, что только $\frac{1}{20}$, т. е. 30 квадрат. верстъ этого поля представляютъ залежи, пригодныя для добычи, то и тогда это составитъ запасъ въ 3 миллиарда пудовъ горючаго матеріала, при толщинѣ пласта только въ 1 сажень. На этомъ полѣ въ настоящее время извѣстны три мѣсторожденія лигнита: 1-е близъ временной Елисаветградской станціи желѣзной дороги, въ имѣніи полковника Лишина, дерев. Балашовка, съ запасомъ горючаго матеріала въ 60,000,000 пудовъ, при средней толщинѣ пласта до 2-хъ сажень. 2-е. Въ 10-ти верстахъ на сѣверо-западъ отъ перваго, въ д. Екатериновкѣ, помѣщика Бошняка, съ запасомъ горючаго матеріала тоже не менѣе 60,000,000 пудовъ, при средней толщинѣ пласта около $1\frac{1}{2}$ сажени. 3-е. Еще въ 12-ти верстахъ далѣе на сѣверо-западъ, въ имѣніи генерала Шишкова. Это послѣднее мѣсторожденіе взято въ арендное содержаніе барономъ Унгернъ-Штернбергомъ. Изслѣдованіе этого мѣсторожденія производится въ настоящее время весьма тщательно г. Вульфомъ. Запасъ горючаго матеріала, весьма вѣроятно, громаденъ. Пластъ въ 3 сажени толщиною представляетъ

залежи превосходнаго лигнита древеснаго происхожденія. Что касается до горючихъ запасовъ 2-хъ первыхъ мѣсторожденій, то это землястая разность бураго угля посредственнаго качества, съ большимъ содержаніемъ золы, до 35%. Что горючій этотъ матеріалъ пригоденъ не только для отопки зданій, но и для фабрикъ и заводовъ, тому лучшимъ доказательствомъ служатъ сдѣланныя надъ нимъ испытанія. Такъ, паровая машина на мельницѣ г. Биддера, въ Елисаветградѣ, въ продолженіи 2-хъ часовъ, шла на этомъ углѣ, вѣсивъ два постава и шеретовку.

Что касается цѣны лигнита, то при небольшой глубинѣ его залеганія, отъ 2-хъ до 15-ти саж., и большой толщинѣ пласта (среднимъ числомъ, до 2-хъ саж.), 1 пудъ этого угля долженъ стоить на мѣстѣ добычи не дороже 2½ коп., т. е. 300 пудовъ (maximum), необходимые для замѣны одной кубической сажени дровъ, обойдутся въ 7 р. 50 к., тогда какъ мѣстная цѣна дровъ доходитъ отъ 20 до 30 р. с.

На сколько этотъ горючій матеріалъ будетъ пригоденъ для нашихъ южныхъ желѣзныхъ дорогъ, покажутъ опыты.

Открытие каменнаго угля на восточномъ берегу Каспійскаго моря. Изъ Баку отъ 7-го ноября, пишутъ въ газ. *Кавказъ*: Компания пароходства «Кавказъ и Меркурій» открыла залежи каменнаго угля на Мангишлакскомъ полуостровѣ около форта Александровска, или Тюкъ-Карагана, и откомандировала туда для предварительныхъ изысканій, капитана парохода «Князь Барятинскій», г. Дебура. Мѣстность эта лежитъ на восточномъ берегу Каспійскаго моря, на одной параллели съ Петровскомъ, отстоитъ отъ Тюкъ-Карагана, единственнаго нашего укрѣпленія въ этихъ странахъ, на 100 верстъ, принадлежитъ русской территоріи и занята кочующими киргизами. Въ 12 верстахъ отъ мѣсторожденія угля находится бухта Сариташъ, довольно глубокая, гдѣ могутъ останавливаться большія суда. Пунктъ этотъ намъ давно извѣстенъ, и въ одно время предложенъ былъ даже проектъ (кажется, генераломъ Хрулевымъ) о соединеніи Каспійскаго моря съ Аральскимъ же-

лѣзною дорогою чрезъ Сариташъ: отъ этой бухты до Аральскаго моря считается 250 верстъ, 4 дня ѣзды верхомъ, и нынѣ ходятъ караваны верблюдовъ по этому пути. Современемъ, намъ кажется, вся торговля съ Хивою обратится сюда, какъ это было лѣтъ 50 тому назадъ, ибо удобнѣе и короче сообщенія едва-ли можно найти. По всей дорогѣ есть колодцы прѣсной воды, хотя какъ сказываютъ, солонатовой; населеніе дикое, но мирное, доказательствомъ чему можетъ служить то, что путешественники проходили по степи въ средѣ населенія безъ конвоя, съ одними провожатыми, и не подвергались никакому нападенію со стороны обитателей (г. Дебуръ, какъ намъ говорили, жилъ въ аулѣ киргизскомъ и кромѣ гостепріимства ничего другаго не встрѣчалъ). Кромѣ всего этого перевозочныя средства очень дешевы: обыкновенная наемная плата за верблюда, поднимающаго пудовъ 15, пять р. въ мѣсяцъ.

Сариташскій уголь изслѣдованъ былъ въ нѣсколькихъ мѣстахъ до 15 фут. глубины. Онъ бурый, совершенно сходный съ саксонскимъ, горитъ очень хорошо. Верхній подпочвенный слой сыпучъ, и это свойство послужило причиною тому, что морское начальство, испытавшее его въ Астрахани лѣтъ 30 тому назадъ, нашло его негоднымъ для дѣла. Между тѣмъ вторые и дальнѣйшіе слои очень плотны, такъ что доставили куски аршина въ 2 — 3 длины. Мѣсторожденіе это, рассказываютъ, обнимаетъ огромное пространство; слой угля доходитъ мѣстами до 10 фут. толщины; между слоями угля пролегаютъ желтая глина и песокъ.

Кругомъ тянутся мѣловыя горы на разстояніи слишкомъ 200 верстъ. Намъ рассказывали, что въ этой мѣстности встрѣчаются между прочимъ мраморъ и аспидъ.

Образцы этого угля доставлены въ Баку, и, по слухамъ, опыты, произведенные здѣшнимъ агенствомъ на одномъ изъ пароходовъ компаніи, дали весьма хорошіе результаты.

Затопленіе выработокъ Велички. Офиціальныя извѣстія сообщаютъ объ этомъ несчастіи слѣдующее. Ноября 22 нов. ст., на глубинѣ 110 клафтеровъ отъ дневной

поверхности, въ кваршлагѣ Кюскомъ, лежащемъ сѣвернѣе шахты Францъ-Иосифъ, въ разстояніи 625 клафтеровъ отъ выхода кваршлага показалась мутная вода, содержащая много песка, прорвавшаяся по видимому на рубежѣ пустой (не соленосной) глины. Плотины, тотчасъ сдѣланныя, не смогли удержать напоръ воды, штрековая крѣнь попортилась и остановилась вентиляция. Поэтому сочли необходимымъ приступить къ устройству трехъ кирпичныхъ на цементѣ плотинъ, на близкомъ одна отъ другой разстояніи и ближе къ выходу штрека. Притокъ воды достигъ 50 куб. футовъ въ минуту и вода изъ штрека текла въ Воднагорскую шахту, въ выработку, лежащую на 19 клафтеровъ ниже, гдѣ 30 ноября вода достигла уже 11 клафтеровъ высоты. Плотины должно было окончить ранѣе совершеннаго заполнения помянутой выработки. По окончаніи ихъ предполагалось еще, для большей безопасности, возвести деревянную клиновую плотину. Въ прочность плотинъ надѣялись потому, что они дѣланы были въ плотной каменной соли, которая выщелачивается вообще гораздо менѣе нежели соленосныя породы. Для собравшейся внизу воды предварительно употреблена была машина Кюбекской шахты.

По извѣстіямъ отъ 1-го декабря, вода обошла однагожь оконченныя кирпичныя плотины и опять потекла въ глубину выработки. При этомъ, 3-го декабря, она все еще держалась на 4 клафтера ниже уровня плотины и горныя работы въ верхнихъ горизонтахъ шли безпрепятственно. Заготавлиются сильныя машины и надѣются въ 4—6 мѣсяцовъ совсѣмъ устранить воду. Плотины возводились подъ надзоромъ Балазитца и Риттингера, а 3-го декабря въ Величку прибылъ генераль-инспекторъ баронъ Бейстъ, въ сопровожденіи горнаго совѣтника Феттерле, чтобъ предпринять все необходимое для обезпеченія горнаго производства.

(Verhandl. Geolog. Reichsanst. 1868. № 16).

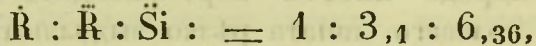
Ислѣдованіе нѣкоторыхъ русскихъ діоритовъ. Долгое время полагали, что полевошпотовая часть діоритовъ есть *альбитъ*; Густавъ Розе доказалъ наконецъ, что въ діоритахъ съ роговой обманкой встрѣчается обыкновенно

не альбитъ, а олиоклазъ. Потомъ въ нѣкоторыхъ діоритахъ опредѣлили анортитъ и въ послѣдніе годы—лабрадоръ. Нѣкоторые наши уральскіе діориты принадлежатъ къ такимъ лабрадоровымъ отличіямъ, какъ это недавно доказалъ г. Кенигъ (*Zeitschrift der deutsch. Geolog. Gesellsch.* 1868. XX. Band, 2 Heft. p. 365), производившій изслѣдованія надъ образцами, привезенными Розе съ Урала и хранящимися въ берлинскомъ музеѣ. Онъ изслѣдовалъ именно горную породу изъ Тургояка и Шайтанки.

Тургоякская порода имѣетъ порфиридовидное сложеніе, такъ какъ таблицы полеваго шпата рѣзко выдѣляются изъ роговой обманки. Расположеніе полевошпатовыхъ частицъ вообще параллельно ихъ вытянутости. По этому же направленію порода легче раскалывается и изломъ показываетъ множество спайныхъ плоскостей роговой обманки, которыя свѣтъ отражаютъ по одинаковому направленію. Такъ что параллельность, замѣчаемая въ расположеніи полеваго шпата, распространяется тутъ и на роговую обманку. Роговая обманка имѣетъ цвѣтъ темнозеленый, переходящій въ черный; сложеніе ея мелкозернистое, листовое; тупой уголь реберъ призмы въ 124° явственно замѣтенъ на многихъ кусочкахъ, происшедшихъ отъ дѣленія по спайности. Что касается полеваго шпата, то трудно рѣшить представляютъ ли таблицеобразныя части его кристаллическіе агрегаты или же просто отдѣльные кристаллы. Последнее однакожъ вѣроятнѣе потому, что нигдѣ не видно характеристическая двойнековая струйчатость. Достоинно замѣчанія то, что самая внутренняя часть недѣлимыхъ полеваго шпата состоитъ изъ болѣе или менѣе толстаго слоя роговой обманки. Отъ наружной поверхности по направленію внутрь во многихъ недѣлимыхъ видны параллельные поясы. Наружный поясъ молочнобѣлый, слабоблестящъ; второй сѣроватобѣлый, а поясъ у роговообманковаго ядра имѣетъ сильный стеклянный блескъ и почти безцвѣтенъ. Такое явленіе зависитъ вѣроятно отъ начавшагося разложенія или по крайней мѣрѣ отъ псевдоморфизаціи, что подтверждается присутствіемъ бурыхъ пятенъ на внѣшней сторонѣ кристалловъ и внутри молочнобѣлаго пояса. Удѣльный вѣсъ полеваго шпата = 2,709. Химическій составъ его оказался слѣдующимъ:

Кремнеземъ	53,77	— 28,68	кислорода.
Глиноземъ	28,75	}	— 13,95
Окись желѣза	1,73		
Известь	11,01	}	— 4,50
Натръ	4,68		
Кали	0,83		
Потеря отъ прокаливанія	0,00		
	<hr/>		
	100,77		

Откуда выводится такое кислородное отношеніе:



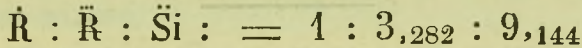
слѣдовательно полевоѣ шпатъ есть *лабрадоръ*.

Шайтанковская порода еще красивѣе тургоякской и составляетъ истинное украшеніе превосходной коллекціи берлинскаго минералогическаго музеума. Порода состоитъ главнѣйше изъ черной роговой обманки, встрѣчающейся кристаллами отъ дюйма до фута длиною. Полевоѣ шпатъ скопился въ ней лишь мѣстами въ видѣ сросткообразныхъ массъ или же прорѣзываетъ ее болѣе или менѣе толстыми прожилками. Сложеніе породы поэтому крупнозернистое. Роговая обманка имѣетъ цвѣтъ темнозеленый и черный, сложеніе грубокристаллическое съ призматически-столбчатою отдѣльностью. Кристаллы на концахъ не развиты, но кромѣ плоскостей призмы показываютъ еще ортопинакоидъ. На рубежѣ роговой обманки съ полевымъ шпатомъ, рѣзко отдѣляясь отъ обоихъ этихъ минераловъ, являются отдѣльныя мелкія частицы медовожелтаго и луковозеленаго цвѣта, жилковатаго сложенія, съ шелковистымъ блескомъ. Это вѣроятно продуктъ псевдоморфизаціи роговой обманки. Помянутыя сростковидныя массы полеваго шпата кажутся частію агрегатами простыхъ, частію же агрегатами двойниковыхъ кристалловъ. При разбиваніи скопленій полеваго шпата, получались кусочки, ограниченные плоскостями спайности, и хотя тутъ нельзя было измѣрить угла, но все же тутъ явственно видны были двѣ блестящія плоскости, пересѣкающіяся подъ острымъ угломъ, и третья плоскость менѣе блестящая, совершенно соотвѣтственно комбинаціи ∞ P. O. P. Двойниковая струйчатость и входящіе углы были видны явственно на нѣкоторыхъ кусочкахъ, сохранившихъ еще сильный стеклянный блескъ. Цвѣтъ полеваго

шпата частию молочнобѣлый, частию сѣроватобѣлый, частию яблочнозеленый. Молочнобѣлыя частицы преимущественно находятся на рубежѣ роговой обманки и полеваго шпата и вблизи помянутаго медовожелтаго минерала; но и внутри массы они не рѣдко, между тѣмъ какъ сѣроватобѣлыя, сильно блестящія части находятся лишь по окраинамъ. Удѣльный вѣсъ полеваго шпата 2,672. Анализъ показалъ въ немъ:

Кремнеземъ	60,69	— 32,37	кислорода.
Глиноземъ	24,24	} — 11,63	«
Окись желѣза	0,71		
Известь	4,63	} — 3,54	«
Натръ	7,75		
Кали.	1,28		
Потеря отъ прокаливанія	0,85		
	100,17		

Отсюда выводится такое кислородное отношеніе:



Отношеніе это соотвѣтствуетъ *олмоклазу*.

Новая кристаллическая разновидность кремнезема. Разновидность эта подъ названіемъ *тридимита* описана г. Ратъ въ Monatsberichte берлинской академіи наукъ. Новый минералъ хотя и принадлежитъ къ гексагональной системѣ, но имѣетъ совсѣмъ другіе размѣры осей и другое образованіе чѣмъ кварцъ. Основная форма его, гексагональная пирамида, въ конечныхъ краяхъ показываетъ $172^{\circ} 35'$, а въ боковыхъ $124^{\circ} 4'$; кромѣ формы этой встрѣчаются еще базисъ, первая и вторая гексагональныя и дигексагональная призмы. Видъ кристалловъ постоянно таблицеобразный, отъ преобладаній базиса; кристаллы большею частию двойники, съ плоскостью перпендикулярною къ плоскости симметріи; встрѣчаются также двойники прикосновенія и крестообразнаго проростанія. Спайность не явственная, параллельная базису; изломъ раковистый. Твердость=7, удѣльный вѣсъ=2,295 — 2,326. Минералъ безцвѣтенъ и прозраченъ. Блескъ стеклянный, на базисѣ же перламутровый. Черта бѣлая. Два анализа дали:

Кремневой кислоты	96,1	95,5
Окиси желѣза	1,9	1,7
Глинозема съ магнезіей	1,3	1,2
Потеря отъ прокальванія	0,66	0,66
	<u>99,96</u>	<u>99,06</u>

Тридимитъ попадается въ трещинахъ трахита горы Санъ-Кри-стобаль близъ Пахука въ Мексикѣ, въ сопровожденіи сѣрнаго колчедана и роговой обмолки, которые образовались съ нимъ одновременно и одинаковымъ путемъ, т. е. возгонкой. Самый же трахитъ въ красноватобурой, пятнистой, основной массѣ содержитъ кое-гдѣ кристаллы триклиническаго полеваго шпата и авгита, рѣже зерна кварца. Подъ микроскопомъ основная масса оказывается состоящею изъ смѣшенія полевошпатоваго минерала съ авгитомъ, роговой обманкой и магнитнымъ желѣзнякомъ.

(Neues Jahrb. f. Mineralogie. 1868. VI. 744)

Золотые и серебряные рудники въ Колорадо. Г. Симоненъ (Simonin), вернувшійся недавно изъ Колорадо, сообщаетъ слѣдующія свѣдѣнія о тамошнихъ рудникахъ.

Въ восемь съ половиною дней я совершилъ, говоритъ онъ, плаваніе изъ Европы въ Нью-Йоркъ и на Далекое Западѣ, Far-West, достигъ желѣзной дороги, доставившей меня на разстояніе 190 миль отъ рудниковъ. Этотъ послѣдній переѣздъ былъ сдѣланъ безъ особенныхъ препятствій чрезъ племена дикія и враждебныя,

Ученые нѣсколько разъ посѣщали цѣпь Скалистыхъ горъ, но имъ не удалось открыть ни одной жилы, какъ вдругъ въ 1858, 1859 піонеры открыли золото въ россыпяхъ у вершинъ Арканзаса. Извѣстіе объ этомъ открытіи разнеслось быстро и рудокопы явились толпою. Одинъ изъ нихъ, проникнувъ въ ущелья горъ, открылъ тамъ знаменитую жилу, которая названа его именемъ Грегори.

Въ этой части Скалистыхъ горъ, да и во всемъ Колорадо, золото является въ кварцевыхъ жилахъ, обыкновенно простирающихся отъ С.В. къ Ю.З. Жилы эти проходятъ по древ-

нимъ метаморфическимъ сланцамъ; ядро же Скалистыхъ горъ состоитъ изъ гранита.

Пионеры вскорѣ поселились въ этихъ дикихъ ущельяхъ и открыли тамъ большое число важныхъ мѣсторожденій. По американскому закону рудокопъ, открывшій жилу, получаетъ въ отводъ 3000 футовъ по длинѣ. Вообще между американскимъ и французскимъ законодательствомъ есть большое различіе. Во Франціи дозволеніе на разработку иногда дается спустя долгое время послѣ подачи просьбы объ отводѣ, такъ какъ просьба эта вызываетъ весьма длинныя, медлительныя справки, тянущіяся иногда по нѣскольку лѣтъ. Между тѣмъ именно либеральнымъ американскимъ закономъ должно главнѣйше приписать значительное развитіе горной промышленности, идущей съ каждымъ днемъ впередъ на Дальнемъ Западѣ, гдѣ поиски дѣлаются все болѣе и болѣе многочисленными.

Вездѣ на рудникахъ Колорадо я собиралъ образцы рудъ посвященныхъ мною жилъ и пробы сухимъ путемъ вездѣ мнѣ открывали въ нихъ золото.

Весь восточный склонъ Скалистыхъ горъ золотосенъ и въ Грегори изъ тонны обработанной руды извлекали золота на сумму отъ 20 до 30,000 франковъ; такое содержаніе, правда, было совсѣмъ исключительное.

Трудности металлургической обработки рудъ въ Колорадо бываютъ иногда такія, что нерѣдко извлекается только треть или четверть всего золота, заключающагося въ рудѣ. Все золото никогда не извлекается. Въ этихъ золотыхъ рудахъ, золото бываетъ соединено съ сѣрнистыми соединеніями желѣза, свинца, мѣди и проч., между тѣмъ какъ въ Калифорніи золото встрѣчается самороднымъ въ кварцевыхъ жилахъ. По видимому ни одинъ изъ употребляющихся здѣсь способовъ обработки не далъ хорошаго результата и потому предстоитъ еще сдѣлать важное усовершенствованіе для полученія изъ рудъ всего золота. Вотъ два главныхъ способа, употребляемыхъ теперь въ Колорадо:

1) Руду измѣльчаютъ въ тончайшій порошокъ и обрабатываютъ ртутью, которая растворяетъ свободное золото, отдѣляемое потомъ перегонкою ртути. Этимъ способомъ извлекаютъ лишь одну четверть золота изъ руды, если послѣдняя состоитъ изъ сѣрнистыхъ соединеній.

2) Руду обжигаютъ въ отражательныхъ или же въ вращательныхъ печахъ, послѣ чего обожженная масса обрабатывается ртутью или проплавляется. Въ послѣднемъ случаѣ, получаемые роштейны отправляются въ Свензи, гдѣ они обрабатываются способомъ, содержимымъ въ секретѣ. Роштейны эти должны быть очень богаты, такъ какъ перевозка ихъ обходится весьма дорого, по 1 франку за килограммъ.

Въ Колорадо есть и богатые серебряные рудники, руда которыхъ обрабатывается при посредствѣ хлористыхъ соединеній, или же плавленіемъ и трейбованіемъ, если руда представляетъ серебрястый свинцовый блескъ.

Весь западный склонъ Скалистыхъ горъ содержитъ серебряныя жилы, соотавляющія продолженіе мексиканскихъ. Оставляя эту послѣднюю страну, металлоносная полоса раздваивается, при чемъ одна часть ея направляется въ Сіерру-Неваду, а другая къ Скалистымъ горамъ. Въ Колорадо по всей вѣроятности встрѣтять жилу, подобную Комштокской въ Невадѣ. Разработка этихъ жилъ ведется также какъ въ англійскихъ рудникахъ и употребляемые способы не представляютъ ничего особеннаго.

Главное затрудненіе здѣсь заключается въ большой высотѣ выхода рудъ, такъ что золотые рудники разрабатываются обыкновенно на высотѣ 2—3,000 метровъ, а серебряные на высотѣ 3,000 — 3,500 метровъ надъ моремъ. Снѣга въ горахъ на нѣсколько мѣсяцевъ прекращаютъ тутъ всякое сообщеніе съ долинами и рудокопы проводятъ обыкновенно въ горахъ всю зиму.

Разработкѣ золотыхъ и серебряныхъ рудниковъ суждено тутъ вызвать заселеніе огромнаго пространства; краснокожіе постепенно отгѣсняются въ площади, указанная имъ правительствомъ. Впрочемъ нѣкоторыя племена упорствуютъ и отказываются отъ всякихъ сдѣлокъ съ бѣлыми.

Соединенные Штаты производятъ теперь золота столько же, сколько всѣ прочія страны земнаго шара: рудники Невады даютъ серебра столько, сколько даетъ его вся испанская Америка. Въ послѣднюю войну общая производительность золота и серебра была въ 5 — 600 миліоновъ франковъ; въ 1867 же году въ 400 миліоновъ. Такое уменьшеніе производительности зависитъ отъ постоянной борьбы колонистовъ съ дикими племенами и отъ трудностей металлургической обработки, которая остановили многія предиріятія.

Производительность золота въ Калифорніи постоянно уменьшается уже нѣсколько лѣтъ и Колорадо, вмѣстѣ съ другими территориями (Идахо, Монтана и др.), стремится къ водворенію тутъ равновѣсія.

(Bull. soc. géol. de France. 1868. № 3. p. 453.).

Расходъ воды, потребляемый турбинами. Памбуръ представилъ французской академіи наукъ записку, въ которой онъ излагаетъ способъ вычисленія расхода воды въ секунду для турбинъ. Удовлетворительность предложенной формулы была испытана генераломъ Мореномъ, практическія наблюденія котораго съ мюльбахскою турбиною показали, что вычисляемый формулою Памбура расходъ воды вполне согласуется съ дѣйствительнымъ. Простая эта формула развита слѣдующимъ образомъ.

Означая чрезъ u —скорость воды при выходѣ изъ резервуара, h —полезное паденіе или напоръ воды, чрезъ v_1 и v_2 —скорости колеса на внѣшней и внутренней окружностяхъ его и чрезъ P —расходуемый въ секунду вѣсъ воды,—работа производимая водою должна выражать произведеніе изъ вѣса ея на пройденное пространство т. е. $= Ph$; но какъ скорость движенія находится въ прямой зависимости отъ

величины h , а именно $u = \sqrt{2gh}$, то слѣд. $h = \frac{u^2}{2g}$ или

$$Ph = \frac{Pu^2}{2g} \dots \dots \dots (1)$$

Принимая въ соображеніе, что вода при движеніи по колесу подвергается дѣйствию центробѣжной силы, способствующей скорѣйшему вытеканию воды изъ резервуара, и какъ величина этой силы имѣетъ выраженіе

$$\frac{P}{2g} \{R_1^2 - R_2^2\} \omega_0^2 = \frac{P}{2g} (v_1^2 - v_2^2) \dots \dots \dots (2)$$

потому что $v_1 = \omega \cdot R_1$ и $v_2 = \omega \cdot R_2$, гдѣ ω_0 — угловая

скорость $= \frac{\pi n}{30}$ при $\pi = 3,14$ и n — число оборотовъ въ минуту ¹⁾.

Но какъ скорости на окружностяхъ прямо пропорціональны радіусамъ ихъ, то $v_2 = v_1 \frac{R_2}{R_1}$; при извѣстности радіусовъ и числа оборотовъ въ минуту, легко опредѣляется скорости v_2 и v_1 .

Такимъ образомъ работа центробѣжной силы должна быть присоединена къ формулѣ (1) и мы имѣемъ

$$(3) \quad \dots \dots \frac{P u^2}{2g} = Ph + \frac{P}{2g} (v_1^2 - v_2^2).$$

Разсматривая движеніе воды между перегородками турбины, оказывается что она движется по направленію вогнутой поверхности перьевъ турбины. Слѣдовательно подобное движеніе, какъ круговое, должно обнаружитъ второе вліяніе центробѣжной силы. Для опредѣленія величины ея, означимъ чрезъ r_1 (черт. III фиг. 4) средній радіусъ кривизны пера а разстояніе отъ этого же центра до предшествующаго пера чрезъ r_2 , то конечно $r_1 - r_2$ выразитъ толщину водяной струи; чрезъ ω — означимъ угловую скорость какой нибудь точки, лежащей между r_1 и r_2 ; работа развиваемая центробѣжностью выразится.

$$\frac{P}{2g} \left\{ r_1^2 - r_2^2 \right\} \omega^2$$

Но $\omega = \frac{u_1}{r_1}$ или $u_1 = \omega r_1$, гдѣ u_1 есть средняя скорость движенія воды между перегородками. Поставляя въ формулу равную для ω величину

$$\frac{P}{2g} \left\{ r_1^2 - r_2^2 \right\} \frac{u_1^2}{r_1^2}$$

Величина этой работы играетъ отрицательную роль въ опредѣленіи скорости u , потому что вслѣдствіе оказываемаго, прочностью турбинной лопатки, противодѣйствія этой силѣ,

¹⁾ Угловая скорость опредѣляется для радіуса равнаго единицы, и настоящее ее выраженіе $\omega_0 = \frac{2\pi R n}{60} = \frac{\pi n}{30}$.

работа ея будет дѣйствовать какъ сопротивленіе на скорость движенія воды, слѣд. она должна уменьшать работу определенную въ фор. (3), а именно:

$$\frac{Pu^2}{2g} = Ph + \frac{P}{2g} (v_1^2 - v_2^2) - \frac{P}{2g} \left(\frac{r_1^2 - r_2^2}{r_1^2} \right) u_1^2 \dots (4)$$

Означимъ еще чрезъ f и f_1 — площади сѣченія воды въ резервуарѣ и между двумя сосѣдственными перьями турбины, включительно съ коэффициентами сжатія, то на основаніи закона непрерывности струи должно быть

$$Q = fu = f_1 u_1 \text{ и } u_1 = \frac{f}{f_1} u \dots \dots \dots (5)$$

По сокращеніи ур—ія (4) и постановкѣ въ него величины (5) имѣемъ:

$$u^2 = 2gh + v_1^2 - v_2^2 - \frac{r_1^2 - r_2^2}{r_1^2} \left(\frac{f}{f_1} \right)^2 u^2$$

Умножимъ обѣ части ур—ія на f^2 , то

$$(fu)^2 = f^2 (2gh + v_1^2 - v_2^2) - \left(\frac{f}{f_1} \right)^2 \frac{r_1^2 - r_2^2}{r_1^2} (fu)^2$$

откуда при $Q = fu$

$$Q^2 \left[1 + \left(\frac{f}{f_1} \right)^2 \frac{r_1^2 - r_2^2}{r_1^2} \right] = f^2 (2gh + v_1^2 - v_2^2)$$

или

$$Q = f \sqrt{ \frac{2gh + v_1^2 - v_2^2}{1 + \left(\frac{f}{f_1} \right)^2 \frac{r_1^2 - r_2^2}{r_1^2}} } \dots \dots (6) \text{ } ^1$$

Для вышепоименованной мюльбахской турбины $r_1 = 0,3$ метра; $r_2 = 0,2465$; $f_1 = 0,3526$ кв. метра.

$$\frac{R_2}{R_1} = 0,722 = \frac{v_2}{v_1}$$

¹⁾ Эта формула даетъ расходъ въ килограммахъ, а для русской мѣры въ пудахъ, чтобъ получить въ кубич. футахъ надо раздѣлить на вѣса куб. фута воды = 1,73 пудамъ.

Вставляя эти величины для опредѣленія расхода Q , полученная формула принимаетъ видъ:

$$(7) \dots \dots Q = 4,429 \text{ г} \sqrt{\frac{h + 0,0244 v_1^2}{1 + 2,613 f^2}}$$

Съ этою турбиною всего было сдѣлано 84 опредѣленія. Онѣ были распределены на 6 отдѣловъ для опредѣленія притока воды при различныхъ напорахъ и различныхъ скоростяхъ v_1 . Площади сѣченія f резервуара при этихъ 6 рядахъ опытовъ были, включительно съ сжатіемъ струи, по измѣренію:

	$f = 0,0720$	кв. метровъ
(2)	$= 0,11839$	» »
	$= 0,18825$	» »
	$= 0,24192$	» »
	$= 0,24192$	» » . . . (второй разъ)
	$= 0,28577$	» »

Поставляя эти послѣдніе въ формулу (7), получимъ шесть слѣдующихъ ур—ій для опредѣленія Q :

$Q = 0,31678$	$\sqrt{h + 0,0244 v_1^2}$	. . . . .	I
$Q = 0,51506$	$\sqrt{h + 0,0244 v_1^2}$	. . . . .	II
$Q = 0,79773$	$\sqrt{h + 0,0244 v_1^2}$	. . . . .	III
$Q = 0,99798$	$\sqrt{h + 0,0244 v_1^2}$	. . . . .	IV
$Q = 0,99798$	$\sqrt{h + 0,0244 v_1^2}$	(?) . . .	V
$Q = 1,1491$	$\sqrt{h + 0,0244 v_1^2}$	. . . . .	VI

Въ слѣдующей таблицѣ обозначены потребленные турбиною расходъ воды въ килограммахъ, изъ коихъ одни вычисленные, другіе—опредѣленные измѣреніями.

Общій результатъ сравненія тотъ, что весь теоретическій расходъ 130,032, а измѣренный 131,635 килограммовъ т. е. что почти нѣтъ никакой разности, въ особенности если принять въ соображеніе что при нѣкоторыхъ опытахъ числа эти были то болѣе то менѣе.

(См. табл.)

(Изъ «Annales du Génie civil» 1867, April, p. 201)

Номеръ опыта.	Паденіе въ метрахъ.	Скорость v_1 въ метрахъ	Расходъ воды въ килограммахъ.		Номеръ опыта.	Паденіе въ метрахъ.	Скорость v_1 въ метрахъ	Расходъ воды въ килограммахъ.	
			По вычи- сленію.	По измѣ- ренію.				По вычи- сленію.	По измѣ- ренію.
I. 1	3,552	7,163	656	651	44	3,085	4,775	1522	1633
2	3,547	6,755	646	651	45	3,085	4,377	1503	1597
3	3,560	6,447	640	651	46	3,380	3,507	1570	1728
4	3,580	6,278	638	651	47	3,272	3,780	1518	1599
5	3,580	5,969	632	651	48	3,400	3,830	1546	1599
6	3,565	5,730	626	651	49	3,405	3,422	1516	1599
7	3,555	5,502	620	639				26,154	27,729
8	3,565	5,503	617	639	IV. 50	3,020	10,347	2368	2178
9	3,580	5,044	614	639	51	3,045	10,247	2362	2157
10	3,585	4,736	609	638	52	3,080	10,097	2355	2148
11	3,621	4,367	605	638	53	3,120	9,451	2297	2125
12	3,621	4,069	601	638	54	3,170	8,993	2263	2115
13	3,650	3,731	598	638	55	3,190	8,665	2236	2115
14	3,680	3,407	596	638	56	3,203	8,237	2200	2070
15	3,703	3,084	594	651	57	3,240	7,959	2183	2030
16	3,725	2,796	593	651	58	3,255	7,461	2143	2030
17	3,730	2,671	592	651	59	3,270	6,964	2106	2030
18	3,750	2,159	589	651	60	3,305	6,725	2095	2030
			11,066	11,617	61	3,310	6,675	2088	2030
II. 19	3,224	7,461	1090	1209	62	3,310	6,268	2062	1986
20	3,199	6,864	1062	1137	63	3,335	5,770	2032	1986
21	3,208	6,466	1047	1152	64	3,306	5,034	1977	1923
22	3,210	6,123	1035	1120	65	3,286	4,825	1915	1923
23	3,196	5,889	1024	1120	66	3,321	4,377	1942	1923
24	3,177	5,571	1010	1120				36,624	34,799
25	3,190	5,173	998	1084	V. 67	3,610	9,948	2449	2274
26	3,190	4,895	989	1063	68	3,650	9,650	2428	2178
27	3,207	4,497	976	1063	69	3,560	9,053	2353	2242
28	3,207	4,079	968	1063	70	3,475	8,655	2298	2179
29	3,215	3,701	959	1055	71	3,300	7,959	2196	2156
30	3,225	3,482	955	1055	72	3,250	7,163	2117	2075
31	3,265	3,233	955	1016	73	3,230	6,665	2073	2033
32	3,305	2,935	954	1016	74	3,358	6,178	2067	2022
33	3,295	2,736	950	1021	75	3,343	5,720	2031	1996
			14,975	16,294	76	3,393	5,372	2020	1949
III. 34	3,164	9,891	1880	1968	77	3,398	4,915	1993	1949
35	3,164	9,153	1820	1868				24,025	23,053
36	3,150	8,954	1802	1863	VI. 78	3,290	9,013	2375	2640
37	3,153	8,307	1754	1832	79	3,070	8,655	2545	2640
38	3,110	7,810	1710	1828	80	3,170	8,416	2543	2555
39	3,070	7,262	1665	1848	81	3,180	7,685	2470	2555
40	3,070	6,864	1638	1743	82	3,310	6,864	2426	2555
41	3,075	6,268	1602	1716	83	3,475	6,576	2446	2640
42	3,035	5,795	1566	1659	84	3,390	6,118	2383	2558
43	3,085	5,173	1542	1649				17,188	18,143

Формула предложенная Памбуромъ дѣйствительно отличается своею простотою, потому что входящія въ нее величины удобоизмѣримы и притомъ немного ихъ, такъ какъ расходъ вычисленъ лишь въ функціи h , v_1 , v_2 , f_1 , f_2 и r_1 , r_2 . Изъ всѣхъ этихъ означеній, едвали не представляютъ трудности опредѣленія величинъ r_1 и r_2 , особенно когда перья турбины представляютъ собою кривую, образованную нѣсколькими радіусами.

В. П.

ПРИЛОЖЕНІЕ.

Опыты освѣщенія нефтянымъ газомъ въ Луганскомъ заводѣ.

Извѣстно, что нефть, будучи подвержена дѣйствию атмосфернаго воздуха, обладаетъ большою способностію къ улетучиванію; на этой то способности нефти къ улетучиванію при дѣйствіи на нее притекающаго воздуха и основано освѣщеніе нефтянымъ газомъ.

Я опишу этотъ способъ освѣщенія такъ, какъ онъ былъ производимъ на Луганскомъ заводѣ. Для того чтобы доставлять воздухъ въ аппаратъ съ нефтью устроено два небольшихъ колокола въ родѣ обыкновеннаго газометра, изъ подъ которыхъ воздухъ и проходитъ по трубкамъ въ аппаратъ съ нефтью. Колокола, равно какъ и самый резервуаръ съ водой, въ который они опускаются, сдѣланы изъ систернаго желѣза, тщательно склепаны и покрыты краской. Для большей устойчивости и для удобства дѣйствовать кранами бакъ, заключающій воду, на половину своей высоты врытъ въ землю. Въ этомъ то бакѣ поднимаются и опускаются подвѣшенные колокола; подъ каждый изъ нихъ проходятъ по двѣ изогнутыхъ въ видѣ *U* трубокъ, снабженныхъ кранами; однѣ изъ трубокъ доставляютъ воздухъ подъ колоколъ при его подниманіи; другія же проводятъ сгущенный воздухъ изъ подъ колокола въ аппаратъ съ нефтью. Фиг. 1 черт. III даетъ точное понятіе объ этомъ устройствѣ. А резервуаръ

въ водой, *B* колокола. Открывши кранъ *a* и постепенно приподнимая колоколь, заставляютъ воздухъ входить въ него. Когда колоколь поднять до наибольшей высоты т. е. когда закраины достигнутъ задерживающаго бруска, тогда запираютъ кранъ *a* и открываютъ кранъ *b*. Такъ какъ колоколь не находится въ совершенномъ равновѣсїи съ грузомъ *Q'*, но обладаетъ нѣкоторымъ избыткомъ вѣса, то онъ начинаетъ опускаться и вытѣснять заключающійся въ немъ воздухъ по трубкамъ въ аппаратъ съ нефтью. Понятно, что чѣмъ болѣе вѣсъ колокола будетъ превосходить вѣсъ подвѣшеннаго груза, тѣмъ колоколь будетъ опускаться быстрѣе. Быстрота опусканія колокола должна зависеть отъ числа горѣлокъ и отъ размѣровъ самаго колокола; чѣмъ горѣлокъ больше, тѣмъ онъ долженъ опускаться быстрѣе; чѣмъ объемъ колокола болѣе, тѣмъ онъ будетъ спускаться медленнѣе при одинаковомъ числѣ горѣлокъ. Высота колокола также имѣетъ вліяніе на опусканіе; вначалѣ онъ опускается быстрѣе, потому что большая часть его находится еще въ воздухѣ; одними краями онъ касается воды; но по мѣрѣ того какъ онъ опускается въ воду, вѣсъ его уменьшается, а потому, чтобы достигнуть по возможности равномернаго опусканія, приходится прибавлять на верхнюю сторону колокола нѣкоторый грузъ. Прежде чѣмъ 1-й колоколь совершенно опустится, другой колоколь долженъ быть уже поднять до самаго верху. Какъ только первый колоколь достигнетъ дна резервуара; открываютъ кранъ *b'* и закрываютъ *b*. Поднимая и опуская колокола и управляя надлежащимъ образомъ кранами, достигаютъ постояннаго притока воздуха въ аппаратъ съ нефтью. Для того чтобы колокола не раскачивались и не задѣвали за стороны резервуара, сдѣланы деревянные направляющіе бруски.

Подъемъ колоколовъ производится при помощи чугунныхъ блоковъ, вращающихся на желѣзныхъ осяхъ.