

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ

ИЗДАВАЕМЫЙ

ГОРНЫМЪ

УЧЕНЫМЪ КОМИТЕТОМЪ.

Съ 1842 года

№ 12.

Санктпетербургъ.

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

1868.

СОДЕРЖАНІЕ КНИГИ.

I. ОФИЦІАЛЬНЫЙ ОТДѢЛЪ.

	стр.
Приказы по горному вѣдомству	15

II. ГОРНОЕ И ЗАВОДСКОЕ ДѢЛО

Новая предохранительная лампа г. Морисона	320
О приготовленіи литой стали, непосредственно изъ же- лѣзныхъ рудъ, въ газовыхъ печахъ съ регенераторомъ, К. Вильгельма Сименса въ Лондонѣ	323
Добыча каменнаго угля въ Войскѣ Донскомъ, ст. гор- наго инженера <i>Н. Версилова</i>	331
Документы для доменной печи, ст. <i>К. Шинца</i>	344

III. МИНЕРАЛОГІЯ И ФИЗИКА.

О составѣ и формулѣ гельвина, ст. <i>К. Лисенко</i>	401
Объ ахтарагдитѣ и гранатинѣ, какъ самостоятельной породѣ.	405
О явленіяхъ, производимыхъ прошедшимъ сквозь малыя отверстія свѣтомъ, ст. <i>И. Полетики</i> (Продолженіе)	411

IV. ГОРНОЕ ХОЗЯЙСТВО И СТАТИСТИКА.

Очеркъ современнаго положенія горнаго дѣла въ Россіи, ст. <i>К. Скальковскаго</i>	451
--	-----

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ

ИЗДАВАЕМЫЙ

ГОРНЫМЪ

УЧЕНЫМЪ КОМИТЕТОМЪ.

ЧАСТЬ IV.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

ВЪ ТИПОГРАФИИ Н. НЕВЛОВА.

По Разъѣзжей ул. № 23.

1868.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЧЕТВЕРТОЙ ЧАСТИ ГОРНАГО ЖУРНАЛА

за 1868 годъ.

I. ОФИЦІАЛЬНЫЙ ОТДѢЛЪ.

Стр.

Приказы по горному вѣдомству 1, 11 и 15

II. ГОРНОЕ И ЗАВОДСКОЕ ДѢЛО.

Опыты на Выйскомъ мѣдиплавильномъ заводѣ г. Демидова за 1865 и 1866 годы, ст. <i>А. Ш. Скиндера</i>	1 и 135
Рапортъ горному департаменту горнаго инженера Холостова 1-го, о заводѣ Кёнигсгютте въ Силезіи	38
О рашетовской печи въ Фалунѣ	103
Обезсеребреніе веркбля помощію цинка на Верхнегарцовскихъ заводахъ	105
О поглощеніи газовъ металлами, ст. <i>В. Одлига</i>	107
Объ улучшеніи обыкновенно употребляемаго способа передѣла чугуна въ желѣзо въ горнахъ, ст. <i>Карла А. М. Баллина</i>	112
Хромистое желѣзо и хромистая сталь	115
Испытаніе желѣза листоваго, угловаго и въ видѣ Т	118
Составъ для свариванія желѣза и стали, ст. <i>М. Б. Лие-тера</i>	221

Новая предохранительная лампа г. Морисона	319
О приготовленіи литой стали непосредственно изъ желѣзныхъ рудъ, въ газовыхъ печахъ съ регенераторомъ, К. Вильгельма Сименса въ Лондонѣ	323
Добыча каменнаго угля въ Войскѣ Донскомъ, ст. горнаго инженера <i>Н. Верилова</i>	331
Документы для доменной печи, ст. <i>К. Шинца</i>	344
Способъ Леклерка очищать черную мѣдь	483
Средство предотвращать въ каменноугольныхъ копяхъ взрывъ газа гризу	485

III. МИНЕРАЛОГІЯ, ГЕОГНОЗІЯ И ФИЗИКА.

Каменный уголь въ бывшихъ американскихъ владѣніяхъ Россіи, ст. <i>П. Дорошина</i>	45
Объ открытіи русскаго гельвина, ст. <i>П. Еремьева</i>	57
О составѣ и формулѣ гельвина, ст. <i>К. Лисенко</i>	401
Объ ахтарадитѣ и гранатинѣ, какъ самостоятельной породѣ, ст. <i>Р. Германа</i>	405
О явленіяхъ, производимыхъ прошедшимъ сквозь малыя отверстія свѣтомъ, ст. <i>И. Полетики</i>	237 и 411
Геологическо-геогностическій очеркъ Волынской губерніи, г. Готфрида Оссовскаго, ст. <i>Н. Б.</i>	477
Олигоценовые пласты въ Россіи	481
Декретъ императора Наполеона III о составленіи подробной геологической карты Франціи	482
О составленіи геологической карты Италиі	483
Каламиты и хвощи	487
Метеоритъ орнансъ	488

IV. ХИМІЯ.

Новѣйшіе способы по аналитической химіи, ст. <i>М. Дешева</i>	221
Опредѣленіе цинка по объемамъ	297
Содержаніе іода и другихъ солей въ доменной пыли	298
Новый элементъ для гальваническаго столба	488
Превращеніе углекислоты въ щавелевую кислоту	490

Образованіе перекиси серебра отъ дѣйствія озона, ст. <i>Велера</i>	491
Полученіе металла уранія, г. <i>Пеллио</i>	493

V. ГОРНОЕ ХОЗЯЙСТВО И СТАТИСТИКА.

Кому должно принадлежать право собственности на недра земли, ст. <i>К. Скальковскаго</i>	65
Современное состояніе добычи висмута въ Іоакимсталѣ, ст. <i>Вамера</i>	116
Новое мѣсторожденіе кобальтоваго блеска, ст. <i>Г. Розе</i>	122
Свѣдѣнія о добычѣ желѣзныхъ рудъ при Высокогорскомъ рудникѣ съ 1758 по 1868 годъ, о проплавкѣ мѣдныхъ рудъ, полученіи штыковой мѣди и содержаніи оной во 100 пуд. руды Нижнетагильскихъ заводовъ съ 1814 по 1868 заводскій годъ	127
Рѣчь Н. Д. Борисьяка о развитіи горнаго промысла на югѣ Россіи	263
Очеркъ исторіи русскаго таможеннаго тарифа на предметы горнаго промысла, ст. <i>К. Скальковскаго</i>	271
Золото въ Финляндіи	295
Минеральныя богатства въ западной части Соединенныхъ Штатовъ	299
Открытіе первыхъ золотыхъ мѣсторожденій въ Сѣверной Америкѣ	299
Очеркъ современнаго положенія горнаго дѣла въ Россіи, ст. <i>К. Скальковскаго</i>	451

VI. ИЗВѢСТІЯ И СМѢСЬ.

Составъ для свариванія желѣза и стали	122
Замѣчательное явленіе, произведенное дѣйствіемъ атмосфернаго электричества	123
Объ углубленіяхъ, произведенныхъ въ почвѣ градомъ	124
Ковкое чугунистое желѣзо	»
Испытаніе добротности стали посредствомъ магнитическихъ фигуръ	298
Глубочайшій и высочайшій рудники въ свѣтѣ	299

Сохраненіе каменныхъ построекъ	299
Подводная лампа, дѣйствующая кислородомъ безъ сообщенія съ наружнымъ воздухомъ	300
Предстоящее оскудѣніе лѣсовъ въ Европѣ	302
О новомъ дѣйствіи молніи	«
Плотность водъ Атлантическаго Океана	«
Егоръ Петровичъ Ковалевскій. (Некрологъ).	303
Естественные сплавы золота и серебра, встрѣчающіеся въ Конгсбергѣ.	484

VII. БИБЛИОГРАФІА.

Новыя книги	1
-----------------------	---

VIII. ПРИЛОЖЕНІЯ.

Разъясненіе къ статьѣ горнаго инженера Геннадія Романовскаго «О золотопромышленности на Уралѣ», напечатанной въ № 6 Горнаго Журнала за 1868 годъ, ст. <i>Н. Севастьянова</i>	131
Замѣтка по поводу статьи «Мѣдные рудники Гороблагодатскаго округа» (горнаго инженера Мостовенко), помѣщенной въ № 1 Горнаго Журнала за 1868 г., ст. <i>А. Жуковскаго</i>	495

(Къ сей части приложено шесть таблицъ чертежей.)

ОФИЦІАЛЬНЫЙ ОТДѢЛЪ.

ВЫСОЧАЙШІЙ

ПРИКАЗЪ

ПО ГОРНОМУ ВѢДОМСТВУ.

№ 18.

15-го ноября 1868 г.

НАЗНАЧАЮТСЯ:

Горные инженеры: помощникъ начальника с.-петербургскаго монетнаго двора, дѣйствительный статскій совѣтникъ *Олышевъ*—исправляющимъ должность начальника того же монетнаго двора и управляющій Кирсинскимъ и Песковскимъ казенными заводами, коллежскій совѣтникъ *Тимофьевъ*—исправляющимъ должность горнаго начальника Камско-Воткинскихъ заводовъ.

ИСКЛЮЧАЮТСЯ ИЗЪ СПИСКОВЪ УМЕРШІЕ:

Горный начальникъ Камско-Воткинскихъ заводовъ генераль-маіоръ *Арсеньевъ 1-й* и начальникъ с.-петербургскаго монетнаго двора генераль-маіоръ *Ольховскій 1-й*.

Подписль: *Министръ финансовъ,*

статсъ-секретарь Рейтернъ.

П Р И К А З Ы

ПО ГОРНОМУ ВѢДОМСТВУ.

№ 22.

2-го ноября 1868 г.

1.

Государь Императоръ, по докладу думы знака отличія безпорочной службы, въ 22 день августа сего года Всемилостивѣйше соизволилъ пожаловать таковыми знаками, за безпорочную выслугу въ офицерскомъ званіи определенныхъ сроковъ, горныхъ инженеровъ, въ приложенномъ у сего списокѣ поименованныхъ.

2.

НАЗНАЧАЮТСЯ:

Состоящій по главному горному управленію, горный инженеръ, титулярный совѣтникъ *Скалковскій* — исправляющимъ должность чиновника особыхъ порученій горнаго департамента, съ производствомъ положеннаго по сей должности содержанія, съ 19 октября сего года, а смотритель Луганскаго завода, горный инженеръ коллежскій секретарь *Дорошенко* — исправляющимъ должность втораго члена главной конторы, управителя сего завода и механика, съ 26 октября сего года.

3.

Состоящій по главному горному управленію въ распоряженіи главнаго общества російскихъ желѣзныхъ дорогъ, горный инженеръ коллежскій ассесоръ *Чайковскій* — командированъ въ распоряженіе правленія общества кур-

ской скоев желѣзной дороги, съ оставленіемъ по главному управленію, безъ содержанія отъ казны, съ 1 сего ноября.

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

Подписаль: *Министръ финансовъ, статсъ-секретарь в*
Рейтеръ.

С П И С О К Ъ

чинамъ, коимъ Всемилостивѣйше пожалованы знаки отличія безпорочной службы въ 1868 году.

№	Кто именно пожалованъ знакомъ отличія.	Выслуга въ классныхъ чинахъ.			По какое время.	Достоинство знаковъ и ленты.	Лѣтъ грамотъ.
		Годъ.	Мѣ-сяцъ.	День.			
За XL лѣтъ.							
Пожалованный знакомъ отличія высшей степени.							
1	Членъ кабинета Его Величества, горнаго совѣта и ученаго комитета, генераль-лейтенантъ Лука <i>Соколовскій</i> . .	41	1	11	по 22 марта 1868 г.	XL Георгія	20
2	Начальникъ алтайскихъ горныхъ заводовъ и директоръ колыванской шлифовальной фабрики генераль-майоръ Александръ <i>Фрезе</i> . .	40	2	4	по 5 марта 1868 г.	XL Георгія	30
3	Помощникъ начальника алтайскихъ горныхъ заводовъ и старшій совѣтникъ горнаго правленія статскій совѣтникъ Петръ <i>Богдановъ</i>	41	2	4	по 5 марта 1868 г.	XL Владим.	66

Подписаль: *Директоръ, генераль-майоръ Рашетъ.*

Скрѣпилъ: *Начальникъ отдѣленія Татариновъ 2-й.*

ГОРНОЕ и ЗАВОДСКОЕ ДѢЛО.

НОВАЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ ЛАМПА Г. МОРИСОНА.

Недостаточное обезпеченіе безопасности, представляемое предохранительными лампами, обыкновенно употребляемыми въ каменноугольныхъ копяхъ Великобританіи и другихъ мѣсть, свидѣтельствуется значительнымъ числомъ несчастныхъ случаевъ, происшедшихъ въ истекшемъ году во многихъ рудникахъ. Это обстоятельство заставило Морисона обратить полное вниманіе на пріисканіе такой лампы, которая, при достаточно производимомъ ею свѣтѣ, отнимала бы совершенно у рабочаго всякое желаніе усилить свѣтъ открываіемъ самой лампы и которая бы въ тоже время была безопасна во всѣхъ отношеніяхъ.

Послѣ длиннаго ряда опытовъ, говоритъ самъ изобрѣтатель, г. Морисонъ, мнѣ кажется удалось достигнуть этой цѣли и я устроилъ лампу, которая вполнѣ можетъ называться предохранительной, потому что будучи испытана въ смѣсяхъ различныхъ взрывчатыхъ газовъ, встрѣчающихся въ каменноугольныхъ копяхъ, атмосфернаго воздуха, даже когда они направлены на лампу съ значительною скоростію, она вполнѣ оказалась удовлетворительною, тогда какъ при подобныхъ условіяхъ лампы Мюзелера, Деви, Стефенсона и другія лампы, обыкновенно употребляемая въ рудникахъ, всѣ сообщаютъ огонь окружающимъ газамъ; иногда даже при упомянутыхъ лампахъ взрывъ происходитъ мгновенно.

Сущность устройства лампы (черт. VI фиг. 1, 2, 3, 4) та, чтобы воспрепятствовать непосредственному въ нее доступу воздуха или газовъ. Этого достигается помощью двухъ устройствъ, которыми проводятъ воздухъ въ лампу или *сверху*, или *снизу*:

1) Въ лампахъ, гдѣ воздухъ проходитъ *сверху*, чрезъ отверстія, сдѣланныя сверхъ цилиндровъ, окружающихъ пламя, (фиг. 1 и 2, черт. VI)—*E* и *F* представляютъ два стеклянные цилиндра, между которыми проходитъ воздухъ, необходимый для поддержанія горѣнія лампы. *G*—кольцо изъ металлической ткани и *H* представляетъ тоже одно или нѣсколько такихъ колець, чрезъ которыя проходитъ воздухъ прежде чѣмъ достигнетъ во внутренность лампы. *S*—крышка, служащая для задержанія тока взрывчатыхъ газовъ, стремящихся въ лампу. *D*—труба, занимающая верхнюю часть лампы; она образуется изъ двухъ сложенныхъ вмѣстѣ усѣченныхъ конусовъ изъ латуни или другого какого либо металла. *B*—кругъ изъ металлической ткани, помѣщенный сверхъ трубы *D*. *C*—наружный цилиндръ изъ металлической ткани, который можно впрочемъ и не дѣлать.

2) Въ лампахъ, гдѣ воздухъ проводится *снизу*, чрезъ отверстія, сдѣланныя внизу лампы (фиг. 3 и 4, черт. VI), *C*—представляетъ одежду или крышку, имѣющую назначеніе защищать наружныя отверстія *A* отъ дѣйствія токовъ взрывчатыхъ газовъ и пыли. *B*—кольцо изъ металлической ткани и *D*—нѣсколько наружныхъ отверстій. Чрезъ эти отверстія и чрезъ кольцо проходитъ воздухъ, служащій для поддержанія горѣнія, прежде чѣмъ достигнетъ пламени. *E* стеклянный цилиндръ, совершенно окружающій другой цилиндръ *F* изъ металлической ткани. *G*—винтовая нарѣзка, въ которую ввинчивается верхъ стекляннаго цилиндра *E*, и *H*—кругъ изъ металлической же ткани вверху лампы.

Лампа, изображенная на фиг. 1 и 2, называется мори-соновскою лампою № 2; а представленная на фиг. 3 и 4-морионовскою лампою № 1.

Оба стеклянные цилиндра препятствуют току взрывчатыхъ газовъ дѣйствовать прямо на пламя. Кромѣ того доставляемая ими безопасность двойная, потому что если сломается одинъ изъ цилиндровъ, то всегда остается въ запасѣ другой; такой предосторожности не имѣеть ни лампа Мюзелера, и никакая другая предохранительная лампа. Къ числу преимуществъ этой лампы должно отнести еще и то, что воздухъ, кругообращающійся между этими двумя цилиндрами и пламенемъ, не даетъ имъ нагрѣваться и слѣдовательно не позволяетъ имъ треснуть отъ жара.

Постоянный и сильный свѣтъ отъ этой лампы зависитъ отъ непрерывнаго и ровнаго притока воздуха, правильно распредѣленнаго. Труба изъ латуни или листового желѣза способствуетъ правильному горѣнію пламени и препятствуетъ окружающимъ вреднымъ газамъ проникать во внутрь лампы.

Главное отличіе этой лампы отъ всѣхъ подобныхъ же стеклянныхъ лампъ, находящихся въ употребленіи, заключается въ томъ, что труба выводится до самаго верха металлической сѣтки, и слѣдовательно пламя и горячіе газы совершенно раздѣлены отъ взрывчатой смѣси.

Употребленіе двухъ стеклянныхъ цилиндровъ есть тоже одно изъ важныхъ усовершенствованій этой лампы, и я убѣдился вполне, что нѣтъ никакой возможности устроить такую предохранительную лампу, которая бы съ успѣхомъ могла быть приспособлена ко всѣмъ атмосферамъ и ко всякимъ смѣшеніямъ газовъ, не прибѣгая къ вышеупомянутымъ предосторожностямъ. Во всякомъ случаѣ, это мое мнѣніе, выработанное долговременнымъ опытомъ.

Въ тѣхъ странахъ или округахъ, гдѣ существующія предохранительныя лампы устроены нѣсколько иначе, лег-

ко исправить ихъ, сдѣлавъ слѣдующія измѣненія: напри- мѣръ отверстія, чрезъ которыя проходитъ воздухъ въ про- странство между двумя стеклянными цилиндрами, вмѣсто вертикальныхъ могутъ быть горизонтальными. Простран- ство между этими цилиндрами можетъ быть тоже свобод- но увеличено, для усиленія горѣнія. Можно также из- бѣгнуть употребленія металлической сѣтки, окружающей трубу; наконецъ можно избѣгать завинчиванія нѣкото- рыхъ частей лампы. Кромѣ того, вводя какую нибудь но- вую вещь, должно принимать во вниманіе привычки и предразсудки, присущіе каждой мѣстности.

Представленный нами чертежъ этой лампы напоминаетъ нѣсколько лампу Кленни, весьма употребительную въ Ан- гліи; но эта послѣдняя гораздо сложнѣе и стоитъ гораздо дороже тѣхъ лампъ, которыя обыкновенно въ употребле- нии въ другихъ странахъ.

Приборъ, употребляющійся для испытанія предохра- нительныхъ лампъ.

Фиг. 5—представляетъ приборъ Геттова, употребляю- щійся для различныхъ опытовъ при испытаніи предохра- нительныхъ лампъ. Онъ состоитъ изъ продолговатаго де- ревяннаго ящика, имѣющаго при длинѣ въ 3 метра— $0^m,25$ квадратнаго сѣченія. На одной изъ длинныхъ сторонъ его сдѣланы три окошка; противъ одного изъ нихъ *a* помѣщена трубка, проведенная отъ газометра; противъ второго *b* ус- танавливаютъ анемометръ, предназначаемый для опредѣ- ленія скорости тока; противъ третьяго *c* помѣщается са- мая предохранительная лампа.

Затворъ *d*—устроивается для уравненія скорости тока.

Трубка *ee*, въ діаметрѣ имѣющая $0^m,05$, проводитъ газъ изъ газометра. Она оканчивается въ видѣ лейки.

Кранъ f , посредствомъ котораго управляютъ скоростію притока газа.

Наконецъ S , S' и S'' суть дверцы или клапаны, отпираются изнутри и способствуютъ выходу газовъ въ моментъ взрыва.

О ПРИГОТОВЛЕНИИ ЛИТОЙ СТАЛИ, НЕПОСРЕДСТВЕННО ИЗЪ ЖЕЛѢЗНЫХЪ РУДЪ, ВЪ ГАЗОВЫХЪ ПЕЧАХЪ СЪ РЕГЕНЕРАТОРОМЪ, К. ВИЛЬГЕЛЬМА СИМЕНСА ВЪ ЛОНДОНѢ.

Г. К. Вильгельмъ Сименсъ въ ЛондонѢ объяснялъ 7 мая сего года членамъ Chemical Society способъ примѣненія для производства литой стали газовыхъ печей съ регенераторами, изобрѣтенныхъ имъ и братомъ его Фридрихомъ Сименсомъ въ БерлинѢ. Въмѣсто предисловія сдѣлалъ онъ очеркъ свойствъ литой стали и различныхъ способовъ ея приготовленія. Онъ разумѣетъ подъ этимъ названіемъ «соединеніе желѣза съ углеродомъ, имѣющее примѣчательное свойство дѣлаться необыкновенно твердымъ при накачиваніи и внезапно послѣ этого охлажденіи». Степень твердости стали опредѣляется количествомъ содержаемаго ею углерода; нижеслѣдующая таблица показываетъ среднее содержаніе углерода въ сортахъ стали, употребляемыхъ для различныхъ цѣлей. (Разложенія А. Виллиса сдѣланы въ лабораторіи Сименса въ ЛондонѢ).

Названіе сортовъ стали.	Содержаніе углерода.	Кѣмъ сдѣланъ анализъ.
Вуць	1,34 проц.	Т. Г. Генри.
Сталь для плоскихъ пилъ	1,20 »	Виллисомъ.
Сталь для токарныхъ зубилъ	1,00 »	Виллисомъ.
Гунтсманская сталь для пожевыхъ инструментовъ	1,00 »	Виллисомъ.

Обыкновенная сталь для ножевыхъ инструмен- товъ	0,90	»	Виллисомъ.
Сталь для долотъ	0,75	»	Виллисомъ.
Сталь для штемпелей (для наварки)	0,74	»	Виллисомъ.
Дважды рафинированная сталь	0,70	»	Виллисомъ.
Наварная сталь	0,68	»	Виллисомъ.
Сталь для буровъ при ка- меноломняхъ	0,64	»	Виллисомъ.
Сталь для камнетесныхъ инструментовъ	0,60	»	Виллисомъ.
Сталь для лопатъ и моло- товъ	0,30 до 0,32	проц.	Виллисомъ.
Бессемеровская сталь для рельсовъ	0,25 до 0,30	»	Различными.
Однородный металлъ (бро- ни)	0,23	проц.	Перси.
Проба, взятая изъ бессе- мерова прибора до при- бавленія зеркальнаго чу- гуна	0,05	»	Виллисомъ.
Бессемеровское желѣзо (чистое)	слѣды		Абелемъ.

Сталь, содержащая 1,40 проц. углерода, весьма близко подходит къ бѣлому чугуну; съ содержаніемъ менѣе 0,3 проц. углерода металлъ теряетъ свою твердость (и его должно считать однороднымъ или расплавленнымъ желѣзомъ). Присутствіе сѣры и фосфора безъ сомнѣнія вредно, если содержаніе ихъ болѣе или менѣе значительно; но по мнѣнію лектора, слѣды этихъ элементовъ могутъ быть иногда полезны, ибо они увеличиваютъ легкоплавкость и вязкость литой стали. Употребленіе примѣсей, содержа-

щих марганецъ, по патенту Heath. 1839, способствуетъ образованію изъ обыкновенныхъ сортовъ англійскаго пудлинговаго желѣза хорошей стали, ибо важныя выгоды, полученныя Мушетомъ (Mushet) отъ прибавленія чугуна, содержащаго марганецъ (зеркальный чугунъ), открыло дорогу успѣхамъ, достигнутымъ Бессемеромъ. По мнѣнію Сименса марганецъ, кромѣ свойства вытѣснять сѣру и другія нечистоты, имѣетъ еще вліяніе на улучшение качества стали. Кремній, если количество его достигаетъ 0,5 проц., препятствуетъ стали отливаться въ полосы; съ другой стороны малое количество этого элемента дѣйствуетъ выгодно, ибо недопускаетъ большого отдѣленія газовъ между плавленіемъ и охлажденіемъ. О дѣйствіи титана, олова и мышьяка еще ничего положительнаго не извѣстно; др. Вернеръ Сименсъ доказалъ однако въ 1853 году, что вольфрамы производятъ на сталь замѣчательное дѣйствіе, увеличивая способность сохранять въ закаленномъ состояніи сообщенный ей магнетизмъ. Лекторъ доказалъ свойство это помощью постоянного магнита въ видѣ копыта, который со включеніемъ своего якоря выдерживалъ грузъ въ двадцать разъ большій своего собственнаго вѣса; между тѣмъ какъ извѣстный гарлемскій магнитъ въ состояніи удержать только грузъ не болѣе чѣмъ въ тринадцать разъ больше своего вѣса. Сталь, изъ которой приготовленъ магнитъ Сименса, содержитъ примѣрно 2 проц. вольфрама и 0,4 проц. углерода.

Послѣ этого лекторъ перешолъ къ описанію различныхъ способовъ приготовленія стали, изъ которыхъ важнѣйшіе слѣдующіе: прямой процессъ въ каталонскомъ горну; цементация; процессъ полученія стали изъ чугуна посредствомъ пудлингованія; бессемеровскій способъ; наконецъ другія методы, при которыхъ литая сталь производится черезъ сплавленіе желѣза (или веществъ, дающихъ желѣзо) съ чугуномъ, зеркальнымъ чугуномъ или другими

богатыми углеродомъ соединеніями, какъ при способахъ Ухаціуса, Приса и Никольсона, Броуна, Атвуда и другихъ.

Опыты надъ непосредственнымъ плавленіемъ стали по-мощью дутья въ печи по способу Сюдра, были дѣланы подъ руководствомъ Сень-Клеръ-Девилля и двухъ другихъ членовъ французской академіи; однако скорое разрушеніе печи, соединенное съ большою тратою горючаго, сдѣлало успѣхъ этого способа сомнительнымъ. Возможность при-мѣненія газовой печи съ регенераторами для расплавленія стали и другихъ металлургическихъ продуктовъ, была уже доказана въ 1862 году опытами К. Атвуда въ Англіи и годомъ позже опытами Лешателье въ Монтлу-сонѣ во Франціи; послѣдній сплавлялъ крицы пудлинговаго желѣза съ чугуномъ на поду изъ баукейта (минерала, содержащаго глиноземъ и употребляемаго для получения алюминія), и потомъ еще съ большимъ успѣхомъ на поду, сбитомъ изъ обыкновеннаго бѣлаго песка. Впослѣдствіи Э. и П. Мартенъ плавил на Сирельскихъ заводахъ сталь въ тигляхъ и прямо въ печи съ регенераторами и съ употребленіемъ горючихъ газовъ; продукты ихъ, состояще изъ различныхъ сортовъ стали, получили на прошлогодней парижской всемірной выставкѣ золотую медаль. Для выполненія собственныхъ опытовъ лекторъ выстроилъ въ Бирмингамѣ двѣ печи съ регенераторами по своей системѣ, и ему удалось получить сталь хорошаго качества, употребляя непосредственно руду. Онъ объяснялъ устройство своихъ печей на чертежахъ въ большомъ масштабѣ и на моделяхъ съ разрѣзами.

Полученіе литой стали непосредственно изъ руды. Мои опыты, говоритъ Сименсъ, получать съ небольшими издержками литую сталь отличныхъ качествъ непосредственно изъ лучшихъ желѣзныхъ рудъ, я продолжалъ нѣсколько лѣтъ и въ прошломъ году послалъ на парижскую все-

мирную выставку нѣсколько полосъ стали, полученныхъ изъ краснаго желѣзняка; за это какъ и за другія примѣненія газовой печи съ регенераторами удостоили меня золотой медали.

Печь, служащая для такого полученія стали (нѣсколько этихъ печей соединяють въ одну систему), имѣеть въ наружномъ видѣ сходство съ сварочною или пудлинговою печью и показана на фиг. 6 и 7 чер. VI. Пламя проходитъ отъ одного конца до другого и регенераторы помѣщены на поперечной оси, ниже пода, который устроенъ на желѣзныхъ плитахъ, охлаждаемыхъ воздушною тягою. Воздухъ входитъ подъ плиты пода съ передней стороны и выходитъ черезъ два отводныхъ канала въ задней сторонѣ. Охлажденіе пода требуется для того, чтобъ недопустить шлакамъ и расплавленному металлу проникнуть въ камеры регенераторовъ. Верхняя часть печи устроена вся изъ камня, который состоитъ почти изъ чистаго кремнезема. Въ передней части печи сдѣланы три дверцы, одна въ серединѣ непосредственно надъ выпускнымъ отверстіемъ и двѣ по близости пороговъ, чтобъ въ случаѣ надобности можно было исправлять подъ.

Подъ печи устраивается изъ кварцеваго песка, очень пригоднаго для этой цѣли если онъ хорошо выбранъ и надлежащимъ образомъ употребленъ ¹⁾.

¹⁾ Вмѣсто того, чтобы помѣщать для образованія пода въ холодную печь сырой песокъ, какъ это обыкновенно дѣлается, Сименсъ сушить песокъ и кладеть его въ горячую печь, слоями толщиной въ 1 дюймъ. Жаръ въ печи долженъ быть такой, чтобъ поверхность каждаго слоя плавилась; поэтому начинаютъ по крайней мѣрѣ съ сварочнаго жара и повышаютъ его въ концѣ операциі до полнаго жара, потребнаго для плавленія стали, чтобъ придать верхнимъ слоямъ еще болѣе крѣпости. (Поверхность должна принять видъ плоскаго углубленія, котораго наибольшая глубина находится вблизи отъ выпускнаго отверстія). Иной бѣлый песокъ образуетъ при этихъ обстоятельствахъ твердую непроницаемую кору, которая выдерживаетъ

Нагрузка печи производится через цилиндрическую воронку, находящуюся надъ серединой пода. Такая вертикальная воронка состоитъ изъ чугунной трубы, оканчивающейся глиняной трубой; послѣдняя къ ней прикрѣплена шарниромъ и опускается въ самую печь, между тѣмъ какъ чугунная труба своими закраинами лежитъ на платформѣ, на которой помѣщается шихта.

Воронка А окружена пространствомъ, черезъ которое пламя выходитъ изъ печи; управляя равномернымъ выходомъ пламени и стараясь чтобы оно доходило до верхняго края воронки, постоянно держать эту послѣднюю и содержащуюся въ ней руду нагрѣтою до краснаго каленія. Въ воронку проходитъ желѣзная трубка, черезъ которую пускають въ раскаленную руду струю восстановительнаго газа изъ генератора, что удобно можно сдѣлать, пуская струю пара въ побочную газовую трубу, отдѣляющуюся отъ главной газовой трубы, и идущую въ верхнюю часть печи. (При этомъ однако нужно позаботиться о совершенномъ сгущеніи находящихся въ газахъ паровъ; для сего газъ долженъ проходить подъ конецъ черезъ небольшой очистительный приборъ (Scrubber), въ которомъ вода падаетъ каплями на куски кокса, причемъ газъ очищается отъ сѣрнистой кислоты, сѣра которой иначе могла бы соединяться съ восстановленной рудой).

Нагрузка печи производится слѣдующимъ образомъ:

васть отъ 20—30 насадокъ жидкой стали, не требуя существенной поправки. (Худшіе сорта бѣлаго песка тщательно смѣшиваютъ съ 25 проц. обыкновеннаго краснаго песка, чтобы получить тѣ-же результаты).

При выпускѣ расплавленнаго металла изъ печи, отгребаютъ отъ выпускнаго отверстія рыхлый песокъ, пока не достигнуть нижней поверхности твердой коры. Самая нижняя часть этой поверхности потомъ протыкается заостреннымъ шестомъ, послѣ вынутія котораго жидкій металлъ стекаетъ изъ самой горячей и самой глубокой части пода въ ковши съ длинными рукоятками, держимые передъ печью.

Установивъ какъ слѣдуетъ воронку и газовую трубу, насыпаютъ въ первую $\frac{1}{4}$ центнера древеснаго угля, чтобы сдѣлать основаніе для руды, которою она потомъ наполняется.

Потомъ кладутъ черезъ переднюю и заднюю часть въ печь 10 цент. чугуна, который расплавляясь собирается подъ воронкой. Между тѣмъ раскаленная руда въ нижней части воронки отчасти возстановилась дѣйствіемъ газа въ губчатый металлъ, который, опустившись въ расплавленный металлъ, въ немъ распускается, очищая такимъ образомъ мѣсто для выше лежащей руды, которая на своемъ пути также возстановляется и потомъ соединяется съ расплавленной массой; само собою разумѣется, что при этомъ послѣдовательно нагружаютъ свѣжею рудою платформу. Раствореніе возстановленной руды происходитъ чрезвычайно быстро, но въ практикѣ процессъ замедляется возстановленіемъ руды въ воронкѣ, и продолжается нѣсколько часовъ. Въ сущности однако не требуется, чтобы руда вполне возстановлялась до соединенія ея съ расплавленной массой, ибо углеродъ, находящійся въ чугунѣ, служитъ къ довершенію операціи.

Лучше всего употреблять смѣсь краснаго и шпатоватаго желѣзняка, дающую плавкіе шлаки, которые собираются на поверхности расплавленнаго металла и снимаются отъ времени до времени черезъ дверь въ серединѣ печи. Если руда содержитъ кремнеземъ, то нужно прибавлять немного извести; однако должно употреблять руды лишь съ малою примѣсью породы, чтобы не переполнить печь шлаками. Далѣе, руда должна быть въ кускахъ величиною отъ гороха до грецкаго орѣха, чтобы она могла хорошо проникаться возстановляющими газами. Если хотять употреблять порошкообразную руду, то она должна быть смѣшана съ 10 проц. своего объема легкихъ матеріаловъ,

содержащихъ углеродъ (какъ напр. сухая угольная мелочъ, дерево или деревянный уголь).

Когда расплавленная масса, въ продолженіи трехъ или четырехъ часовъ, достаточно увеличилась въ объемъ, то прекращаютъ засыпку руды и пропускаютъ остатокъ, находящійся въ воронкѣ. До совершеннаго опорожниванія воронки, спускаютъ въ нее на крѣпкой проволоки ложную крышку изъ чугуна, обмазанную съ нижней стороны глиной, чтобъ запереть для пламени входъ во внутренность воронки. На верхнюю сторону этой ложной крышки кладутъ древесный уголь и руду, которыя по обрѣзкѣ проволоки образуютъ начало слѣдующей насадки.

Когда вся руда изъ воронки спустилась, то пробуютъ расплавленный металлъ опусканіемъ въ него шеста черезъ одну изъ среднихъ дверей печи; если масса мѣстами застыла, то прибавляютъ (черезъ боковое отверстіе В, фиг. 7) чугуна, чтобъ сдѣлать ее опять совершенно жидкою; если она напротивъ того содержитъ избытокъ углерода, то прибавляютъ окисляющія вещества (самородные окислы марганца или глетъ въ соединеніи съ азотнокислымъ натромъ) въ потребномъ количествѣ. Затѣмъ прибавляютъ отъ 5 до 8 проц. бѣлаго чугуна (содержащаго не менѣе 9 проц. марганца), которому даютъ расплавиться, потомъ перемѣшиваютъ массу и наконецъ выпускаютъ изъ печи.

Составъ различныхъ употребляемыхъ желѣзныхъ рудъ не имѣетъ никакого вліянія, если они надлежащимъ образомъ отсортированы отъ пустой породы, и въ особенности не содержатъ много сѣры и фосфора, ибо жаръ во всякомъ случаѣ достаточенъ для расплавленія ихъ. Сименсъ однако замѣчаетъ, что его результаты были получены только въ видѣ опыта.

ДОБЫЧА КАМЕННАГО УГЛЯ ВЪ ВОЙСКЪ ДОНСКОМЪ.

Каменный уголь въ Войскѣ Донскомъ трехъ сортовъ: 1) антрацитъ, 2) переходный отъ антрацита къ обыкновенному каменному углю и 3) обыкновенный каменный уголь.

Всѣ эти три сорта тамъ добываются шахтами, разбросанными въ разныхъ мѣстахъ тамошней каменноугольной почвы, но главнѣйшую добычу составляетъ антрацитъ. Онъ добывается на такъ называемомъ Грушевскомъ рудникѣ, находящемся въ 35 верстахъ отъ города Новочеркаска и соединенномъ съ послѣднимъ желѣзною дорогою.

Грушевское мѣсторожденіе антрацита представляетъ котловину, тянущуюся отъ З. на В.; въ котловинѣ этой открыто 7 пластовъ антрацита, изъ которыхъ 4 по тонкости своей негодны къ разработкѣ, 3 же работаются; но изъ нихъ главнѣйше работаются только 2 пласта, такъ называемые «первый и второй рабочіе пласты», третій же, называемый «вторымъ рыхлымъ» работался только въ двухъ или трехъ шахтахъ, гдѣ качества его были хороши; мощность перваго рабочаго пласта равна $1\frac{1}{2}$ аршинамъ, второго $1\frac{1}{4}$ аршина, второго рыхлаго 1 аршинъ. Порядокъ напластованія отъ поверхности такой: сначала идетъ первый рыхлый пластъ, за нимъ второй рыхлый, далѣе первый и второй рабочіе пласты. Шахта глубиною въ 57 сажень, встрѣчаетъ второй рыхлый пластъ на 34 саженьяхъ глубины, первый рабочій на $49\frac{1}{2}$ саженьяхъ и второй на 57 саженьяхъ.

Работа этихъ пластовъ сосредоточена въ двухъ мѣстахъ котловины, во первыхъ: въ южной ея части, гдѣ пласты имѣютъ сѣверное паденіе, измѣняющееся отъ 12° до 4° ; паденіе уменьшается по мѣрѣ приближенія къ западному завороту пластовъ; въ этой части имѣется до 400 шахтъ,

расположенныхъ по простиранію пластовъ на протяженіи 8 верстѣ: это и есть Грушевка; во вторыхъ: въ сѣверной части котловины, гдѣ пласты имѣють южное паденіе подь угломъ 18° ; здѣсь работаютъ до 10 шахтъ; эта такъ наз. Власово; въ этой части открытъ только одинъ пластъ, имѣющій мощность въ 7 четвертей и слѣдовательно не подходящій по толщинѣ ни къ одному изъ грушевскихъ пластовъ; иные считаютъ его вторымъ рабочимъ пластомъ, имѣющимъ здѣсь мѣстное утолщеніе, но такъ какъ не было еще подробнаго изслѣдованія соединенія этого пласта съ тѣмъ или другимъ изъ грушевскихъ, то ничего нельзя сказать объ этомъ положительно.

Углубленіе шахтъ.

Углубленіе шахтъ составляетъ тамъ одну изъ трудныхъ работъ, такъ какъ пласты песчаниковъ и глинистыхъ сланцевъ, составляющихъ вмѣстѣ съ известняками и каменными углями тамошнюю каменноугольную почву, чрезвычайно трудно рвутся порохомъ (особенно песчаники).

Размѣры шахты, представляющей обыкновенно четырехугольникъ (въ Миусскомъ округѣ я видѣлъ шахты, имѣющія сѣченіе въ видѣ правильного восьмиугольника) опредѣляются количествомъ и скоростью добычи; такъ есть шахты объ одномъ конномъ воротѣ, въ которыхъ ходятъ двѣ бадьи, и есть шахты о двухъ конныхъ воротахъ, въ которыхъ ходятъ четыре бадьи; первыя имѣють длину въ одну сторону 3 аршина, въ другую 2; вторыя въ одну 4, въ другую 3; но есть шахты, имѣющія еще большее сѣченіе напр. «большая шахта» рудника «Русскаго общества пароходства и торговли» имѣеть въ обѣ стороны по $5\frac{1}{2}$ аршинъ. (Тамъ предполагается добыча до 6 милліоновъ пудовъ въ годъ).

Шахта закладывается обыкновенно на срединѣ нижней (по паденію) грапи той площади, которая предполагается

сю выработаться. На Грушевскомъ рудникѣ, взятомъ въ войсковую собственность во время существованія тамъ закона о принадлежности каменнаго угля войску, отводятся частнымъ углепромышленникамъ участки въ 25 саж. шириною по паденію пластовъ и въ 100 саж. длиною по простиранію; такъ что шахта, заложенная на срединѣ нижней грани, вырабатываетъ пласты на 50 саженъ вправо и влѣво, и по возстаніи на 25 саженъ.

Порохоострѣльная работа. Буры, употребляемые тамъ при этой работѣ, дѣлаются изъ круглаго желѣза діаметромъ въ $1\frac{1}{8}$ — $1\frac{1}{4}$ дюйма, длиною до $2\frac{1}{2}$ аршинъ; забурники менѣе. Буровыя скважины (бурки) дѣлаются глубиною до 15 вершковъ въ хорошо рвущемся глинистомъ сланцѣ и въ 6, 8, 10 вершковъ въ трудно рвущемся песчаникѣ, напр. въ песчаникѣ, лежащемъ на третьей сажени отъ перваго рабочаго пласта. Порохоострѣльная работа страшно замедляется сильнымъ притокомъ воды, количество которой достигаетъ въ нѣкоторыхъ шахтахъ (шахты Рус. общ.) до 40 тысячъ ведеръ въ сутки. Поэтому бурки раздѣляются на сухія и мокрыя; сухія тѣ, которыя выбуриваются въ сухихъ мѣстахъ шахты; мокрыя же подъ водою. При мокрой буркѣ пороховой зарядъ бываетъ заключенъ въ картонный патронъ (его дѣлаютъ также изъ сахарной бумаги) длиною въ 5 вершковъ, въ который засыпаютъ пороху 24 — 30 золотниковъ. При сухой буркѣ порохъ засыпается въ вытертую тряпкой до-суха буровую скважину прямо безъ патрона, въ количествѣ до 70 золотниковъ; обыкновенно 48. Въ патронъ мокрой бурки вставляютъ калиновую дудку, прозженую насквозь помощью раскаленной проволоки № 5, діаметромъ въ $\frac{1}{8}$ дюйма, для образованія внутри ея канала, въ который засыпается пороховой составъ.

Въ составъ, на $\frac{1}{2}$ ф. пороху, кладутъ $\frac{1}{4}$ ф. толченаго угля и $\frac{1}{4}$ ф. селитры. Свободный конецъ расширяютъ, къ свобод-

ному концу дудки привязывают тряпку и насыпают туда того же состава, такъ что образуется наверху колпачокъ, который тщательно завязывают и смазывают саломъ, также какъ и самый патронъ, для того чтобъ туда не проникла вода.

Патроны съ дудками для мокрыхъ бурокъ готовятся рабочими до спуска ихъ въ шахту. При насыпаніи пороха въ сухую бурку стараются, чтобы никакъ не проникла туда вода, для чего шахтеры (шахтные рабочіе) употребляютъ парусъ, сшитый изъ толстаго холста, который они держатъ такимъ образомъ, чтобы вода, струящаяся по стѣнамъ шахты, стекала въ одну сторону. Для этого же употребляютъ ими и желѣзные листы.

Когда порохъ въ сухую бурку засыпанъ и дудка вставлена, или когда патронъ съ дудкою вставленъ въ мокрую бурку, пространство междудудкою и стѣнками бурки плотно забиваютъ мелкимъ песчаникомъ или глинистымъ сланцемъ, помощью забойника. Я забылъ сказать, что буреніе тамъ одноручное; молотки, употребляемые для буренія, вѣсятъ 8, 10 до 15 фунтовъ. Когда такимъ образомъ нѣсколько бурокъ будетъ заряжено (по величинѣ шахты отъ 3 хъ до 8-ми) рабочіе всѣ вылѣзаютъ и остается одинъ такъ наз. зарядчикъ, который зажигаетъ колпачки дудокъ помощью лучины или сальной свѣчи, вскакиваетъ въ бадью и кричитъ воротному «пошоль». Бываетъ такъ, что зарядчикъ не успѣетъ подняться изъ шахты, какъ уже раздастся выстрѣлъ и его убиваетъ или ранитъ.

На рудникѣ «Русскаго общества пароходства и торговли» употребляютъ, вмѣсто калиновыхъ дудокъ гуттаперчевыя бикфордовы затравки; при нихъ менѣе бываетъ невыпаливаемыхъ бурокъ, сберегается время на приготовленіе дудокъ и порохового состава и они безопаснѣе тѣмъ, что при нихъ рѣже бываютъ внезапные выстрѣлы. Аршинъ такой затравки стоитъ обществу около 3 коп. сер.

съ пересылкою изъ Бельгii. Рабочіе, углубляющіе шахты, раздѣляются обыкновенно на три смѣны по 5, 6 до 9 человекъ, смотря по размѣрамъ шахты. Въ каждой смѣнѣ имѣется по зарядчику, который опредѣляетъ мѣста буровыхъ скважинъ, ихъ направленіе, глубину, заряжаетъ ихъ и выпаливаетъ.

Плата рабочимъ углубленія равна 10 рублямъ въ мѣсяць, зарядчикъ получаетъ 15 рублей.

Въ смѣну рабочіе должны выбурить скважины, выпалить и выдать взорванную породу на поверхность, такъ что они сидятъ въ шахтѣ не 8 часовъ, а болѣе или меньше, смотря по крѣпости породы и количеству взорваннаго камня. На Грушевкѣ существуетъ особый разрядъ подрядчиковъ, называемыхъ «проходчиками», которые за известную плату съ сажени, имѣя своихъ рабочихъ, берутся углублять шахты.

Считается хорошимъ, если на 1 фунтъ пороху выдаютъ 10 или 12 бадей, считая въ бадѣ среднимъ числомъ 15 пудовъ породы; 6 бадей на фунтъ считается дурнымъ и бываетъ или при очень крѣпкой породѣ, или при нѣкоторыхъ случайностяхъ, напр. при подмочкѣ бурки, или если во время выпала одной—другая сосѣдняя будетъ сломана взорванной породой и оттого не выпалить и пр. Между первымъ и вторымъ рабочими пластами, между 3-й и 4-й саженьями лежитъ такой крѣпкій пластъ песчаника, что рабочіе въ теченіи сутокъ выдаютъ иногда только 4 — 5 бадей.

Въ смѣну при хорошей породѣ выдается до 50 бадей или до 150 бадей въ сутки, т. е. до 1,750 пудовъ. Проходка или углубленіе шахтъ идетъ вообще на Грушевскомъ рудникѣ очень медленно.

Въ глинистомъ сланцѣ, хорошо рвущемся, проходятъ въ теченіи мѣсяца до 2 сажень, а въ песчаникѣ иногда только 1 или 2 фута. Проходка шахтъ замедляется отливкою

воды, которой на Грушевскомъ рудникѣ не мало. Въ шахтахъ, работающихъ очень низко по паденію (встрѣчающихся напр. второй рабочей пластъ на 40 с.), въ которыя слѣдовательно притокъ воды очень большой, а потому имѣются насосы, углубленіе задерживается частыми остановками, происходящими отъ наращиванія, поломки и пр. насосовъ. Нѣкоторыя шахты частныхъ компаній и владѣльцевъ не углубляются или не работаются, вслѣдствіе сильнаго притока воды и недостатка средствъ для постановки водоотливныхъ машинъ. Войсковою водоотливъ и водоотливныя машины шахтъ рудника «Русскаго общества пароходства и торговли» помогли въ этомъ случаѣ очень многимъ грушевскимъ шахтохозяевамъ, которыхъ участки лежатъ выше по паденію пластовъ.

Одежда рабочихъ углубленія состоитъ изъ рубахи, штановъ и длинныхъ сапоговъ; на рубаху надѣвается сначала «полстяная бурка», состоящая изъ полсти, прорѣзанной для пропуска головы; назначеніе этой бурки согрѣвать грудь рабочаго; на эту бурку надѣвается другая, называемая «кожаной буркой», представляющая родъ халата и смазываемая дегтемъ и саломъ для того, чтобъ вода не проникала насквозь. Головной уборъ составляетъ кожаная шапка, называемая «шлычкой», съ широкими полями, изъ которыхъ заднее очень длинно и служитъ для того, чтобъ вода не затекала за шею. Для освященія употребляются тамъ сальныя свѣчи, которыхъ въ смѣну, состоящую изъ 6-ти человѣкъ, выходитъ до 3-хъ фунтовъ. Рабочіе суть пришельцы изъ разныхъ губерній внутренней Россіи, преимущественно орловцы, тамбовцы и рязанцы.

Крѣпленіе шахтъ и подъемъ породъ.

Крѣпленіе обыкновенныхъ шахтъ Грушевскаго рудника состоитъ изъ сруба, составленнаго изъ 2½ вершковыхъ

сосновыхъ досокъ. Черезъ каждыя двѣ сажени, иногда черезъ три, загоняются въ стѣны шахты 2 основныхъ бруса (если есть раздѣлы то 3) толщиною до 4 вершковъ (такъ наз. подтоварники) (фиг. 8 черт. VI), на которыхъ и покоится срубъ. Внутри шахта раздѣлена, помощью лежащихъ одна на другой досокъ, вогнанныхъ концами въ пазы, составленные изъ 2-хъ прибитыхъ продольныхъ брусковъ, на два или четыре «раздѣла». Гдѣ существуютъ насосы и лѣстницы, тамъ крѣпленіе сложнѣе, такъ какъ прибавляется для нихъ особый отдѣлъ, а для лѣстницъ устраиваются еще полки, отстоящія другъ отъ друга на 2 или на 3 сажени. Подъемъ породъ совершается помощью одного или двухъ конныхъ воротовъ въ бадьяхъ, висящихъ на канатахъ. Центры конныхъ воротовъ отстоятъ отъ шахты на разстояніи 5-ти сажень. Конный воротъ состоитъ изъ вертикальнаго 10 вершковаго бруса, на обоихъ концахъ котораго находятся желѣзные въ $2\frac{1}{2}$ дюйма толщиною шипы, входящіе въ 2 подшипника, верхній—въ подшипникъ поперечнаго бруса, укрѣпленнаго концами на 2 вертикальныхъ столба, входящихъ въ составъ шахтнаго шатра; нижній—въ подшипникъ основнаго бруса, лежащаго на твердомъ деревянномъ или каменномъ основаніи. Высота этого бруса бываетъ различная и зависитъ отъ высоты положенія барабана, барабанъ укрѣпляется къ столбу помощью 8-ми горизонтальныхъ и нѣсколькихъ наклонныхъ брусковъ, подпирающихъ его снизу, имѣетъ діаметръ до $2\frac{1}{2}$ сажень и состоитъ изъ двухъ параллельныхъ между собою деревянныхъ колець, связанныхъ вертикальными досками; къ вертикальному же брусу придѣлывается, на высотѣ около 3 аршинъ, 2 или 3 дышла, смотря по тяжести породы и глубинѣ шахты; на концахъ дышлъ находятся желѣзныя дуги, къ которымъ припрягаются лошади. На барабанъ коннаго ворота наматывается канатъ, который помощью передаточныхъ шкивовъ

опускается въ шахту. Передаточные шкивы покоятся надъ самой шахтой, опираясь шипами каждый на два продольныхъ горизонтальныхъ бруса, лежащихъ на горизонтальной, состоящей изъ четырехугольныхъ брусевъ, рамѣ, подпертой шостью вертикальными столбами. Когда шахта имѣеть два конныхъ ворота, то они располагаются, одинъ противъ другого, на двухъ противоположныхъ сторонахъ шахты. Шахты и конные ворота прикрываются шатромъ. Длина всего шатра равна при двухъ конныхъ воротахъ 17 саженимъ. *Канатъ* употребляется пеньковый, круглый въ 1 $\frac{1}{4}$ —2 дюймовъ въ діаметрѣ. *Бадьи* дѣлаются изъ сосновыхъ досокъ и сковываются обручами, имѣють діаметръ въ 22 дюйма, при глубинѣ до 1-го аршина. Къ бадьѣ придѣлываются съ боковъ два желѣзныхъ кольца, въ которыя входятъ концы желѣзной дуги, висящей на кольцѣ, прирѣпленномъ къ канату.

Принадлежности каждой шахты: землянка для рабочихъ, конюшня и домъ для прикащика или хозяина.

Добыча угля.

Когда шахта дошла до угля, то съ этимъ вмѣстѣ начинается новый родъ работъ, это сначала подготовка пласта къ добычѣ, а потомъ и самая добыча. Отъ шахты проводятъ по углю три хода; изъ нихъ два въ двухъ противоположныхъ сторонахъ шахты идутъ по простиранию пласта и называются «повальными ходами», а третій, идущій по возстанію пласта и находящійся въ третьей сторонѣ шахты, наз. «сторчевымъ». Шахта прежде провода ходовъ по углю должна быть углублена ниже пласта на 1 или 1 $\frac{1}{2}$ сажени для образованія зумфа или колодца для стока водъ изъ выработокъ. Работа при проводѣ ходовъ таже чго и при добычѣ антрацита, только стараются, чтобы они были проведены какъ можно правильнѣе, для чего

должны ходы направлять горный штейгеръ или инженеръ, помощью всякаго компаса или пантометра, инструментовъ, безъ которыхъ нельзя обойтись въ каменноугольномъ дѣлѣ. Когда отойдутъ отъ шахты всѣми ходами на 4 сажени, то ведутъ перпендикулярные ходы, для образованія двухъ цѣликовъ на углахъ шахты между повальными ходами и сторчевымъ ходомъ. Когда цѣлики готовы, то приступаютъ къ добычѣ антрацита. Она идетъ отъ боковъ цѣлика по направленію повальныхъ ходовъ и по обѣимъ сторонамъ сторчeveго хода къ верхней грани участка. Этотъ способъ разработки мѣтко названъ «способомъ разработки въ видѣ ласточкинаго хвоста». Ходы обыкновенно дѣлаются въ $1\frac{1}{2}$ аршина шириною при высотѣ, соответствующей мощиcти пласта; на Грушевкѣ—на первомъ рабочемъ пластѣ въ $1\frac{1}{2}$ аршина и второмъ рабочемъ въ $1\frac{1}{4}$ аршина. Рабочій въ такомъ ходу помѣщается одинъ и работаетъ въ теченіи 11—12 ч. въ сутки, подымаясь на поверхность только во время обѣда, иные же и ѣдятъ и спятъ даже въ выработкахъ. Скорость прохода хода зависитъ отъ качества угля и зарубки. Зарубкою тамъ называется тонкій пропластокъ глины, смѣшанной съ углемъ, толщиной до 2-хъ вершковъ, составляющій основаніе пласта. Самая большая скорость прохода ходовъ равна $2\frac{1}{2}$ аршинамъ въ сутки. Рабочіе въ ходахъ работаютъ на 2 смѣны; провозъ ходовъ отдается часто за извѣстную плату съ сажени проходки. Ходы, подобно выработкамъ, крѣпятся подтоварниками 4-хъ вершковъ толщиной, загоня ихъ плотно между висячимъ и лежачимъ боками пласта.

Мѣсто добычи антрацита (забой) называется «лавкою»; въ ней помѣщается въ рядъ отъ 6-ти до 9-ти и болѣе человѣкъ рабочихъ. Такихъ лавокъ четыре: двѣ повальныхъ и двѣ сторчевыхъ.

Работа состоитъ въ слѣдующемъ: рабочій зарубнымъ долотомъ, помощью ударовъ по немъ молотка, подрубаетъ

постепенно пласть въ глубь на 9 четвертей; затѣмъ вгоняетъ въ крышу пласта клинья и отбойныя долота, чтобы разшевелить зарубленную часть и если она не отстаетъ отъ крыши, то помогаетъ ломомъ, дѣйствуя имъ какъ рычагомъ на долото или клинь. Во время зарубки, чтобы зарубленная часть не отвалилась внезапно, рабочій подставляетъ подъ нее бруски, называемые «шашками». Такимъ образомъ поступаютъ и остальные рабочіе одной лавки, такъ что она постепенно подвигается впередъ. Точно также идетъ работа и въ ходахъ, въ которыхъ иногда для большей скорости провода рвутъ уголь порохомъ, такъ какъ въ этомъ случаѣ не гоняются за кусками большой величины. На одного рабочаго приходится до 60 пудовъ угля въ смѣну. Зарубка и отбойка подрубленной 9 вершковой части совершается двумя рабочими въ теченіи сутокъ; ширина этой части равна $1\frac{1}{2}$ аршинамъ, при высотѣ пласта на Грушеvkѣ въ $1\frac{1}{2}$ или $1\frac{1}{4}$ аршина. Вообще въ Войскѣ Донскомъ пласты менѣе $1\frac{1}{4}$ аршина мощностью считаются негодными къ разработкѣ, такъ какъ разработка такихъ пластовъ, хотя и возможна, но неудобна для рабочихъ по причинѣ ихъ тонкости.

Изъ одной квадратной сажени пласта мощностью въ $1\frac{1}{2}$ аршина добывается до 350 пудовъ крупнаго антрацита, остальное идетъ въ мелочь. Добытый антрацитъ отвозится по ходамъ къ шахтѣ и подымается бадьями на поверхность. Откатка только въ очень небольшомъ числѣ шахтъ производится по рельсамъ въ небольшихъ вагонахъ, въ большей же части на санкахъ, возимыхъ тягальщиками изъ подростковъ. Добычу антрацита большая часть шахтохозяевъ отдаетъ артелямъ, платя имъ 2 или 3 копейки за пудъ.

Вотъ вся суть добычи каменнаго угля въ Войскѣ Дон-

скомъ, не только на Грушевкѣ, но и въ другихъ мѣстахъ Войска.

Отливка воды большею частью производится тѣми же бадьями. Угледоъемныя и водоотливныя машины начинаютъ мало по малу вводиться.

По совершенству устройствъ тамъ первое мѣсто занимаетъ рудникъ «Русскаго общества пароходства и торговли», на которомъ двумя шахтами предполагается добывать до 6 милліоновъ пудовъ въ годъ. Добычи на немъ еще не производилось. На каждой шахтѣ имѣется по водоотливной машинѣ, одна въ 60, другая въ 45 силъ, такъ какъ притокъ воды достигаетъ на обѣихъ шахтахъ до 60 тысячъ ведеръ въ сутки. Обѣ шахты, отстоя одна отъ другой на 18 сажень, находятся въ одномъ 4-хъ этажномъ каменномъ зданіи. Испорченный воздухъ будетъ вытягиваться изъ рудника вентиляторомъ. Подъемъ будетъ производиться двумя паровыми угледоъемными въ 45 силъ машинами, помощью клѣтокъ, вмѣщающихъ до 120 пудовъ, въ 4-хъ вагонахъ. Не знаю осуществится ли добыча помощью подбойныхъ машинъ, дѣйствующихъ сжатымъ воздухомъ, такъ какъ онѣ нигдѣ у насъ не были еще примѣнены, но управляющій рудниковъ горн. инж. кол. сов. Вагнеръ 1-й думаетъ ввести ихъ въ употребленіе. Помѣщеніе для рабочихъ составляютъ 16 каменныхъ домовъ, къ которымъ должно прибавить еще 4 большихъ дома для управляющаго и служащихъ инженеровъ. Въ настоящее время уже дойдено обѣими шахтами до 1-го рабочаго пласта и продолжаютъ углубляться на 2-й, послѣ чего уже начнется самая добыча. Это будетъ не позже середины будущаго 1869 года.

Вообще должно сказать относительно устройства рудника, что желательно было бы, чтобы у насъ основалось побольше такихъ рудниковъ. Управляющій рудни-

комъ обѣцается издать описаніе устройствъ рудника; ждемъ его съ петербургемъ.

Скажу нѣсколько словъ еще о производствѣ съемки флещовой карты, производимой тамошними инженерами, часть которой, заключающая Миусскій округъ, уже окончена, другая часть будетъ окончена въ будущемъ году, такъ что эта карта съ картою, снимаемою инженерами братьями Цосовыми для Екатеринославской губерніи, представитъ полную картину напластованія породъ донецкаго каменноугольнаго бассейна. Для съемки флещовой карты необходимо имѣть вѣрную топографическую карту. Эта карта передъ съемкою раздѣляется для удобства на отдѣльныя квадратныя части, увеличенныя въ масштабѣ до 100 саж. въ дюймѣ; на эти части уже наносятся породы.

Инженеръ съ рабочими, имѣя при себѣ теодолитъ или пантометръ, горный компасъ и десятисаженную цѣпь съ кольями отправляются на мѣсто съемки. Приѣхавъ на избранный для начала пунктъ, онъ верхомъ осматриваетъ мѣсто, замѣчая при этомъ направленіе простиранія и паденія породъ.

Началомъ съемки обыкновенно избираютъ устье балки, устье рѣки, впаденіе одной рѣки въ другую, заворотъ балки или рѣчки и пр. На начальную точку ставится теодолитъ или пантометръ и опредѣляется уголъ (румбъ), составляемый магнитнымъ меридіаномъ съ линією, по которой предполагается произвести съемку. Эту линію избираютъ такимъ образомъ, чтобы она по возможности подходила къ линіи, идущей вкрестъ простиранія породъ, для того чтобъ при меньшихъ станахъ захватить какъ можно болѣе породъ. Затѣмъ цѣпью мѣряютъ по этому направленію провѣшенную линію, замѣчая на какихъ разстояніяхъ какіе пласты встрѣчаются, съ какимъ простираніемъ и паденіемъ. Паденіе и простираніе опредѣляются горнымъ компасомъ, простираніе часто теодолитомъ. При

этомъ съемщикъ долженъ вести журналъ, въ которомъ записывается слѣдующее: 1) величина стана, 2) румбъ каждаго стана, 3) горизонтальные углы между станами, 4) на какомъ разстояніи отъ начала каждаго стана встрѣчена такая-то порода, какихъ свойствъ, какой мощности, съ какимъ паденіемъ и простираніемъ и 5) вертикальные углы каждаго стана, необходимые для составленія разрѣзовъ. Когда инженеръ видитъ, что предположенный имъ районъ снятъ и что по возможности захвачены всѣ пласты, то онъ наноситъ ихъ на карту согласно тому, какъ они записаны въ журналѣ, и тождественные пласты соединяетъ пунктиромъ. Соединеніе тождественныхъ пластовъ между собою, если они по направленію простиранія покрыты наносомъ, или сводка породъ составляетъ чрезвычайную важность при составленіи флечовой карты, такъ какъ въ этомъ случаѣ флечовая карта покажетъ не отдѣльные маршруты, по которымъ слѣдовалъ инженеръ, а полную картину напластованія породъ данной мѣстности.

Сводка эта требуетъ большого навыка и соображенія. Она важна также и въ томъ отношеніи, что можно по флечовой картѣ во всякомъ направленіи сдѣлать разрѣзъ пластамъ. На донской флечовой картѣ будетъ сдѣлана сводка породамъ, не знаю сдѣлана ли она будетъ на картѣ Екатеринославской губерніи.

Каменноугольная почва юга Россіи состоитъ изъ перемежающихся пластовъ песчаниковъ, глинистыхъ сланцевъ, известняковъ и каменныхъ углей; породы эти часто обнажаются и потому нѣтъ особенныхъ затрудненій при съемкѣ флечовой карты; часто можно на разстояніи десяти и болѣе верстъ видѣть, какъ тянется известнякъ или песчаникъ и прослѣдить ихъ завороты.

Горный инженеръ Н. Версильевъ.

ДОКУМЕНТЫ ДЛЯ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ.

К. Шинца.

Занимающимся доменнымъ производствомъ не безызвѣстно, что доменная плавка не разработана наукою на столько, какъ было бы желательно, и чтобъ можно было ее вести съ наибольшею выгодною въ смыслѣ техническомъ и экономическомъ. Другими словами, современное доменное производство весьма далеко еще отъ формулы, выражающей совершенство всякаго дѣла: полученіе возможно лучшаго качества продукта при возможно меньшихъ расходахъ.

Всѣ средства, употребляемая въ настоящее время для уменьшенія издержекъ по выплавкѣ чугуна, привели къ ухудшенію качествъ продукта. Независимо отъ этого, средства поднимающія производительность печи, будучи основаны на повышеніи температуры въ горнѣ, всегда влекутъ за собою большее или меньшее сокращеніе срока плавильной компаніи.

Въ доменной печи, какой бы то ни было конструкціи, главную роль играютъ два дѣятеля: въ горнѣ — развиваемая горѣніемъ температура, а въ верхней части — способность и время дѣйствія возстановляющихъ газовъ. Само собою разумѣется, что температура въ горнѣ должна соответствовать точкѣ плавленія чугуна и шлаковъ, количеству поглощаемого ими скрытаго теплорода и потерѣ тепла чрезъ стѣны печи.

Если же температура въ горнѣ значительно превышаетъ необходимую, то она дѣйствуетъ уже во вредъ хода доменной плавки во 1-хъ потому, что уменьшаетъ поясъ возстановленія, а во 2-хъ преждевременно разрушаетъ стѣны горна съ конечнымъ результатомъ — остановки плавильной компаніи.

Повышеніе температуры въ горнѣ, поднимая температуру въ верхнихъ частяхъ печи, тѣмъ самымъ уменьшаетъ время возстановленія рудъ и такимъ образомъ способствуетъ скорѣйшему прохожденію ихъ чрезъ поясъ возстановленія. Отъ этого невозстановленные руды переходятъ въ поясъ плавленія, гдѣ возстановленіе ихъ происходитъ уже на счетъ твердаго угля. Послѣднее, какъ извѣстно, сопровождается значительнымъ поглощеніемъ теплорода, и если оно будетъ невелико, то обуславливаетъ сырой ходъ плавки; въ крайнемъ же случаѣ можетъ подарить козла съ остановкою дѣйствія печи. Если же потеря теплорода, происходящая отъ возстановленія рудъ твердымъ углемъ, будетъ пополняться нагрѣтымъ воздухомъ, то плавка устанавливается и идетъ на началѣ непосредственнаго возстановленія рудъ углемъ, со всѣми его послѣдствіями, т. е. колоши опускаются быстрѣе, суточная выплавка увеличивается, возстановленный кремній переходитъ въ составъ чугуна и стѣны горна разрушаются. Это—плавка съ нагрѣтымъ дутьемъ.

Не употребляя возвышающихъ температуру средствъ, конечно мы можемъ измѣненіемъ сыпи и прибавленіемъ флюса увеличить поясъ возстановленія и тѣмъ достигнуть болѣе совершеннаго возстановленія рудъ, а слѣдовательно и полученія лучшаго качества чугуна, но достиженіе это будетъ прямо противоположно увеличенію производительности печи. Притомъ, температура въ горнѣ все же будетъ слишкомъ вредно вліять на стѣны его.

Избѣжать послѣдняго можно только при посредствѣ особеннаго устройства стѣнъ горна, обладающаго большею способностью передачи теплорода въ воздухъ. Разумѣется, что подобный результатъ, удовлетворяя насъ въ одномъ, порождаетъ напрасную затрату горючаго матеріала, количество котораго не можетъ быть уменьшено вслѣдствіе

потребности въ определенное время известнаго объема окиси углерода.

Такимъ образомъ, мы видимъ, что при настоящемъ способѣ производства, должно вращаться между двумя крайностями: или довольствоваться получениемъ большаго количества чугуна дурныхъ качествъ, или же выплавкою чугуна хорошихъ свойствъ, но въ ограниченномъ размѣрѣ и дорого стоящаго. Причиною тому служатъ съ одной стороны излишняя степень температуры существующей въ горнѣ и съ другой — недостаточность богатства газовъ восстанавливающими средствами.

Поэтому для достиженія отъ печи возможно большей производительности чугуна безъ ущерба качеству его, необходимо отыскать такія условія сжиганія горючаго, при которыхъ можно бы было установить въ горнѣ соответственно-низкую температуру и вмѣстѣ съ тѣмъ обогатить продукты горѣнія восстанавливающими средствами т. е. окисью углерода.

Этимъ условіямъ удовлетворяетъ предположенный Шинцемъ способъ сжиганія, заключающійся въ удаленіи части азота изъ продуктовъ горѣнія. Для этого необходимо, отдѣляющуюся при многихъ производствахъ, углекислоту обратить посредствомъ раскаленнаго угля въ окись углерода и послѣднюю вдвухъ въ доменную печь вмѣстѣ съ воздухомъ. Происходящая отъ сжиганія углекислота вновь обращается на счетъ угля, находящагося въ доменной печи, въ окись углерода, причемъ натурально единица объема продуктовъ горѣнія будетъ содержать относительно болѣе окиси углерода—этого главнаго фактора для рациональнаго восстановленія рудъ и полученія прекрасныхъ качествъ чугуна.

Но какъ температура, развиваемая сжиганіемъ окиси углерода, значительно ниже противу таковой при обращеніи углерода въ углекислоту и какъ температура эта

даже нѣсколько недостаточна для поддержанія чугуна и шлаковъ въ расплавленномъ состоянїи и на удовлетвореніе всѣхъ потерь теплорода, происходящихъ въ горнѣ, то является необходимость въ поднятїи ея до требуемой степени. Достигнуть же этого можно подогрѣвомъ воздуха, а частью и окиси углерода, вдуваемыхъ въ печь. При этомъ неслѣдуетъ упускать изъ виду самаго важнаго обстоятельства, а именно, что достигаемое повышеніе температуры совершенно находится въ распоряженїи плавильщика.

Естественно, чтобы придти къ подобному заключенію, Шинцу необходимо было разсмотрѣть всѣ случаи, вліяющіе на ходъ доменнаго процесса, и выразить ихъ численными величинами, дабы затѣмъ, сопоставивъ ихъ вмѣстѣ, получить гармоническое цѣлое для правильного уразумѣнїя и веденїя доменной плавки.

Съ этою цѣлью, а главное по поводу появленїя доменной печи системы генераль-маіора Рапета, возбудившей много толковъ въ средѣ металлурговъ, для объясненїя выгоды ея дѣйствїи,—Шинцъ взялъ на себя трудъ сдѣлать рядъ опредѣленїй и изысканїй относительно всѣхъ факторовъ, дѣйствующихъ въ доменной печи.

Работы свои онъ раздѣлилъ на 5-ть категорїй:

1) Изслѣдованїя надъ процессомъ горѣнїя, поверхностью соприкосновенїя и вліяніемъ температуры.

2) Опредѣленїя относительнаго, скрытаго и соединительнаго теплорода тѣлъ, перерабатываемыхъ въ доменной печи.

3) Изысканїя относительно передачи теплорода стѣнами печи, которая и составляетъ причину, что температура въ горнѣ и вообще въ печи значительно ниже, чѣмъ ее предполагають.

4) Опыты касательно химическаго процесса возстановленїя окисловъ желѣза посредствомъ доменныхъ газовъ. Этотъ-то отдѣлъ опытовъ, при своей обширности, разъяс-

шилъ не только доменный процессъ вообще, но и указаль на средство лучшаго установка его.

5) Определенія сопротивленія, оказываемаго плавильнымъ столбомъ движению газовъ. Хотя определенія эти не привели вполне къ удовлетворительному рѣшенію, но тѣмъ не менѣе неоспоримо выяснили связь, существующую между формою печи и величиною этого сопротивленія.

Принимая во вниманіе, что изъ существующихъ конструкций доменныхъ печей, система генераль-маіора Рашета болѣе всѣхъ удовлетворяетъ научнымъ требованіямъ и хозяйственнымъ соображеніямъ,—Шинцъ прамѣняетъ свой способъ сожиганія къ послѣдней и конечно этимъ словомъ, отдавая должную справедливость доменной печи генераль-маіора Рашета, будетъ способствовать болѣе быстрому распространенію ея во всѣхъ округахъ, занимающихся выплавкою чугуна.

Нельзя умолчать здѣсь и не быть благодарнымъ Шинцу за понесенные имъ труды на пользу доменнаго дѣла, такъ какъ онѣ, независимо практической стороны его работы, способствуютъ исчезновенію многихъ предрасудковъ и гипотезъ, такъ долго и вредно вліявшихъ на прогрессъ доменнаго производства.

Процессъ горѣнія.

Обыкновенно подъ процессомъ горѣнія разумѣютъ химическое соединеніе кислорода воздуха съ углеродомъ и водородомъ, находящимися въ горючемъ матеріалѣ. Происходящіе отъ этого продукты горѣнія—не всегда одинаковы; онѣ измѣняются отъ вліянія различныхъ обстоятельствъ, которыя мы и примемъ въ соображеніе. Точно также, вмѣстѣ съ продуктами горѣнія измѣняется и развивается количество теплорода, а равно и напряженность его.

Обстоятельства, имѣющія вліяніе на измѣненіе продуктовъ горѣнія, слѣдующія:

а) величина поверхности соприкосновенія горючаго, предоставляемая дѣйствію даннаго объема воздуха или кислорода въ единицу времени.

б) температура горѣнія.

в) чистота и сухость воздуха, служащаго для сжиганія.

г) бѣльшая или мѣньшая степень давленія воздуха, подъ которымъ совершается горѣніе.

Развиваемое горѣніемъ количество теплорода бываетъ:

а) 8000 единицъ (теплоты), если углеродъ обращается въ (CO^2) углекислоту.

б) 2400 единицъ, если углеродъ обращается при сгораніи въ окись углерода.

Находящійся въ составѣ горючаго свободный водородъ образуетъ при достаточной температурѣ воду съ отдѣленіемъ 34000 ед. теплорода; но если температура несоотвѣтствуетъ этому, то образуется при горѣніи углеродистый водородъ.

Напряженность теплорода зависитъ:

а) отъ уменьшенія въ продуктахъ горѣнія вредныхъ газовъ, каковы азотъ и водяной паръ;

б) отъ количества дѣйствительно развиваемаго теплорода;

в) отъ давленія, подъ которымъ находятся продукты.

Всѣ эти измѣненія разсмотримъ ниже.

Поверхность соприкосновенія.

Химическое дѣйствіе между двумя тѣлами можетъ имѣть мѣсто не только при большомъ сродствѣ ихъ другъ къ другу, но для сего необходимо также близкое соприкосновеніе этихъ тѣлъ, причемъ скорость дѣйствія будетъ

тѣмъ значительнѣе, чѣмъ число точекъ соприкосновенія болѣе. Поэтому чѣмъ менѣе куски горючаго, тѣмъ большая поверхность его будетъ предоставлена для соединенія съ кислородомъ. Лучшимъ доказательствомъ сказаннаго можетъ служить извѣстный въ настоящее время въ Америкѣ способъ сожиганія порошкообразнаго горючаго. Онъ заключается въ томъ, что порошкообразный горючій матеріалъ вдувается въ печь вмѣстѣ съ нагрѣтымъ воздухомъ, отчего развивается усиленное горѣніе. Однакоже нельзя думать, чтобы способъ этотъ приобрѣлъ гражданство, потому что невозможно допустить пропорціональнаго и соответствующаго притока воздуха вмѣстѣ съ горючимъ. Вслѣдствіе чего, способъ этотъ можетъ быть рациональнѣе и принести больше пользы, сравнительно съ употребленіемъ горючихъ въ видѣ газовъ, которые конечно даютъ возможность болѣе правильному смѣшенію съ требуемымъ количествомъ воздуха. Для болѣе нагляднаго опредѣленія вліянія поверхности соприкосновенія на процессъ горѣнія, Шинцомъ былъ сдѣланъ рядъ изысканій, результаты которыхъ здѣсь представляются.

Брались куски горючаго матеріала возможно одинаковой величины, приблизительно въ 35, 30 и 20 миллиметровъ въ діаметрѣ. Безъ сомнѣнія, подобная разсортировка давала приблизительную величину для поверхности соприкосновенія вслѣдствіе того, что послѣдняя опредѣлялась какъ шарообразная.

Пусть: l —сторона кубическаго метра, n^3 —число кусковъ, заключающихся въ l -мъ куб. метрѣ, d —діаметръ куска, то имѣемъ

$$n^3 = \left(\frac{l}{d}\right)^3$$

Поэтому l кубическому метру соответствуетъ кусковъ

$$\text{при } d = 35 = \left(\frac{1000}{35}\right)^3 = 23322$$

$$d = 30 = \left(\frac{1000}{30}\right)^3 = 37038$$

$$d = 20 = \left(\frac{1000}{20}\right)^3 = 125000.$$

и поверхность этихъ кусковъ, опредѣляемая въ видѣ шара, будетъ $\frac{4\pi d^2}{4} = \pi d^2$ или

$$0,035^2 \pi = 0,0038485 \text{ кв. метра}$$

$$0,03^2 \pi = 0,002874 \quad \gg \quad \gg$$

$$0,02^2 \pi = 0,0012567 \quad \gg \quad \gg$$

слѣд. въ 1-мъ куб. метрѣ съ кусками въ 35 миллиметровъ, вся поверхность соприкосновенія будетъ почти 90 кв. метровъ.

Зная площадь сѣченія топки и толщину слоя горючаго матеріала надъ колосниками, легко опредѣлить объемъ кусковъ горючаго и соответствующую поверхность соприкосновенія.

Чтобъ узнать объемъ и скорость притекающаго воздуха, опредѣлена была еще площадь промежутковъ между кусками горючаго, а изъ часоваго расхода ихъ—объемъ и анализъ продуктовъ горѣнія.

Промежутокъ или пространство между кусками всегда одно и тоже, не смотря на величину поверхности ихъ—куски могутъ быть болѣе или менѣе; а именно

$$(1 - n^2) \pi d^2 = S$$

Для шариковъ въ 30 миллиметровъ діаметромъ, число ихъ на 1 кв. метрѣ площади будетъ:

$$n^2 = \left(\frac{1}{d}\right)^2 = 1111$$

поэтому пространство между кусками

$$1 - (1111 \cdot \frac{0,035^2 \pi}{4}) = 0,2146 \text{ кв. метровъ}$$

и для шариковъ въ 20 миллим. діаметромъ

$$1 - \left(2500 \frac{0,02^2 \pi}{4}\right) = 0,2146 \text{ кв. метра.}$$

Химическій анализъ продуктовъ горѣнія указываетъ намъ лишь на отношеніе различныхъ газовъ, а не абсолютныхъ ихъ объемовъ; но зная часовой расходъ углерода, можно опредѣлить абсолютные объемы продуктовъ горѣнія.

Напримѣръ при часовомъ расходѣ 0,8 килограм. кокса съ содержаніемъ 0,692 углерода, равнаго 0,6451 ¹⁾ куб. метрамъ по объему углероднаго пара, и при анализѣ дашемъ

18,155 процентовъ по объему CO₂
 1,431 » » » CO,

которые соотвѣтствуютъ

9,0775 объемамъ ²⁾ } 9,7930 углерода,
 0,7155 » }

можно изъ отношенія 9,7930 къ 0,6451 опредѣлить:

N 76,196 объем. = 5,019 куб. метр = 5,019³ метр. N.
 O 0,620 » = 0,040842 = 0,041842 — O.

¹⁾ Опредѣленіе это основано на слѣдующемъ: извѣстному объему газа, при равныхъ обстоятельствахъ, соотвѣтствуетъ опредѣленный вѣсъ, а какъ вѣса соединяющихся тѣлъ не измѣняются, то слѣд. объемы соединяющихся газовъ находятся въ прямой зависимости отъ ихъ эквивалентовъ. Вѣса равныхъ объемовъ различныхъ газовъ суть ничто иное какъ относительные вѣса ихъ, откуда слѣдуетъ что относительные вѣса газовъ находятся въ прямомъ отношеніи къ эквивалентамъ ихъ. Послѣдній для углерода равенъ 75 или 6, смотря потому какъ принимается эквивалентъ кислорода въ 100 или въ 8, а средняя величина для относительнаго вѣса кислорода по опредѣленіямъ Реньо, Дюма и Соссюра = 1,10364, почему теоретическій относ. вѣсъ углероднаго пара будетъ: 8 : 1,10364 = 6 : x = 0,8923.

Куб. метръ воздуха вѣситъ 1,293 килограм., слѣд. куб. метръ углероднаго пара вѣситъ 1,07319 килограм. или 1 килограмъ углероднаго пара занимаетъ объемъ 0,9327 куб. метра.

²⁾ 2-мъ объемамъ углекислаго газа соотвѣтствуютъ: 1 об. C и 2 об. O.
 2-мъ объем. окиси углерода — — : 1 об. C и 1 об. O.

CO ²	18,155	»	= 1,195900	= 1,195900	—	0.
CO	1,431	»	= 0,094265	= 0,0471325	—	0.
HO	0,735	»	= 0,048416			
H	2,863	»	= 0,188600			
<hr/>						
100 объем.			= 6,587023	6,3028765		

т. е. что 6,587023 куб. метровъ продуктовъ горѣнія будутъ произведены 6,3028765 куб. метрами атмосфернаго воздуха при 0°.

Если сѣченіе горна = 0,0241407 квадр. метра, то пространство между кусками горячаго должно быть

$$0,0241407 \times 0,2146 = 0,00518 \text{ кв. метровъ}$$

и скорость въ секунду, съ которою притекалъ воздухъ, будетъ

$$\frac{6,3028765}{3600 \times 0,00518} = 0,3385 \text{ метра.}$$

Объемы горючихъ матеріаловъ, употребленныхъ при опредѣленіяхъ этого рода, были:

0,062 метра толщина слоя;

среднее сѣченіе горна 0,0241047 кв. м. = 0,0014967³ метр.

0,124 метра толщина слоя;

среднее сѣченіе горна 0,032655 = 0,0040494 —

0,186 метра толщина слоя;

среднее сѣченіе горна 0,04246 = 0,0078975 —

Выше мы видѣли, что въ куб. метрѣ кусковъ соотвѣтствующая поверхность соприкосновенія

при діаметрѣ въ 35 мил. = 90 квадр. метрамъ

» » » 30 » = 105 » »

» » » 20 » = 157 » »

Поэтому поверхность соприкосновенія для объемовъ горячаго, бывшихъ при опытахъ:

Толщ. слоя $d = 35$ мил. $d = 30$ мил. $d = 20$ мил.

0,062 м. = 0,1347 кв. м. 0,15715 0,23498

$$\begin{array}{lll} 0,124 \text{ »} & = & 0,36444 & 0,42519 & 0,63576 \\ 0,186 \text{ »} & = & 0,71077 & 0,82924 & 0,23990. \end{array}$$

Раздѣляя скорость притекающаго воздуха на величину этихъ поверхностей соприкосновенія, частное выразитъ коэффициентъ скорости воздуха для одного квадратнаго метра поверхности соприкосновенія.

Такимъ образомъ отношеніе этого коэффициента дастъ намъ возможность судить объ относительномъ совершенствѣ процессовъ горѣнія; такъ, если коэффициентъ скорости великъ, то продукты горѣнія будутъ содержать избытокъ воздуха, и если онъ малъ, то—заключать въ себѣ негорѣвшіе газы.

(См. табл.)

Опредѣленіе цифръ таблицы слѣдующее:

Напримѣръ изысканіе X дало при часовомъ расходѣ 0,5 килограма антрацита съ содержаніемъ 0,4268 кил. углерода, равнаго 0,39787 куб. метрамъ по объему углероднаго пара, 0,04957 воды и 0,01029 водорода.

Анализъ продуктовъ горѣнія далъ

$$\begin{array}{r} \text{Процентовъ по объему } 77,276 \text{ N} \\ 10,981 \text{ O} \\ 9,512 \text{ CO}^2 = 4,756 \text{ C} \\ 2,231 \text{ HO} \\ \hline 100,00 \end{array}$$

Основываясь на томъ, что углеродъ испытываемаго горючаго относится къ углероду въ продуктахъ горѣнія какъ 0,39787 къ 4,756, легко опредѣлить дѣйствительный объемъ продуктовъ горѣнія по пропорціи:

$$4,756 : 0,39787 = 77,276 \text{ N} : x$$

и мы получимъ: $x = 6,463 \text{ N}$.

$$\begin{array}{lll} \text{Продукты горѣнія происходятъ изъ атмосфер. воздуха} \\ \text{метр.}^3 \text{ 6,4646 N} & = & \text{метр.}^3 \text{ 6,4646 N} \\ 0,9186 \text{ O} & = & 0,9186 \text{ O} \end{array}$$

1 Номеръ опыта.	2 Диаметръ горючаго, слоя.	3 Толщина слоя.	4 Расходъ въ часъ нил.	5 Содержаніе въ килогр. горючаго.		7 Объемъ этого угле- рода куб. метр.	8 Анализъ продуктовъ горѣнія Объемы.						14 Сумма.	15 Объемъ углерода въ продуктахъ.		17 Объемы продуктовъ горѣнія въ часъ по анализу.						23 Объемъ воздуха необход. для этихъ продуктовъ при 0°.				27 Необходи- мый объемъ воздуха въ секунду метр. ³	28 Употреб- ленная поверх. соприко- сновенія метр. ²	29 Проме- жутокъ между горючими метр. ²	30 Скорость воздуха при дви- женіи меж- ду кусками горючаго.	31 Скорость воздуха на 1 кв. метръ поверхно- сти.	
				С	НО		N	O	CO ²	CO	НО	H		въ CO ²	въ CO	N	O	CO ²	CO	НО	H	N	O изъ CO ²	O изъ CO	свобод. O						
К о к с ь .																															
I	35	0,062	0,6	0,519	0,012	0,4838	77,54	12,79	7,77	0	1,99	0	100	3,885	0	9,6559	1,5327	0,96759	0	0,2366	0	9,6559	1,5927	0	0,96759	0,00339	0,1347	0,0051725	0,6554	4,864	
														12,45279						12,21609											
II	35	0,124	1	0,865	0,020	0,80637	77,93	7,38	13,29	0	1,40	0	100	6,645	0	9,4568	0,89556	1,61271	0	0,16989	0	9,4568	0,89556	0	1,6127	0,003324	0,3634	0,007008	0,4744	1,302	
														12,13495						11,96506											
III	35	0,186	1,2	1,038	0,024	0,96764	79,04	0	20,96	0	0	0	100	10,48	0	7,2978	0	1,9353	0	0	0	7,2978	1,9353	0	0	0,002565	0,71077	0,009112	0,2815	0,39605	
														9,2331						9,2331											
IV	30	0,162	0,6	0,519	0,012	0,4838	77,62	0,584	11,00	0	1,796	0	100	5,500	0	6,8277	0,84303	0,96793	0	0,15798	0	6,8277	0,84303	0	0,96793	0,0023996	0,15715	0,0051725	0,46391	2,952	
														8,79664						8,63866											
V	30	0,124	0,8	0,692	0,016	0,6451	78,427	5,233	15,562	0	0,737	0	100	7,781	0	6,5058	0,43385	1,2902	0	0,061103	0	6,5058	0,43385	0	1,2902	0,002286	0,42519	0,007008	0,3261	0,7672	
														8,290953						8,22985											
VI	30	0,186	0,8	0,692	0,016	0,6451	78,336	1,066	19,446	0,518	0,486	0,148	100	9,723	0,259	5,0626	0,068891	1,25670	0,033477	0,031408	0,0095697	5,0626	1,2567	0,016738	0,06889	0,0017791	0,82924	0,009112	0,19525	0,23546	
														9,982						6,4626407											
VII	20	0,062	0,6	0,519	0,012	0,4838	77,629	9,208	11,282	0	2,241	0	100	5,641	—	6,6269	0,78972	0,9676	0	0,1922	0	6,6269	0,78972	0	0,9676	0,002329	0,23498	0,0051725	0,45027	1,9162	
														8,57642						8,38422											
VIII	20	0,124	0,8	0,692	0,016	0,6451	76,196	0,620	18,155	1,431	0,735	2,863	100	9,0775	0,7155	5,019	0,040842	1,1959	0,094265	0,042416	0,18863	5,019	1,1959	0,04713	0,0408						
														9,7930						6,587023				6,3028765							
IX	20	0,186	0,8	0,692	0,016	0,6451	69,876	0,439	6,499	23,186	0	0	100	3,2995	11,593	3,037	0,01908	0,28246	1,0077	0	0	3,037	0,28246	0,50385	0,01908	0,0006673	1,2399	0,009112	0,11713	0,09447	
														14,8925						4,34624				3,84239							
А н т р а ц и т ь																															
X	25	0,062	0,5	0,4268 H—0,01029	0,04957	0,39787	77,276	10,981	9,512	0	2,231	0	100	5,756	—	6,6646	0,9186	0,7957	0	0,1866	0	6,6646	0,7957	0	0,9186	0,002269	0,1960677	0,0051728	0,4386	2,237	
														8,3655						8,1789											
XI	25	0,124	0,8	0,68288 H—0,01646	0,07932	0,6366	73,048	7,309	11,783	0,538	0,2266	0,5289	100	5,8915	0,269	7,5485	0,7563	1,2176	0,0555	0,2266	0,5289	7,5485	1,2176	0,02775	0,7563	0,002653	0,5304714	0,007008	0,37857	0,7137	
														6,1605						10,3334				9,55015							
XII	25	0,186	0,8	0,68288 H—0,01646	0,07932	0,6366	76,679	12,529	7,392	0,068	0,495	0,837	100	3,696	0,034	13,087	2,1383	1,2616	0,0116	0,0845	0,4842	13,087	1,2616	0,0058	2,1383	0,604581	1,0345725	0,009112	0,3027	0,4859	
														3,730						17,0672				16,4927							

0,7957	CO ² =		0,7957	O
0,1866	HO =			
8,3655			8,1789	

почему объемъ воздуха въ секунду

$$\frac{8,1789}{3600} = 0,00227 \text{ метр.}^3$$

Слою горючаго соотвѣтствуетъ поверхность соприкосно-
 нія 0,1960677 кв. метровъ; площадь промежутковъ между
 кусками антрацита, въ среднемъ сѣчснн горна, 0,0051728
 кв. метра, откуда скорость воздуха между кусочками
 = 0,4386 метровъ и какъ

$$0,1960677 \text{ метр.}^2 : 1 \text{ метр.}^2 = 0,4386 : x$$

и слѣд. скорость на 1 кв. метръ поверхности будетъ
 $x = 2,237$.

Поставимъ теперь конечные результаты для скорости
 воздуха, на 1 кв. метръ поверхности соприкосновенія, въ
 нисходящемъ пор. кѣ и означимъ ее чрезъ V, чрезъ G—
 горючіе газы и чрезъ L—избытокъ воздуха, то имѣемъ:

I.	IV.	VII.	II.	V.	VIII.	III.	VI.	IX.
V = 4,865	2,952	1,916	1,302	0,767	0,328	0,396	0,235	0,094
L = 61,0	45,7	43,9	35,2	24,9	2,9	0	5,1	2,2 на 100
G = 0	0	0	0	0	CO 1,431	0	CO 0,518	CO 23,186.
					H 2,863		H 0,184	

Изъ сравненія этого конечно нельзя сдѣлать совершенно
 точныхъ выводовъ, чего впрочемъ и не ожидалось, тѣмъ
 не менѣе опредѣленіе поверхности соприкосновенія при-
 водить къ слѣдующимъ заключеніямъ:

1) Что совершенство горѣнія зависитъ отъ отношенія
 поверхности соприкосновенія къ скорости притекающаго
 воздуха;

2) Что при скорости 0,39 метра на 1 кв.метръ поверхности соприкосновенія, горѣніе должно быть полное;

3) Что при дальнѣйшемъ уменьшеніи скорости, съ продуктами горѣнія уносятся горючіе газы;

4) Что при скорости 0,094 метра, почти весь углеродъ обращается въ окись углерода.

При опредѣленіи поверхностей соприкосновенія, принималась въ расчетъ собственно поверхность кусковъ, но она въ дѣйствительности болѣе вслѣдствіе пористости кокса. Эта пористость еще болѣе увеличиваетъ поверхность соприкосновенія для древеснаго угля, чего вслѣдствіе плотности незамѣчается въ каменномъ углѣ и антрацитѣ. Отсюда слѣдуетъ, что каждый горючій матеріалъ слѣдуетъ своимъ законамъ и требуетъ особенныхъ опытовъ и вычисленій.

Для большаго уясненія вліянія поверхности соприкосновенія сдѣланы были еще 3 опредѣленія съ антрацитомъ, давшими

X.	XI.	XII.
V = 2,237	0,7137	0,4859
L = 52,4	34,9	59,7 на 100
G = 0	CO 0,538	CO 0,0116
	II 5,119	II 0,4842

Послѣднее изъ этихъ опредѣленій не можетъ служить для сравненія, потому что по прошествіи шестичасоваго огня, при значительной толщинѣ слоя горючаго, горнъ содержалъ сравнительно болѣе шлаковъ чѣмъ угля.

Опредѣленія же X и XI могутъ быть сравнены съ

VII	и V.
V = 1,916	0,767
L = 43,9	24,9
G = 0	0

Этотъ результатъ доказываетъ, что антрацитъ дѣйстви-тельно предоставляетъ, вслѣдствіе болѣеи плотности, меньшую плоскость соприкосновенія для дѣйствія возду-ха нежели коксъ, потому что первый, при одинаковой почти скорости воздуха, даетъ въ продуктахъ горѣнія бо-лѣе значительный избытокъ воздуха. Дальнѣйшія изслѣдо-ванія другимъ путемъ, представляющимъ наибольшую точ-ность, указали, что температура, при которой происходитъ горѣніе, вліяетъ несравненно болѣе, нежели поверхность соприкосновенія, а потому перейдемъ къ описанію этого ряда опредѣленій и выводовъ изъ нихъ проистекающихъ.

Вліяніе температуры на процессъ горѣнія.

Для дальнѣйшихъ опредѣленій вліянія поверхности со-прикосновенія на различные горючіе матеріалы, распили-вались куски еловаго, буковаго и дубоваго деревьевъ въ правильные маленькіе кубики въ 5 миллиметровъ стороною, которые, будучи смѣшаны съ порошкомъ желѣзнаго шпа-та и имъ покрыты, обугливались въ раскаленномъ тиглѣ; равнымъ образомъ приготавливались, изъ порошка каменна-го угля съ небольшимъ количествомъ камеди,—для образо-ваніе лишкой массы,—шарики въ 5 миллиметровъ діамет-ромъ, которые подобно древеснымъ кубикамъ также под-вергались прокаливанію.

Полученные такимъ образомъ правильные древесноуголь-ные кубики и коксовые шарики, будучи точно измѣрены по объему, клались въ фарфоровую трубку діаметромъ въ 22 миллиметра. Трубка эта закладывалась въ печь такъ, чтобъ середина ея подвергалась полному дѣйствію огня. Одинъ конецъ трубки оставался открытымъ, другой же былъ закрытъ пробкой, сквозь которую проходила стеклян-ная трубочка, соединяющая посредствомъ каучуковой — фарфоровую трубку съ аспираторомъ.

Не касаясь описанія прибора, посредствомъ котораго соби­рался газъ и производился анализъ его, перейдемъ къ даннымъ разложенія продуктовъ горѣнія.

Анализомъ найдено

CO ² = грам.	0,7935 =	литр.	0,40348	содерж.	литр.	0,40348	O	
CO = »	0,1340 =	»	0,10707	»	»	0,053535	O	
							литр.	0,457015

а потому имѣемъ:

$$20,96 \text{ кислор.} : 79,04 \text{ N} = 0,457015 \text{ O} : x \text{ N}$$

$$x \text{ N} = 1,7234 \text{ литр. N}$$

Откуда процентное отношеніе будетъ

$$\text{литровъ } 0,40348 \text{ CO}^2 = 18,061$$

$$0,10707 \text{ CO} = 4,793$$

$$1,72340 \text{ N} = 77,146$$

$$100,00$$

Для полученія результатовъ возможныхъ для сравненія, было сдѣлано довольно много подобныхъ опредѣленій и анализовъ, такъ что въ концѣ нельзя было не замѣтить, что температура, при которой находились кусочки въ трубкѣ, имѣетъ большее вліяніе на процессъ горѣнія, чѣмъ поверхность соприкосновенія.

Для опредѣленія температуры, въ муфельную трубку помѣщался термоэлектрическій элементъ пирометра вмѣстѣ съ фарфоровой трубкой, заключавшей въ себѣ кубики.

Полученные этимъ путемъ результаты конечно не имѣютъ той степени точности, какъ было-бы желатель­но, но во всякомъ случаѣ они даютъ весьма близкую величину. Причина этого несовершенства результатовъ заключается въ томъ, что какъ самый уголь содержитъ въ своихъ порахъ воздухъ, такъ и трубка, въ которой онъ сгораетъ, въ началѣ наполнена воздухомъ, отчего естественно образуется

нѣкоторое количество углекислоты, примѣшивающейся къ образующейся окиси углерода.

Небольшой древесный цилиндрикъ, имѣющій 13 куб. сантиметровъ объема, вмѣщаетъ въ себѣ 100 коксовыхъ шариковъ и 92 древесноугольныхъ кубиковъ, слѣд. на 1 куб. сантиметръ приходится 7,7 коксовыхъ шариковъ и 7,08 древесноугольныхъ кубиковъ.

Поэтому 1 куб. сантиметръ коксовыхъ шариковъ имѣетъ
поверх. соприкос. $7,7 \times 0,7854 = 6^2$ сент.

1 куб. сантиметръ древесно-угольныхъ куб. $7,08 \times 1,5 = 10,6^2$ сент.

Фарфоровая трубка имѣетъ сѣченіе = $3,801^2$ сент.

Откуда легко опредѣляется поверхность соприкосновенія кубиковъ или шариковъ, заключающихся въ фарфоровой трубкѣ.

Если поверхность соприкосновенія разделить на количество воздуха, проходящее въ секунду, то частное дастъ поверхность соприкосновенія въ квадрат. сантиметрахъ на 1 куб. сантиметръ воздуха въ секунду, которое мы означимъ чрезъ СФ.

Слѣдующая таблица дастъ рядъ сдѣланныхъ опытовъ и вычисленій.

0,111	0,172	0,70	0,1	0,15	0,172
0,211	0,142	0,38	0,0	0,38	0,211
0,311	0,182	0,50	0,0	0,50	0,311
0,411	0,142	0,60	0,0	0,60	0,411
0,511	0,142	0,70	0,0	0,70	0,511
0,611	0,142	0,80	0,0	0,80	0,611
0,711	0,142	0,90	0,0	0,90	0,711
0,811	0,142	1,00	0,0	1,00	0,811
0,911	0,142	1,10	0,0	1,10	0,911
1,011	0,142	1,20	0,0	1,20	1,011

№	Анализъ продуктовъ.				Температура.
	CO	CO ²	N	CF	
I	29,76	2,99	67,25	439,8	Боксов. шарик. 871° холод. воз.
II	31,42	1,39	66,19	793,0	1000» » »
III	31,54	1,92	66,54	302,4	991» » »
IV	32,21	2,17	65,62	338,7	987» » »
V	32,83	1,09	66,08	1412,7	900» » »
VI	34,08	0,38	65,64	413,3	? оч. выс. хол. возд. буковый уголь
VII	32,54	1,69	65,77	349,9	? холодн. возд. дубовый уголь
VIII	10,75	14,49	74,76	1420,7	500° хол. возд.
IX	9,16	15,46	75,38	287,4	? » »
X	18,06	10,07	71,87	362,6	? » »
XI	33,27	0,87	65,88	524,8	? нагр. »
XII	26,90	4,72	68,38	344,6	? » »
XIII	31,59	1,89	66,52	390,7	? » »
XIV	23,38	6,85	69,77	478,1	еловый уголь 932° гор. возд.
XV	24,02	6,55	69,43	269,8	930» » »
XVI	24,12	6,40	69,48	390,9	933» » »
XVII	28,09	4,00	67,91	234,9	948» » »
XVIII	31,07	2,20	66,73	370,9	951» » »
XIX	31,69	1,83	66,48	371,1	969» » »
XX	31,89	1,71	66,40	496,7	983» » »
XXI	32,29	1,46	66,25	271,9	1110» » »
XXII	33,49	0,74	65,77	244,0	1126» » »
XXIII	33,92	0,48	65,60	580,3	956» » »
XXIV	33,93	0,47	65,60	341,9	958» » »
XXV	34,64	—	65,36	694,9	1111» » »

Опредѣленіе II, V, XI, XXIII и XXV представляютъ случаи, при которыхъ плоскости соприкосновенія были болѣе противу тѣхъ, коимъ соотвѣтствуетъ maximum окиси углерода въ продуктахъ, потому что меньшая поверхность соприкосновенія, при тѣхъ же температурахъ, даетъ столько же окиси углерода.

Опредѣленіе VIII показываетъ, что при температурѣ ниже 500°, поверхность соприкосновенія должна быть очень велика для обращенія $\frac{1}{3}$ ч. углерода въ газъ окиси углерода.

При опредѣленіи IX температура не замѣчена, тѣмъ не менѣе она должна быть очень высока, потому что при 287,4 квадр. сантиметрахъ поверхности соприкосновенія даетъ тѣже результаты, какъ и опредѣленіе VIII.

Среднее изъ опредѣленій

III и IV даетъ 31,38% CO 320,5 CF и 989°

XVIII и XIX » 31,38% 371,0 CF и 960°

и показываютъ, что коксъ и словый уголь не могутъ быть сопоставляемы, такъ какъ для перваго горячаго температура выше, а поверхность соприкосновенія менѣе чѣмъ для послѣдняго, хотя мы видимъ что для обоихъ поверхности соприкосновенія и температуры почти тѣже.

Главная же цѣль описанныхъ опредѣленій заключается въ отысканіи объема, который долженъ занимать горючій матеріалъ въ доменной печи до той границы или черты, гдѣ вся первоначально развитая углекислота возстановляется въ окись углерода.

Поставимъ вмѣстѣ опредѣленія.

XXIV 33,93% CO 341,9 CF и T = 958°

XXI 32,29% CO 271,9 1,110°

XXII 33,49% 244,0 1,126°

то изъ нихъ очевидно, что

$$(1,110 - 958) = 152^\circ = (341,9 - 271,9) = 70 \text{ CF}$$

$\frac{152}{70} = 2,17^{\circ}$, т. е. что одному квадрат. сантиметру соотвѣтствуетъ коэффициентъ $2,17^{\circ}$.

Точно также

$$(1,126 - 1,110) = 16^{\circ} = (271,9 - 244) = 27,9 \text{ СГ}$$

$$\text{и } \frac{16}{27,9} = \text{коэффициенту } 0,57^{\circ}.$$

Отсюда вытекаетъ слѣдующее: что поверхность соприкосновенія уменьшается не въ обратномъ отношеніи съ повышеніемъ температуры, а что уменьшеніе это становится все незначительнѣе по мѣрѣ того, какъ температура повышается и почти оно слѣдуетъ въ геометрической прогрессіи. Но какъ рядъ опытовъ недостаточенъ для вывода этой прогрессіи, то Шинцъ прибѣгнулъ къ другому средству.

Взять былъ тигель, вмѣстимостью въ одинъ литръ, имѣвшій на днѣ малое отверстіе, и поставленъ въ другой большой тигель такимъ образомъ, чтобъ оставался между ними промежутокъ толщиною въ 6 сантиметровъ. Промежутокъ этотъ заполнялся пескомъ.

Большой тигель на извѣстной высотѣ былъ просверленъ, такъ что чрезъ отверстія большого и малаго тиглей проведено было сопло для вдуванія воздуха изъ большого газоваго колокола. Весь аппаратъ нагрѣвался лишь отъ исходящаго въ маломъ горѣніи, но не смотря на это наружныя стѣны большого тигля были весьма горячіе. Во время анализированія продуктовъ горѣніи, тигель постоянно наполнялся маленькими кусками кокса до верхняго своего ребра. Анализъ далъ: — при вдуваніи одного кубическаго сантиметра воздуха на $10,47$ квадрат. сантиметровъ поверхности соприкосновенія — отъ $7 - 12\%$ CO_2 на $21 - 13\%$ CO . Но когда къ тиглю была еще добавлена часть въ видѣ конической насадки съ горючимъ, то одному объему воздуха соотвѣтствовало уже $13,00$ единицъ поверхностей

соприкосновенія, и при этомъ продукты уже не содержали углекислоты, а лишь окись углерода.

Къ сожалѣнію при этомъ опытѣ температура не была опредѣлена, тѣмъ не менѣе она была достаточно высока, потому что коксовая зола совершенно спеклась и начинала сплавляться въ жидкую массу. Основываясь на этомъ можно принять, что температура была по меньшей мѣрѣ 1,200°.

Сравнивая настоящія цифры съ данными опредѣленія XXII, получимъ коэффициентъ для разностей.

$$(224 - 13) = 131 \text{ и } (1,200 - 1,126) = 74$$

$$\text{т. е. } \frac{74}{231} = 0,3246.$$

и еслибы мы захотѣли этимъ путемъ опредѣлить поверхность соприкосновенія, необходимую въ доменной печи, то должны согласиться, что уже при 1,239° температуры, необходимая поверхность соприкосновенія была бы равна нулю.

Отсюда слѣдуетъ, что если температура весьма высока, то возстановленіе CO и образованіе оной требуетъ безконечно малой поверхности соприкосновенія.

При всѣхъ опредѣленіяхъ поверхностей соприкосновенія, величина ихъ содержитъ въ себѣ извѣстную часть собственно для образованія углекислоты и часть для возстановленія ея въ окись углерода. Чтобы изслѣдовать, какая же поверхность соприкосновенія должна приниматься въ расчетъ собственно для образованія углекислоты, для этого кубики изъ еловаго угля сожигались не воздухомъ, а вмѣсто его вдвувалась углекислота, причемъ получилось:

806 кв. сен	поверх.	98,11%	CO	1,89%	CO ²	1785,3	CF	и	975°
806	»	»	»	91,38%	8,62%	1054,7			1020°

Но какъ одинъ объемъ углекислоты содержитъ одинъ объемъ кислорода и половину объема углерода, и какъ воздухъ состоитъ изъ 0,21 объема кислорода и 0,79 об. азота, поэтому поверхность соприкосновенія = 806 кв. сен., умноженная на 0,21, и произведение это раздѣленное на количество притекающей углекислоты въ секунду—дастъ результатъ возможный для сравненія съ тѣми, которые мы имѣли для воздуха.

Поэтому поверхность соприкосновенія CF будетъ 384,4 при $T = 975^\circ$ и такимъ образомъ CF имѣетъ почти равную величину найденнымъ при опытахъ IV и XIX, гдѣ имѣется:

338,7 CF и $987^\circ T$

371,1 969°

Среднее изъ этихъ двухъ опредѣленій будетъ:

354,9 CF и $978 T$,

поэтому выходитъ, что образованію углекислоты соответствуетъ $384,4 - 354,9 = 29,5$, что составляетъ $\frac{1}{13}$ часть всей поверхности соприкосновенія. Такимъ образомъ, съ большою вѣроятностью можно принять, что въ доменной печи на 1 куб. метръ или на одинъ объемъ воздуха въ секунду требуется 1 кв. метръ или единица поверхности соприкосновенія для образованія углекислоты и 12 кв. метровъ—для возстановленія ея.

Свойства воздуха.

Кубическій метръ атмосфернаго воздуха содержитъ, если онъ при 0° насыщенъ водянымъ паромъ 0,0052 кил. пара

5°	»	»	»	0,0072	»	»
10°	»	»	»	0,0095	»	»
15°	»	»	»	0,01283	»	»
20°	»	»	»	0,01678	»	»

25°	»	»	»	0,02201	»	»
30°	»	»	»	0,02851	»	»
35°	»	»	»	0,03700	»	»

Воздухъ, кромѣ того, насыщается парами при очень влажной погодѣ и обыкновенно въ холодное зимнее время содержитъ только 0,00556 кил., а въ жаркое лѣто 0,01222 кил. пара въ одномъ кубическомъ метрѣ.

Если же воздухоулавливающая машина помѣщается въ одномъ отдѣленіи съ паровою, что всегда бываетъ если послѣдняя горизонтальной системы, то температура въ этомъ помѣщеніи легко достигнетъ 35° и воздухъ, вслѣдствіе отдѣляющихся паровъ, насыщается ими до того, что 1 куб. метръ воздуха содержитъ 0,037 кил. пара. Обстоятельство это, какъ увидимъ ниже, приноситъ ходу доменной печи замѣтный вредъ.

Допустимъ, что въ часъ доменная печь расходуетъ 1000 кил. кокса съ содержаніемъ 75% углерода, въ секунду слѣд. можетъ сгорать $\frac{750}{3600} = 0,208333 \dots$ кил. углерода.

Это количество углерода, для обращенія въ окись углерода, требуетъ = 0,27777 кил. кислорода = 0,96112 кил. атмосфернаго воздуха = 0,70682 куб. метра и какъ 1 куб. метръ, въ данномъ случаѣ, содержитъ 0,037 кил. водяного пара, то 0,70682 куб. метра воздуха содержатъ 0,02615 кил. пара (= 0,0029055 кил. водорода). Для присоединенія этого водорода къ окиси углерода, поглотится $0,0029055 \times 34,000 = 98,789$ единицъ теплорода, тогда какъ $0,208333 \times 2,400 = 499,99$ единицъ.

Такимъ образомъ въ настоящемъ случаѣ послѣдуетъ потеря теплорода до $\frac{1}{5}$ ч. произведеннаго и вмѣсто

$$\text{кил. } \begin{matrix} 0,486111 \text{ CO} \\ 0,68335 \text{ N} \end{matrix} \left\{ \begin{array}{l} \text{относ. теплор. коихъ} \\ \end{array} \right. \left\{ \begin{matrix} 0,120511 \\ 0,166740 \end{matrix} \right\} 0,287250$$

мы имѣеть:

$$\text{кил. } \begin{matrix} 0,486111 \text{ CO} \\ 0,00290 \text{ H} \\ 0,60335 \text{ O} \end{matrix} \left\{ \begin{array}{l} \text{коихъ относ. теплор.} \\ \end{array} \right. \left\{ \begin{matrix} 0,120510 \\ 0,009892 \\ 0,148060 \end{matrix} \right\} 0,278462$$

Поэтому температура горѣнія при сухомъ воздухѣ

$$\frac{499,99}{0,28725} = 1740^{\circ}$$

При влажномъ же воздухѣ только

$$\frac{401,20}{0,278462} = 1441^{\circ}$$

Настоящій примѣръ наглядно указываетъ, какое вліяніе оказываетъ влажность на пониженіе температуры; во всякомъ случаѣ съ измѣненіемъ влажности воздуха происходитъ переменна въ развиваемомъ теплородѣ, что влечетъ за собою измѣненія хода доменной печи. Этимъ объясняется установившееся выраженіе заводчиковъ: «что зимою уголь несетъ болѣе сыпи, нежели лѣтомъ».

Возвышенія температуры вслѣдствіе давленія воздуха.

Температура продуктовъ горѣнія зависитъ, какъ мы видѣли, отъ объема ихъ, въ которомъ распредѣляется развивающійся теплородъ; поэтому если эти продукты будутъ сжаты или заключены въ меньшемъ объемѣ, то температура горѣнія возвышается.

Означимъ чрезъ W отдѣляемое количество единицъ теплорода, чрезъ w —относительный теплородъ продуктовъ, чрезъ B —высоту стоянія ртути въ барометрѣ и чрезъ p —высоту ртути въ манометрѣ, то искомая температура

$$T'' = \frac{W}{w} \left(1 + \frac{p}{B} \right)$$

Если мы имѣемъ, что $W = 8000$, $w = 2,8571$, $p = 0,03$, $B = 0,76$, то будетъ

$$T'' = \frac{8000}{2,8571} \left(1 + \frac{0,3}{0,76}\right) = 2910^{\circ} \text{ C}$$

Но если манометръ показываетъ 0,09 и 0,18, то имѣемъ

$$T'' = \frac{8000}{2,8571} \left(1 + \frac{0,09}{0,76}\right) = 3131^{\circ} \text{ C}$$

$$T'' = \frac{8000}{2,8571} \left(1 + \frac{0,18}{0,76}\right) = 3463^{\circ} \text{ C}.$$

Разумѣется, что подобное сжатіе газовъ или уменьшеніе ихъ объемовъ не развиваетъ теплорода; это повышеніе температуры есть только мѣстное, воспринимаемое окружающею массою и въ ней уменьшающееся. Упругость газовъ способствуетъ восхожденію ихъ по шахтѣ доменной печи, но при устьѣ колошника упругость эта будетъ равна нулю.

Дѣйствіе подобнаго повышенія температуры преимущественно оказывается въ горнѣ доменной печи, гдѣ оно ускоряетъ горѣніе углерода и потому способствуетъ болѣе быстрому сходу колошъ и увеличенію выплавки.

Это повышеніе температуры въ горнѣ имѣетъ прямымъ слѣдствіемъ возстановленіе рудныхъ окисловъ посредствомъ твердаго углерода и потому благоприятствуетъ,—какъ и всякое повышеніе температуры въ нижней части печи,—возстановленію земель, кремневой кислоты, фосфора и т. п., которыя въ возстановленномъ состояніи могутъ перейти въ составъ желѣза.

Однако, въ большей части случаевъ, значительная степень давленія вдуваемаго воздуха вовсе произвольна, потому что она обуславливается сопротивленіемъ, сказываемымъ плавильнымъ столбомъ движенію газовъ. На этомъ основаніи, если хотятъ чтобъ печь дѣйствовала съ болѣе

слабымъ давленіемъ воздуха, то этого достигнуть возможно не иначе, какъ уменьшеніемъ сопротивленія плавильнаго столба.

Рядомъ съ сказанною невыгодою, значительное давленіе воздуха можетъ породить еще два неблагоприятныхъ обстоятельства, которыя впрочемъ къ счастью что существуютъ, потому что нѣкоторые заводчики, при отсутствіи этихъ обстоятельствъ, вели бы плавку съ постепенно возрастающимъ давленіемъ воздуха съ цѣлью увеличенія схода колошъ, а слѣд. и выплавки, не обращая вниманія на ухудшеніе качествъ получаемого продукта.

Одно изъ обстоятельствъ, какъ слѣдствіе большой упругости воздуха, состоитъ въ томъ, что газы, имѣющіе назначеніемъ возстановлять заключающуюся въ шахтѣ руду, неравномѣрно наполняютъ собою промежутки между кусками шихты, а образуютъ большіе каналы, поднимаясь по которымъ, они не проникаютъ близъ лежащаго матеріала шихты. Послѣдній т. е. невозстановленный матеріалъ, опускаясь въ поясъ плавленія чугуна и шлаковъ, не встрѣчаетъ уже тамъ своего возстановляющаго средства и такимъ образомъ въ большемъ или меньшемъ количествѣ проваливается внизъ. Если количество упдающей невозстановленной руды невелико, то она плавится въ горнѣ и обусловливаетъ своимъ возстановленіемъ сырой ходъ плавки; но если возстановленіе подобныхъ кусковъ въ горнѣ будетъ въ большей степени, чѣмъ допускаетъ температура горна, то вслѣдствіе значительнаго поглощенія теплорода и несвоевременнаго исправленія хода плавки, печь окончательно приходитъ въ разстройство и перестаетъ дѣйствовать.

Другая невыгода не въ мѣру сильнаго давленія воздуха, хотя не такъ часто случающаяся, состоитъ въ томъ, что чугунъ самъ начинаетъ горѣть, отчего естественно повышается температура по всей шахтѣ доменной печи, такъ

какъ 1 часть по вѣсу желѣза отдѣляетъ при своемъ горѣнїи 1276 единицъ теплорода. Если подобные случаи часто повторяются, то они причиняютъ не меньшую помѣху плавкѣ и легко можно видѣть, что этотъ второй случай переходитъ изъ одной крайности въ другую.

Возвышеніе температуры отъ подогрѣва горючаго матеріала.

Въ доменной печи горячіе газы, поднимаясь снизу вверхъ, встрѣчаютъ опускающуюся шихту, вслѣдствіе чего она, по мѣрѣ пониженія, прїобрѣтаетъ все большую температуру. Обстоятельство это служитъ причиной, что температура, развиваемая процессомъ горѣнїя, значительно повышается.

Означимъ чрезъ T первоначальную температуру; чрезъ S —относительный теплородъ горючаго при этой температурѣ, чрезъ W относительный теплородъ продуктовъ горѣнїя, то искомая температура

$$T' = T \cdot \frac{1}{1 - \frac{S}{W}}$$

Возьмемъ для примѣра температуру 2713° , соответствующую 1 кил. кокса съ содержаніемъ 75% углерода, то какъ относительный теплородъ кокса при этой температурѣ (видно ниже изъ отдѣла: относ. теплородъ матеріаловъ, обрабатываемыхъ въ доменной печи) = 0,66082 и величина для $W = 2,21185$, поэтому

$$T' = 2713 \cdot \frac{1}{1 - \frac{0,66082}{2,21185}} = 3869^{\circ} \text{C.}$$

Если же горючимъ будетъ древесный уголь съ содержаніемъ 90% углерода, то $S = 0,309007$ и $W = 2,654226$, то

$$T' = 2713 \frac{1}{1 - \frac{1,309007}{2,6542}} = 3070^{\circ} \text{ C.}$$

Чтобъ найти число единицъ теплорода, заключающихся въ газахъ при этихъ сожиганіяхъ, надо количество сожигаемаго въ секунду матеріала умножить на W и на температуру. Предполагая, что въ обоихъ случаяхъ сожигается въ секунду 1 килограмъ имѣемъ:

$$W. 3869 = 8557 \text{ ед. тепл. и } W. 3070 = 8150 \text{ ед. тепл.}$$

Слѣдовательно чрезъ подогрѣвъ прибавилось
2557 ед. тепл. и 949 ед. тепл.

Количество и напряженность теплорода.

Одинъ килограмъ углерода требуетъ для сожиганія въ углекислоту

$$6 : 1 = 16 : x \quad 2,666 \dots \text{ кил. O} = \frac{2,666}{1,43028} = 1,8644$$

куб. метровъ кислорода, съ которымъ обыкновенно поступаетъ

$$20,96 : 1,8644 = 79,04 : x = 7,0309 \text{ куб. метр.} = 8,8347$$

килограмовъ азота, переходящаго въ продукты горѣнія.

Килограмъ углерода, сгорая въ углекислоту, отдѣляетъ 8000 единицъ теплорода и число это наз. калорическимъ эквивалентомъ.

Продукты горѣнія состоятъ изъ

$$1 \text{ C} + 2,666 \dots \text{ O} = \text{килогр. } 3,666 \dots \text{ CO}_2 \text{ и килогр. } 8,8347 \text{ N.}$$

Относительный теплородъ этихъ продуктовъ

$$\left. \begin{array}{l} \text{CO}_2 \quad 3,666 \cdot 0,2164 = 0,79344 \\ \text{N} \quad 8,8347 \cdot 0,2440 = 2,15570 \end{array} \right\} 2,94914$$

Раздѣляя произведенное горѣніемъ число единицъ теплорода на относительный теплородъ, получимъ соответству-

ющую сожиганно температуру $= \frac{8000}{2,94914} = 27127^{\circ} \text{C}$.

Эта послѣдняя и выражаетъ степень напряженности горѣнія.

Положимъ, что 1 кил. углерода будетъ сожигаться не воздухомъ, а чистымъ кислородомъ, то количество развиваемаго теплорода остается тоже, между тѣмъ какъ напряженность горѣнія будетъ несравненно выше, потому что за отсутствіемъ азота объемъ продуктовъ горѣнія уменьшится, а именно эта напряженность должна быть:

$\frac{8000}{0,79344} = 10082,8^{\circ} \text{C}$ или почти будетъ вчетверо болѣе.

Обыкновенно дрова содержатъ 50% свободной воды, и съ небольшимъ количествомъ водорода — почти 50% углерода. Возьмемъ для полученія тогоже количества теплорода, какъ отъ 1 кил. углерода, 2 килограма этихъ дровъ. При сожиганіи ихъ въ воздухѣ продукты горѣнія будутъ состоять:

кил. 3,6666	CO ²	отн. тепл. коихъ	=	0,79344	} 3,42414	
8,8347	N	»	»	=		2,15370
1,0000	HO	»	»	=		0,47500

Слѣд. напряженность горѣнія $= \frac{8000}{3,42414} = 2336,4^{\circ} \text{C}$.

которая, влѣдствіе поглощенія скрытаго теплорода воды = 536,67, должна уменьшиться на

$$\frac{8000 - 536,67}{3,42414} = 2179^{\circ} \text{C}.$$

Принимая въ соображеніе, что употребленіе для горѣнія чистаго кислорода въ области металлургіи и промышленности не можетъ быть выгоднымъ, а между тѣмъ возвышеніе напряженности горѣнія во многихъ случаяхъ весьма желательно, Шинцъ предлагаетъ способъ сожиганія, которымъ достигается подобное повышеніе. Онъ заключается въ возможномъ выдѣленіи азота изъ продуктовъ

горѣнія слѣдующимъ путемъ: чистая окись углерода сожигается съ воздухомъ и полученные продукты проводятся къ твердому углероду, гдѣ они вновь образуютъ окись углерода, которая въ свою очередь сожигается воздухомъ.

0,5 кил. углерода соотвѣтствуетъ кил. 1,1666 CO
 для сожиганія которой необходимо кил. 0,6666 O
 доставляемаго воздухомъ вмѣстѣ съ . 1,9566 N
 окись углерода образуетъ 1,8333 CO²
 которая чрезъ принятіе 0,5 C даетъ . 2,3333 CO
 для сожиганія послѣдней необходимо. 1,3333 O
 поступающаго съ , . . . , 3,9133 N

Полученный такимъ образомъ продуктъ горѣнія содержитъ:

кил. 3,6666 CO² }
 6,6261 N } коихъ относит.

тепл. { 3,6666 × 0,2164 = 0,79344 }
 { 6,6261 × 0,2440 = 1,61680 } 2,41044

Если первоначально сожигаемые 1,1666 окиси углерода поступаютъ холодными, какъ это и можетъ быть при многихъ производствахъ, то производимое горѣніемъ окиси количество теплорода будетъ только то, которое соотвѣтствуетъ горѣнію окиси углерода въ послѣдній періодъ т. е. кил. 2,333 × 2400 = 5599,9 един. теплорода, потому что теплородъ, развиваемый въ первый періодъ горѣнія окиси углерода, т. е. 1,1666 килогр. дѣя, будетъ поглощаться при возстановленіи углекислоты въ окись углерода.

Раздѣляя число развитыхъ единицъ теплорода на относительный теплородъ продуктовъ горѣнія получимъ, температуру только

$$\frac{5599,9}{2,41044} = 2323^{\circ} \text{ C. и}$$

такимъ образомъ меньшую, чѣмъ при непосредственномъ сожиганіи, гдѣ T = 2712° C. Если же поступающіе 1,1666 кил. CO и необходимый для ея сожиганія воздухъ

=килогр. 0,666 O + 2,2087 N = 2,8753 будутъ нагрѣты до 500°, что весьма возможно, то присоединится число единицъ теплорода:

$$1,1666 \times 0,2479 \times 500 = 144,6 \text{ ед. тепл.}$$

$$2,8753 \times 0,2377 \times 500 = 341,7 \text{ » } \text{ »}$$

$$486,3 \text{ » } \text{ »}$$

Нагрѣвъ воздуха до 500°, необходимаго для сожиганія окиси углерода во второй періодъ, дастъ еще (4,4174 + 1,333) 0,2377 × 500 = 683,5 ед. тепл. или вообще отъ подогрѣва прибавится 1169,8 ед. теплорода, а потому и напряженность будетъ:

$$\frac{5599,9 + 1169,8}{2,41024} = 2808^{\circ} \text{ C.}$$

И такъ увеличеніе напряженности въ этомъ случаѣ достигаетъ 96°. При этомъ можетъ быть заданъ вопросъ: какое же вліяніе можетъ оказать подобное повышеніе напряженности на ходъ какой либо операціи? На это слѣдуетъ отвѣтить, что есть случаи, какъ напр. плавленіе стали, для которыхъ возвышеніе температуры на 96° составляетъ уже большое значеніе, тѣмъ болѣе что въ расчетъ должно принимать не только повышеніе температуры, но также и то обстоятельство, что объемы продуктовъ горѣнія, при соответствующихъ имъ температурахъ, измѣняются въ отношеніи 97,3 : 80,6 и что слѣдовательно при одинаковыхъ условіяхъ т. е. при равномъ потребленіи силы, въ послѣднемъ случаѣ продуктамъ горѣнія можно дать на $\frac{1}{3}$ ббольшую скорость, что весьма важно.

Выводъ этотъ между прочимъ имѣетъ большое значеніе для доменной печи, когда отношеніе между азотомъ и окисью углерода особенно вліяетъ на процессъ возстановленія.

Объемы потребляемыхъ въ доменной печи матеріаловъ.

Что единица объема, составленная изъ приблизительно равныхъ кусковъ большей или меньшей величины однороднаго вещества, имѣеть всегда одинъ и тотъ же вѣсъ—это фактъ.

Впрочемъ онъ можетъ быть поясненъ. Положимъ, что имѣется цѣльный кусокъ, равный по объему одному куб. метру, и пусть 1 куб. метръ заполнится шариками, то число шаровъ $n^3 = \left(\frac{1}{d}\right)^3$, гдѣ 1—сторона куба, равная въ настоящемъ случаѣ 1 метру, а d—діаметръ шара. Такимъ образомъ если діаметръ шара равенъ 0,03 метра, то число шаровъ вмѣщающихся въ 1 кубич. метръ найдется

$$= \left(\frac{1}{0,03}\right)^3 = 37037.$$

Объемъ каждаго шара $= d^3 \frac{\pi}{6} = 0,00014137$ куб. метра.

Положимъ, что эти шарики коксовые, и 1 куб. метръ ихъ вѣситъ 400 килогр., то означая этотъ вѣсъ чрезъ G, относительный вѣсъ этого кокса будетъ:

$$\frac{G}{\left(\frac{1}{d}\right)^3 d^3 \frac{\pi}{6}} = \frac{6G}{\pi 1^3} = 763,94$$

т. е. что 1 куб. метръ кокса въ цѣльномъ кускѣ будетъ вѣсить 763,94 килогр.; принимая вѣсъ воды за единицу, относительный вѣсъ этого кокса будетъ 0,76394.

Наоборотъ, если извѣстенъ относительный вѣсъ кокса $= 5$, то вѣсъ

$$G = 1000. S n^3 d^3 \frac{\pi}{6} = 1000 \times$$

$$\times 0,76394. 37037. 0,03^3 \frac{\pi}{6} = 400 \text{ кил.}$$

При діаметрѣ шариковъ въ 0,1 метра, формула эта дастъ

$$1000 \times 0,76394 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \frac{\pi}{6} = 400 \text{ кил.}$$

Изъ этого видно, что совершенно все равно, будетъ ли діаметръ шариковъ имѣть большую или мѣньшую величину, — объемъ 1 куб. метра непремѣнно вѣситъ 400 килогр., если только относительный вѣсъ вещества неизмѣняется.

Этимъ путемъ въ слѣдующей таблицѣ опредѣленъ вѣсъ 1 куб. метра различныхъ матеріаловъ, съ помощью цифръ которой вычисляется объемъ шихты.

	Относ. вѣсъ.	Вѣсъ 1 куб. метра.
Коксъ	0,75869	кил. 400
Каменный уголь	1,226 — 1,362	642— 713
Антрацитъ	1,270 — 1,919	665—1005
Еловый уголь	0,38197—0,40117	200— 210
Дубовый и буковый уголь	0,45836—0,47746	240— 250
Березовый уголь	0,42017—0,43927	220— 230
Магнитный желѣзнякъ	5,3 — 6,0	2775—3142
Желѣзный блескъ	5,0 — 5,3	2618—2775
Красный желѣзнякъ	4,7 — 5,3	2461—2775
Бурый желѣзнякъ	3,94 — 4,02	2063—2105
Шпатоватый желѣзнякъ	3,6 — 3,9	1885—2042
Известнякъ	2,252 — 2,837	1179—1485
Жженаая известь	2,075	1086

Относительный теплородъ употребляемыхъ въ доменной печи матеріаловъ.

Относительный теплородъ матеріаловъ, перерабатываемыхъ въ доменной печи, опредѣляли при помощи термоэлектрическаго пирометра, такъ какъ хотя извѣстно, что относ. теплородъ твердыхъ тѣлъ повышается вмѣстѣ съ температурой, но повышение это опредѣлено было для

весьма небольшого числа тѣлъ и притомъ при температурѣ, не превышающей точку кипѣнія ртути, = 358,5°.

Очевидно, что если пожелаемъ дать себѣ отчетъ: что происходитъ въ доменной печи вслѣдствіи развивающагося въ ней теплорода, то для этого необходимо знать относительный теплородъ матеріаловъ, соответствующій той температурѣ, которая существуетъ въ доменной печи.

При опредѣленіи этого рода, Шинцъ не имѣлъ въ виду получить самыя точныя цифры, такъ какъ вещества, бывшія предметомъ опредѣленій, не простыя тѣла и не постояннаго состава.

Маленькіе куски или порохнокъ испытываемаго вещества клались въ цилиндрикъ, сдѣланный изъ самой тонкой проволоки, причемъ всякій разъ замѣчался вѣсъ ея. Цилиндрикъ этотъ вкладывался въ большую желѣзную трубку, открытую съ одного конца, а эта послѣдняя помѣщалась въ трубчатый муфель, куда вставлялся также термо-электрической элементъ пирометра ¹⁾. Температура въ муфель поддерживалась та, соответственнно которой нужно было опредѣлить относительный теплородъ тѣла. Указанная пирометромъ температура записывалась и затѣмъ сѣтчатый цилиндрикъ съ веществомъ, по вынутіи изъ муфеля, погружался въ воду. Сосудъ съ водой имѣлъ форму цилиндра, на стѣнѣ котораго въ одномъ мѣстѣ сдѣлано углубленіе для помѣщенія термометра. Углубленіе это ограждалось проволокою съ тою цѣлью, чтобъ отъ сильнаго движенія воды и вещества, термометръ не могъ бы повредиться. Сосудъ былъ латунный и посредствомъ закраинъ опускался въ деревянный ящикъ для воспрепятствованія охлажденію снаружп. Термометръ былъ весьма точный съ дѣленіемъ на $\frac{1}{5}$ градуса.

¹⁾ Описаніе подобнаго пирометра можно найти въ этомъ же сочиненіи Шинца стр. 5—9.

Водяной сосудъ вѣситъ 312 граммовъ, и какъ 1 грамъ латуни для повышенія на 1° температуры требуетъ только 0,0939 ед. теплорода, сравнительно съ 1 гр. воды, принимающимъ 1 ед. теплорода, то эквивалентъ этого сосуда, отнесенный къ водѣ будетъ 29,2968 грам.

Эквивалентъ для термометра:

» ртути	0,4393
» стекла	1,7877

Вода всякій разъ была свѣшиваема 1275,000

Слѣд. теплоемкость всего аппарата 1306,5238 грам.

Разность температуръ воды послѣ и до опредѣленія, t , множилась на теплоемкость аппарата, и произведение выражало количество теплорода, доставляемого опредѣляемымъ тѣломъ.

Въ этомъ количествѣ приносимаго теплорода заключается часть его, доставляемая маленькимъ проволочнымъ цилиндромъ, равная произведенію изъ вѣса цилиндра на относительный теплородъ желѣза при температурѣ, имѣвшей въ муфель. Поэтому, за исключеніемъ количества теплорода, принесеннаго цилиндромъ, полученное число единицъ теплорода должно раздѣлить на произведеніе изъ вѣса испытуемаго вещества и температуры, бывшей въ муфель, и тогда частное выразитъ относительный теплородъ этого вещества.

Напр. предварительно прокаленный красный желѣзнякъ далъ $t=4,1^{\circ}$ С., слѣд.

$$1302,5238 \times 4,1 = 5356,65.$$

Изъ этого исключается количество, соотвѣтствующее проволочному цилиндру, вѣсящему 7,4 гр.

$$7,4 \times 0,152 = 1,125,$$

почему имѣемъ 5355,525 единицъ теплорода. Температура

муфеля была 1078°, а потому относительный теплородъ при этой температурѣ

$$= \frac{5355,525}{18,2 \times 1078} = 0,272965$$

гдѣ 18,2 гр.—есть вѣсъ вещества.

Относительный теплородъ этой руды при 100° вычтенъ изъ относит. теплорода ея при высшей температурѣ и изъ полученной такимъ образомъ разности вычислена разность, соотвѣтствующая каждымъ 100°.

Описаннымъ путемъ были найдены слѣдующія величины для относительнаго теплорода разныхъ веществъ:

(См. табл. А).

Въ нижеслѣдующей таблицѣ В показанъ относительный теплородъ нѣкоторыхъ тѣлъ при различныхъ температурахъ, а именно:

- I. Буковаго угля.
- II. Саарбрюкенскаго кокса.
- III. Известняка.
- IV. Жженой извести.
- V. Краснаго желѣзняка.
- VI. Бураго желѣзняка прокаленного, Шмидберге.
- VII. Мелкозернистаго литейнаго чугуна.
- VIII. Зеркальнаго чугуна.
- IX. Шлаковъ Пауанге.

Замѣчательно при этомъ, что относ. теплородъ древеснаго угля при 100° несравненно болѣе от. темп. кокса, тогда какъ при высшихъ температурахъ относительный теплородъ послѣдняго вдвое болѣе противъ отн. темп. древеснаго угля.

(См. табл. В).

Скрытая теплота.

Скрытымъ теплородомъ тѣла наз. то количество единиц теплорода, которое необходимо чтобъ жидкое или

Наименованія веществъ.	Относительный вѣсъ	Въ 1 куб. метрѣ килогр.	Разность для 100°.	Относ. теплотворность при 100.
Буковый уголь	0,4679	245	0,0026	0,24150
Саарбрюкенскій коксъ	1,1194	586	0,019372	0,157139
Известнякъ необожженный	2,52525	1322	0,0710926	0,1666452
— обожженный	2,075	1086	0,0107899	0,2169
Кварцъ (чистый кремнеземъ)	2,5939	1358	0,0123205	0,19132
Металлическое желѣзо	7,8	4082	0,004005	0,11379
Блякбандскій рудникъ въ Мюльгеймѣ				
Углистый желѣзнякъ, обожженный	2,503226	1310	отриц. 0,004249	0,255747
Рудникъ Виттельбахъ въ округѣ Гамбахъ-Зигенъ				
Красный шпатоватый желѣзнякъ				
непрокаленный	3,679487	1926	0,0846247	0,111740
прокаленный	4,413333	2310	0,013703	0,1530064
Округъ Шмидбергъ при Газебахъ-Зигенѣ				
Желѣзный блестящ.	4,6105233	2414	0,0122414	0,072182
Округъ около Гозельбахъ-Индернелдль-Зигенъ въ				
Шпатоватый желѣзнякъ (сталистый камень) сырой.	3,55555	1862	0,045845	0,124778
прокаленный.	4,40	2335	0,008048	0,179547
Рудники Гебборнъ и Густафъ Адольфъ въ горѣ Гладбахъ ок. Кёльна				
Глинистый желѣзнякъ сырой	3,2380952	1695	0,0033083	0,1894139
прокаленный	3,822222	2001	0,0140863	0,1763226
Обыкновенный бурый желѣзнякъ Крэфельсскій				
сырой	2,813333	1473	—	—
прокаленный	3,085714	1615	0,0204975	0,2353656
Рудникъ черный Круксъ				
Магнитный желѣзнякъ	4,2200	2209	0,00712555	0,1667419
Рудникъ Вальдгаузенъ				
Красный желѣзнякъ	3,7750	1976	0,009535	0,171528
Луговая руда изъ Голланди.				
Дерновая руда сырая	2,8555	1495	—	0,2183325
прокаленная	4,360	2283	0,013275	0,1523320
Бурый желѣзнякъ сырой около Leun-Nassau	3,4933	1829	—	0,1832221
прокаленный	3,6600	1916	0,0085665	0,1440624
Округъ Шмидбергъ при Розедахъ-Зигенѣ				
Бурый желѣзнякъ сырой	3,67	1922	—	—
прокаленный	4,64762	2433	0,0084523	0,1522431
Зеркальный чугуунъ	7,462063	3908	0,006349	0,0893755
Мелкозернистый литейный чугуунъ	7,0500	3691	0,0039901	0,0904970
Доменные шлаки	2,38333	1248	0,0100948	0,146936
— —	2,917647	1528	0,0116103	0,1479269
— —	2,777	1454	0,011796	0,142689
— — на Hayange	2,575	1348	0,0125077	0,1469854

Темпера- тура.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
100	0,24150	0,157139	0,166645	0,21690	0,171528	0,152243	—	—	—
150	0,24280	0,166825	0,202191	0,22229	0,126325	0,156469	—	—	—
200	0,24410	0,176511	0,237738	0,22769	0,181123	0,160695	—	—	—
250	0,24539	0,186197	0,273284	0,23308	0,185920	0,164921	—	—	—
300	0,24669	0,195884	0,308830	0,23848	0,190718	0,169147	—	—	—
350	0,24799	0,205571	0,344376	0,24388	0,195515	0,173373	—	—	—
400	0,24929	0,215258	0,379923	0,24927	0,200313	0,177600	—	—	—
450	0,25059	0,224945	0,415469	0,25466	0,205110	0,181826	—	—	—
500	0,25189	0,234632	0,451015	0,26006	0,209908	0,186052	—	—	—
550	0,25319	0,244319	0,486561	0,26545	0,214705	0,190278	—	—	—
600	0,25449	0,253006	0,522108	0,27085	0,219503	0,194504	—	—	—
650	0,25579	0,263693	0,557654	0,27624	0,224300	0,198730	—	—	—
700	0,25709	0,273380	0,593201	0,28164	0,229098	0,202957	—	—	—
750	0,25838	0,283067	0,628747	0,28703	0,233895	0,207183	—	—	—
800	0,25968	0,292753	0,664293	0,29243	0,238693	0,211409	—	—	—
850	0,26098	0,302439	0,669688	0,29782	0,243290	0,215635	—	—	—
900	0,26228	0,312125	0,675083	0,30322	0,247988	0,219861	—	—	—
950	0,26358	0,321811	—	0,30861	0,252635	0,224087	—	0,149619	—
1000	0,26488	0,331497	—	0,31401	0,257283	0,228314	—	0,152865	0,2595547
1050	0,26618	0,341183	—	0,31940	0,261900	0,232540	—	0,156040	0,2658393
1100	0,26748	0,350869	—	0,32480	0,266518	0,236766	0,130488	0,159214	0,2721239
1150	0,26879	0,360555	—	0,33019	0,271195	0,240992	0,132487	0,162289	0,278317
1200	0,27009	0,370241	—	0,33559	0,275873	0,245218	0,134487	0,165563	0,284570
1250	0,27138	0,379927	—	0,34099	0,280551	—	0,136486	0,168737	0,290824
1300	0,27268	0,389613	—	—	—	—	0,138486	0,171912	0,297078
1350	0,27398	0,399299	—	—	—	—	0,140485	0,175086	0,303331
1400	0,27528	0,408985	—	—	—	—	0,142485	0,178261	0,309585
1450	0,27658	0,418671	—	—	—	—	0,144484	0,181435	0,315839
1500	0,27788	0,428357	—	—	—	—	0,146484	0,184610	0,322093
1550	0,27918	0,438043	—	—	—	—	0,148478	0,187784	0,328346
1600	0,28048	0,447729	—	—	—	—	0,150473	0,190959	0,334600
1650	0,28178	0,457415	—	—	—	—	0,152472	0,194133	0,340854
1700	0,28308	0,467101	—	—	—	—	0,154472	0,197308	0,347108
1750	0,28437	0,476787	—	—	—	—	0,156471	0,200482	0,353362
1800	0,28567	0,486473	—	—	—	—	0,158471	0,203657	0,359616
1850	0,28697	0,496159	—	—	—	—	0,161470	0,206831	0,365869
1900	0,28827	0,505845	—	—	—	—	0,162470	0,210006	0,372123
1950	0,28957	0,515531	—	—	—	—	0,164469	0,213180	0,378377
2000	0,29087	0,525217	—	—	—	—	0,166469	0,216355	0,384631
2050	0,29217	0,534903	—	—	—	—	—	—	—
2100	0,29347	0,544589	—	—	—	—	—	—	—
2150	0,29477	0,554275	—	—	—	—	—	—	—
2200	0,29607	0,563961	—	—	—	—	—	—	—
2250	0,29737	0,573647	—	—	—	—	—	—	—
2300	0,29867	0,583333	—	—	—	—	—	—	—
2350	0,29997	0,593019	—	—	—	—	—	—	—
2400	0,30127	0,602705	—	—	—	—	—	—	—
2450	0,30257	0,612391	—	—	—	—	—	—	—
2500	0,30387	0,622077	—	—	—	—	—	—	—
2550	0,30517	0,631763	—	—	—	—	—	—	—
2600	0,30647	0,641449	—	—	—	—	—	—	—
2650	0,30777	0,651135	—	—	—	—	—	—	—
2700	0,30907	0,660821	—	—	—	—	—	—	—
2750	0,31037	0,670507	—	—	—	—	—	—	—
2800	0,31167	0,680193	—	—	—	—	—	—	—

твердое тѣло обратить въ газообразное или жидкое состояніе. Такимъ образомъ, если жидкая углекислота обращается въ углекислый газъ, то газомъ поглощается *скрытая теплота*; если же углекислая известь разлагается при высокой температурѣ на углекислоту и известь, то первая принимаетъ въ себя *соединительную теплоту* (т. е. то количество теплорода, которое отдѣляется при соединеніи CaO съ CO_2) на томъ основаніи, что углекислота при обыкновенной температурѣ и въ свободномъ состояніи есть газообразное тѣло.

Въ доменной печи, какъ водою, содержащеюся въ шихтѣ, такъ желѣзомъ и шлаками поглощается скрытая теплота для обращенія первой въ парообразное, а послѣднихъ въ жидкое состояніе.

Скрытый теплородъ водяныхъ паровъ достаточно вѣрно опредѣленъ и по Ренью = 536,67, т. е. что 1 килогр. воды требуетъ 536,67 единицъ теплорода, чтобъ изъ кипящей воды обратиться въ паръ.

Къ сожалѣнію скрытая теплота для чугуна, равно какъ и для шлака неизвѣстна, а настоящія средства науки не даютъ возможности такого опредѣленія съ точностью.

Между прочимъ извѣстно, что скрытый теплородъ металловъ находится въ опредѣленномъ отношеніи къ ихъ упругости; но упругость чугуна такъ шатка или непостоянна, что достигаемая этимъ путемъ величина для скрытаго теплорода не можетъ имѣть достаточной точности.

По Догену скрытая теплота L должна быть

$$L = 160 + T(C - c)$$

гдѣ T — температура плавленія, C = относ. теплородъ при температурѣ T и c = относ. теплородъ тѣла въ твердомъ состояніи.

Пулье принимаетъ температуру плавленія легкоплавкаго и менѣе легкоплавкаго бѣлаго чугуна отъ 1050° до 1100° .

Относ. теплородъ зеркальнаго чугуна при этихъ температурахъ будетъ

$$= 0,0893755 + 10,5 \times 0,006349 = 0,1560400$$

$$= 0,0893755 + 11 \times 0,006349 = 0,1595940$$

откуда разность

$$C - c = 0,156040 - 0,0893755 = 0,0666645$$

$$\text{и} \quad = 0,1595940 - 0,0893755 = 0,0702185$$

поэтому скрытый теплородъ будетъ:

$$\begin{array}{l} L = 160 + 1050 \times 0,0666645 = 230 \\ L = 160 + 1100 \times 0,0702185 = 237 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} L = 160 + 1050 \times 0,0666645 = 230 \\ L = 160 + 1100 \times 0,0702185 = 237 \end{array}} \right\} \text{среднее} = 233,5$$

Для литейнаго чугуна Пулье даетъ температуру 1100°—1250°.

По опредѣленіямъ Шинца относ. теплородъ при этихъ температурахъ будетъ:

$$0,0904970 + 11 \times 0,0039991 = 0,1344871$$

$$0,0904970 + 12,5 \times 0,0039991 = 0,14048575$$

Разность

$$C - c = 0,1344871 - 0,0904970 = 0,0439901$$

$$\text{и} \quad = 0,14048575 - 0,0904970 = 0,04998875$$

почему скрытый теплородъ

$$\begin{array}{l} 160 + 1100 \times 0,0439901 = 208 \\ 160 + 1250 \times 0,04998875 = 202,5 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 160 + 1100 \times 0,0439901 = 208 \\ 160 + 1250 \times 0,04998875 = 202,5 \end{array}} \right\} \text{среднее} 205,5.$$

Для опредѣленія скрытаго теплорода шлаковъ не имѣется формулы, почему гг. Буланже и Дюле брали изъ горна доменной печи шлаки отъ плавокъ на бѣлый передѣльный и на литейный чугунъ, и погружали ихъ въ заранее взвѣшенное количество воды. При этомъ опредѣляли повышение температуры ея и такимъ образомъ нашли, что первые содержатъ 433, а послѣдніе 492 единицъ теплорода.

Степень плавленія этихъ шлаковъ никакъ не выше 1250°, откуда опредѣлился бы сомнительный относительный теплородъ

$$\frac{433}{1250} = 0,3464 \text{ и } \frac{492}{1250} = 0,3936.$$

Шинцъ своими опредѣленіями нашолъ относительный теплородъ для 4-хъ различныхъ шлаковъ—

$$\left. \begin{array}{l} 0,1463360 \\ 0,1479269 \\ 0,1492089 \\ 0,1469854 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{при } 100^\circ \\ \text{и} \\ \text{сред.} = 0,1477643 \end{array} \quad \text{и} \quad \left. \begin{array}{l} 0,27312100 \\ 0,29305565 \\ 0,2966589 \\ 0,30333165 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{при } 1250^\circ \\ \text{и} \\ \text{сред.} = 0,2915418 \end{array}$$

Вычтемъ относительный теплородъ шлаковъ при температурѣ ихъ плавленія изъ количества единицъ теплорода, содержащихся въ шлакахъ, соотвѣтственно повыше- нію температуры ихъ на 1°, то получимъ

$$\begin{aligned} 0,3464 - 0,2915418 &= 0,0548582 \\ 0,3936 - 0,2915418 &= 0,1020582 \end{aligned}$$

и скрытая теплота была бы тогда

$$\begin{aligned} 0,0548582 \times 1250 &= 68,5 \\ 0,1020582 \times 1250 &= 122,9. \end{aligned}$$

Но никакъ нельзя допустить, чтобъ шлаки, получаемые при литейномъ чугуна, имѣли скрытый теплородъ вдвое большій сравнительно съ шлаками отъ плавки на бѣлый чугунъ, а потому естественно, что они были взяты изъ горна при температурѣ несравненно высшей противу точки ихъ плавленія, отчего сумма переданной водѣ теплоты значительно увеличилась.

Основываясь на томъ, что шлаки отъ плавки на бѣлый чугунъ безъ сомнѣнія также содержали свободный теплородъ, можно для скрытаго теплорода шлаковъ приблизительно принять число 60. При этомъ Шинцъ прибавляетъ, что онъ имѣетъ къ этому числу больше вѣры, чѣмъ къ 233 и 205,5, выражающихъ скрытый теплородъ чугуна.

Дѣйствительно, послѣдній способъ опредѣленія не даетъ возможности судить о количествѣ свободной теплоты, заключающейся въ опредѣляемомъ веществѣ, тогда какъ первый можетъ указать на это.

Буланже и Дюле, посредствомъ смѣшенія бѣлаго и литейнаго чугуновъ съ водою, нашли содержаніе теплорода на 1° температуры:

$$\frac{309}{1050} = 0,294285; \quad \frac{309}{1100} = 0,280909; \quad \text{и}$$

$$\frac{337}{1100} = 0,3063063; \quad \frac{337}{1250} = 0,269600$$

почему разность

0,294285	0,280909	0,3063063	0,269600
0,156040	0,159594	0,1344871	0,14048575
<hr style="width: 100%;"/>	<hr style="width: 100%;"/>	<hr style="width: 100%;"/>	<hr style="width: 100%;"/>
0,13245	0,121315	0,1718192	0,12911425
×1050	×1100	×1100	×1250
<hr style="width: 100%;"/>	<hr style="width: 100%;"/>	<hr style="width: 100%;"/>	<hr style="width: 100%;"/>
= 145,157	= 133,643	= 189,001	= 161,392

слѣд. для

скрытаго теплорода бѣлаго чугуна среднее . . 139.

» » литейнаго » » . . 175.

Эти послѣднія числа и должно принять какъ вѣроятнѣйшія.

Теплота, развиваемая соединеніемъ тѣлъ.

Если два тѣла соединяются химически, то всегда соединеніе это сопровождается отдѣленіемъ теплоты, количество которой зависитъ какъ отъ отношенія вѣсовъ соединяющихся тѣлъ, такъ и отъ природы ихъ.

Единица по вѣсу водорода, обращаясь въ воду, отдѣляетъ 34,000 ед. теплорода; одна часть по вѣсу сѣры отдѣляетъ только 2220 ед. теплорода. Одна часть углерода развиваетъ 2400 ед. теплорода, если она при горѣніи обращается въ СО и 8000 ед. тепл. при обращеніи въ СО².

Если ѣдкую известь въ маленькомъ тонкомъ сосудѣ погрузить въ значительный объемъ воды, коей температура и всѣ предварительно извѣстны, и пропустить быстрый токъ CO_2 , то ѣдкая известь весьма скоро насыщается углекислотою. При этомъ опытъ укажетъ, повышеніемъ температуры воды, отдѣляемое въ семь случаевъ количество теплорода; такимъ образомъ найдено, что при соединеніи извести съ углекислотою выдѣляется 197,1 единицъ теплорода, отнесенныхъ къ единицѣ вѣса извести.

Въ доменной печи существовать только пять случаевъ, при которыхъ соединительная теплота должна приниматься въ соображеніе, а именно:

- 1) Отъ горѣнія или обращенія угля въ углекислоту.
- 2) Отъ возстановленія CO_2 въ CO .
- 3) Отъ разложенія воды, находящейся въ вдуваемомъ воздухѣ.
- 4) Отъ разложенія CaOCO^2 , употребляемаго какъ флюсъ.
- 5) Отъ возстановленія окисловъ желѣза посредствомъ твердаго углерода.

Въ первомъ случаѣ численная величина теплоты положительная, т. е. что каждая единица по вѣсу сожигаемаго углерода отдѣляетъ 8,000 ед. теплорода; въ прочихъ же случаяхъ—отрицательная, потому что при этомъ опредѣляется не отдѣленіе ея, а напротивъ вычисляется количество поглощаемаго теплорода.

2) Такъ какъ углекислота для обращенія въ окись углерода требуетъ столько же углерода, сколько его содержится въ ней, то отсюда слѣдуетъ, что этотъ воспринимаемый углеродъ при обращеніи своемъ въ газъ долженъ поглощать такое количество теплорода, какое одна часть его по вѣсу выдѣляетъ при непосредственномъ сгораніи въ окись углерода т. е. 2,400 ед. теплорода. Поэтому изъ первоначально развитого теплорода одною частью по вѣсу

углерода т. е. 8,000 единиц должно исключить 2,400 единиц или имѣемъ $8,000 - 2,400 = 6,600$.

3) Вдуваемый въ доменную печь воздухъ содержитъ иногда значительное количество водяныхъ паровъ, одна часть по вѣсу которыхъ должна разложиться, чрезъ посредство раскаленнаго угля, на окись углерода и водородъ. Для сего потребуется поглощеніе теплоты въ томъ количествѣ, какое 0,1111 частей по вѣсу водорода производитъ при своемъ горѣніи т. е. $34,000 \times 0,1111 = 3,778$ ед. теплорода.

4) Тоже происходитъ съ углекислою известью, находящеюся въ шихтѣ. Одна часть по вѣсу CaCO_3 состоитъ изъ 0,56 извести и 0,44 угольной кислоты, а потому выдѣленіе углекислоты будетъ требовать количество теплорода:

$0,56 \times 197,1 = 110,376$ ед. теплорода, отнесенныхъ къ 1 части по вѣсу углекислой извести или 251 ед. теплорода на 1 часть углекислоты ¹⁾.

5) Несовершенно возстановленная руда, входя въ извѣстный поясъ температуры печи, даетъ окиси желѣза возможность примѣшиваться къ шлакамъ, дѣлая ихъ тѣстообразными. Вслѣдствіе того, что эти послѣдніе окружаютъ кусочки угля своею тѣстообразною массою, происходитъ возстановленіе окиси желѣза на счетъ соприкасающагося твердаго угля, причемъ образуется окись углерода. Но какъ 1 ч. по вѣсу желѣзной окиси содержитъ 0,2222 ч. кислорода, то должно произойти 0,387639 ч. по

¹⁾ $0,86 \text{ CaO} : 0,44 \text{ CO}_2 = 1 : X = 0,7887 \text{ CO}_2$
 $197,1$ ед. тепл. соотвѣтствуетъ 1 ч. по вѣсу CaO или все равно
 $0,7887$ ч. CO_2 , почему
 $197,1 : 0,7887 = X : 1$, откуда 1 ч. по вѣсу CO_2 соотвѣтствуетъ
 $X = \frac{197,1}{0,7887} = 250,10$.

вѣсу окиси углерода, и какъ послѣдняя содержитъ 0,166131 углерода, то отсюда слѣдуетъ, что поглощеніе теплорода должно быть $2,400 \times 0,166131 = 398,7$ единицъ теплорода.

Именно этотъ послѣдній факторъ и обусловливаетъ успѣшный ходъ доменной плавки и хотя онъ былъ указываемъ Эбельменомъ, но на него совершенно не обращали вниманія или если и обращали, то весьма мало.

Разложеніе химическихъ соединеній при высокой температурѣ.

Что высокая температура разлагаетъ многія химическія соединенія—это давно извѣстный фактъ, но въ новѣйшее время первый указалъ Сень-Клеръ-Девиль, что при достаточно высокой температурѣ разлагаются даже такія соединенія, элементы коихъ имѣютъ другъ къ другу наибольшую притягательную силу или сродство, причемъ съ одной стороны элементами поглощается скрытый теплородъ, а съ другой—вслѣдствіе расширенія атомовъ по направленію радіусовъ притягательной силы ихъ, онѣ отдаляются другъ отъ друга.

Такимъ образомъ Девиль показалъ, что вода, окись углерода и углекислота могутъ быть разложены на водородъ, кислородъ и углеродъ; единственное обстоятельство, которое до сихъ поръ упускалось при этомъ изъ виду, это то, что разлученные элементы, прежде чѣмъ они поступятъ къ анализу, вновь соединяются, если они постепенно переходятъ къ низкой температурѣ, а не будутъ быстро охлаждены.

Естественно, что въ настоящемъ случаѣ насъ занимаетъ специально разложеніе углекислоты и окиси углерода, такъ какъ оба эти соединенія находятся въ доменной печи, а потому и укажемъ на опыты, сдѣланные г. Cailletet. Онъ бралъ мѣдную трубку, изогнутую въ видѣ буквы U,

вставлялъ въ одно колѣно ея прямую мѣдную трубку въ $\frac{1}{2}$ милиметра діаметромъ такъ, что одинъ конецъ ея проходилъ сквозь изгибъ трубки U и нѣсколько выдавался наружу; шовъ, въ мѣстѣ прохода этого конца, запаявался оловомъ; другой же конецъ узкой трубки далеко выходилъ изъ открытаго колѣна трубки U, такъ что помощью каучуковой трубочки могъ быть соединенъ съ аспираторомъ. Свободное же колѣно трубки U имѣло сообщеніе съ резервуаромъ воды, изъ котораго она постоянно получала притокъ воды.

Описанный аппаратъ вставлялся чрезъ фурмовое отверстіе въ горнъ доменной печи на глубину 20 сантиметровъ, причемъ пространство между колѣнчатой трубкой U и стѣнами фурмоваго отверстія замазывалось глиною. Первоначально аспираторомъ вытягивался изъ трубки воздухъ, а всасываемый затѣмъ газъ употреблялся для анализа.

Входящіе въ стеклянный прозрачный аспираторъ газы имѣли видъ густого дыма, что конечно, при совершенно тонкомъ раздѣленіи его по всей массѣ газа, могло происходить отъ твердаго углерода.

Анализы двухъ опытовъ дали:	I	II
Кислорода	15,24	15,75
Водорода	1,80	—
Окси углерода.	2,40	1,30
Углекислоты.	3,00	2,15
Азота	77,86	80,80
	100,00	100,00

Но разложенія эти едвали правильны, потому что газы содержать:

$$\begin{aligned}
 O &= 15,24 = 15,24 & O &= 15,75 = 15,75 \\
 CO &= 2,40 = 1,05 & CO &= 1,30 = 0,65
 \end{aligned}$$

$$\text{CO}^2 = 3,00 = \frac{3,00 \text{ O}}{19,29} \quad \text{CO}^2 = 2,15 = \frac{2,15}{18,55} \text{ кисл.}$$

и какъ

$$20,96 : 79,04 = 19,29 : x = 75,03 \text{ N а не } 77,86$$

$$20,96 : 79,04 = 18,55 : x = 69,94 \text{ N а не } 80,80$$

и потому отнюдь не видно, откуда происходит подобный избытокъ азота.

Не взирая на это, изъ предыдущихъ результатовъ выходить, что въ горнѣ доменной печи углеродъ и кислородъ находятся въ свободномъ состояннн и въ значительномъ количествѣ.

Подобные же опыты были сдѣланы съ сварочною печью, дѣйствующею каменнымъ углемъ, причемъ газы собирались непосредственно надъ колосниками. Разложенія дали

	III	IV
Кислорода	13,15	12,33
Окиси углерода	3,31	2,10
Углекислоты	1,04	4,20
Азота	82,50	81,37

Анализы эти также мало точны, какъ и предшествующіе, потому что вмѣсто 82,5 и 81,37 должно быть только 59,74 и 66,29 азота; тѣмъ не менѣе опыты опять указываютъ на существованіе свободныхъ кислорода и углерода въ такомъ количествѣ, что трубка, по вынутіи изъ печи, была совершенно вся покрыта сажею, очевидно осаждающеюся отъ быстрого охлажденія газообразнаго углерода.

Для опредѣленія вліянія высокой температуры на степень разложенія продуктовъ горѣнія въ составные элементы, трубка U помѣщалась въ тонку парового котла въ 15 метрахъ разстоянія отъ начала ея, гдѣ сурьма еще могла плавиться (точка плавленія сурьмы = 581,8°).

Разложениа показали:	V	VI
Кислорода	8,00	7,30
Окиси углерода	2,40	4,02
Углекислоты	7,12	7,72
Азота	82,48	80,96

т. е. азота вмѣсто 61,54 и 64,22.

Для сравненія, изъ того же мѣста всасывался газъ чрезъ металлическую трубку безъ охлажденія, дабы свободные элементы, вслѣдствіе медленнаго перехода къ низкой температурѣ, могли соединиться.

При этомъ было получено:	VII
Кислорода	1,21
Окиси углерода	1,42
Углекислоты	15,02
Азота.	82,35 вмѣсто 40,30
	<hr/> 100,00

Среднее изъ опредѣленій V и VI даетъ:	VII
Кислорода 7,65	1,21
Ок. углерода $3,21 = 1,605 \text{ C}$	$1,42 = 0,71 \text{ C}$
Углекислоты $7,42 = 3,710 \text{ C}$	$15,02 = 7,51 \text{ C}$
	<hr/> 8,22
	<hr/> 5,315

Такимъ образомъ отъ быстрого охлажденія выдѣлялось свободнаго углерода

$$8,22 - 5,315 = 2,905.$$

Въ этомъ смыслѣ Шинцемъ не было сдѣлано изысканій, но при опредѣленіяхъ его относительно возстановимости рудъ, производимыхъ при весьма высокихъ температурахъ, найдено также, что желѣзная трубка, по которой проходили холодные газы, покрылась осадкомъ углерода въ нѣсколько граммовъ.

Эти данныя вполне объясняютъ вліяніе, оказываемое температурою при возстановленіи углекислоты въ окись уг-

лерода, потому что,—не обращая вниманія на поглощеніе окисью углерода скрытой или соединительной теплоты, непременно при этомъ происходящее,—необходимая, для обращенія углерода въ газообразное состояніе, поверхность соприкосновенія дѣйствительно будетъ равна нулю (какъ мы и нашли), если только при обращеніи этомъ температура достаточно высока.

Поэтому, еслибъ при значительномъ повышеніи температуры, углеродъ переходилъ въ газообразное состояніе въ количествѣ большемъ, нежели его необходимо для одной окиси углерода, то, безъ сомнѣнія, легко можно бы объяснить существующее у желѣзозаводчиковъ мнѣніе: «что доменная печь дѣйствуетъ тѣмъ выгоднѣе, чѣмъ температура въ горнѣ выше,» ибо понятно, что значительное количество углероднаго пара весьма сильно-бы способствовало возстановленію рудъ.

Въ подкрѣпленіе этому мнѣнію заводчиковъ, можно бы сослаться еще на разложенія Эбельменомъ доменныхъ газовъ, постоянно указывающихъ на избытокъ углерода, происходящаго не отъ сжиганія вдуваемымъ воздухомъ; также на обстоятельство, что излишекъ углерода всегда сопровождается соответствующимъ избыткомъ кислорода, притекающаго не изъ воздуха, входящаго въ печь, — и предположеніе это нисколько не противорѣчило бы тому, что этотъ излишекъ кислорода образуется отъ возстановленія рудныхъ окисловъ желѣза чрезъ соприкосновеніе съ углероднымъ паромъ, причемъ кислородъ переходитъ въ составъ газовъ.

Равнымъ образомъ, можно бы этимъ путемъ дать отчетъ значенію неразъясненнаго до сихъ поръ вліянія нагрѣтаго воздуха на ходъ доменной плавки, потому что горячій воздухъ, повышая температуру, очевидно способствовалъ бы происхожденію газообразнаго углерода.

Но какъ ни привлекательно подобное предположеніе о существованіи въ домиѣ избытка газообразнаго углерода, во всякомъ случаѣ ему слѣдуетъ противопоставить 3 слѣдующія соображенія.

1. Какія бы не употреблялись средства для повышенія температуры въ доменной печи, какъ то: давленіе воздуха, подогревъ его, сухость и т. д., во всякомъ случаѣ въ печи должны быть пункты, гдѣ эта высокая температура, имѣющая мѣсто вслѣдствіе образованія углекислоты, будетъ понижаться отъ возстановленія послѣдней въ окись углерода или пожалуй отъ обращенія углерода въ газъ. Возстановленіе углекислоты и переходъ твердаго углерода въ паръ поглощаютъ такъ много теплорода, что температура ниспадаетъ на половину первоначальной и почти дѣлается равною той, которая была бы безъ возвышающихъ средствъ. Вслѣдствіе этого и существованіе углероднаго газа въ какомъ либо большемъ количествѣ, отъ повышенія температуры, едва ли мыслимо. Поэтому, всѣ средства, возвышающія температуру, вліяютъ лишь на уменьшеніе объема или пояса, въ которомъ происходитъ образованіе углекислоты и возстановленіе ея въ окись или образованіе углероднаго пара, отчего разумѣется дѣйствительный объемъ шахты нѣсколько увеличится, но отнюдь не много.

2. Подогревъ воздуха можетъ въ одинаковой степени: или служить средствомъ къ сбереженію горючаго, или оказывать вліяніе на сходъ колошъ въ болѣе короткое время. Въ первомъ случаѣ температура по всей печи не возвышается и сбереженіе будетъ пропорціально количеству единицъ теплорода, приносимыхъ воздухомъ вслѣдствіе подогрева его. Но если нагрѣтый воздухъ употребляется не съ цѣлью уменьшенія расхода горючаго относительно проплаваемыхъ рудъ, то, безъ сомнѣнія, температура возвысится не только въ горнѣ, но и во всѣхъ прочихъ

поясахъ печи. Прямымъ слѣдствіемъ этого должно быть, что руда скорѣе приходитъ въ тотъ поясъ печи, температура коего достаточно высока, чтобы имѣющаяся окись желѣза соединилась съ шлаковымъ матеріаломъ и образовала тѣстообразную массу. Конечно въ этомъ случаѣ возстановленіе окиси желѣза невозможно ни чрезъ посредство углероднаго пара, ни чрезъ окись углерода. Поэтому она можетъ обратиться въ металлическое желѣзо, только посредствомъ твердаго углерода, обыкновенно присоединяющагося къ массѣ или въ ней заключающагося.

Отсюда 3) что возстановленіе желѣза твердымъ углеродомъ, какъ вытекающее изъ вліянія возвышенной температуры, показываетъ (что совершенно согласно съ фактами) что предположеніе возможности обращенія углерода въ газъ въ количествѣ большемъ чѣмъ его находится въ окиси углерода, никуда не годится.

Все, что прекрасныя опредѣленія Сень-Клеръ-Девіля дали металлурги, это—неопровержимое разъясненіе процесса цементованія, на что такъ долго, упорно и тщетно направлялись умственные усилія.

Если, какъ послѣднія опредѣленія Cailletet показали, что уже при температурѣ $581,8^{\circ}$, въ продуктахъ горѣнія находится $2,905\%$ свободнаго углероднаго пара, то конечно при температурѣ цементной печи образуется значительное количество свободнаго углерода, могущаго соединяться съ желѣзомъ.

Сопротивленіе, оказываемое плавильнымъ столбомъ.

Не только въ шахтѣ доменной печи, но во всякомъ сожигательномъ приборѣ горючій матеріалъ оказываетъ большее или меньшее сопротивленіе притекающему воздуху и поднимающимся газамъ; удовлетворительное опредѣ-

леніе этого сопротивленія невозможно, потому что оно не вполнѣ постоянно и вообще зависитъ отъ величины кусковъ горючаго, отъ состава газовъ и температуры ихъ.

Но если невозможно точное опредѣленіе этого сопротивленія, то желательно отыскать хотя приблизительную для этого величину, помощью которой можно бы было выяснитъ причины, вліяющія на уменьшеніе этого сопротивленія.

Для отысканія приблизительной величины степени сопротивленія служили данныя анализа, полученныя при опредѣленіи поверхностей соприкосновенія.

Поднимающіеся, между кусочками горючаго матеріала, газы должны проходить по безконечно большому числу маленькихъ каналовъ, образуемыхъ отъ пустотъ между кусками угля; движеніе газовъ подобно тому, какъ еслибы мы пропустили воздухъ чрезъ цѣлую систему трубочекъ, и тогда коэффициенты сопротивленія для обоихъ случаевъ были бы тѣже; но въ разсматриваемомъ случаѣ затрудненіе состоитъ въ томъ, что вслѣдствіе неправильности каналовъ нѣтъ никакой возможности опредѣлить форму и размѣръ ихъ.

Еслибы уголь дѣйствительно состоялъ изъ кусковъ равной величины, то конечно можно бы съ точностью опредѣлить форму и длину каналовъ. За неимѣніемъ же данныхъ для рѣшенія основного пункта, предположимъ, что куски горючаго матеріала состоятъ изъ шариковъ одинаковаго діаметра.

На основаніи этого, общее сѣченіе каналовъ будетъ равно площади составляющей разность: между единицей площади и суммою площадей сѣченій, помѣщаемыхъ на ней шариковъ. На единицѣ площади въ 1 кв. метръ помѣщается 1,110 шариковъ въ 0,03, метра діаметромъ, и какъ сѣченіе одного шарика $= 0,03^2\pi = 0,00070686$ кв. метра, то соотвѣтствующее всѣмъ шарамъ сѣченіе будетъ $1110 \times$

$0,00070686 = 0,7846$ кв. метра. Отсюда площадь сѣченія всѣхъ каналовъ, $= 1 - 0,7846 = 0,2154$ кв. метра. Величина этого сѣченія будетъ всегда таже, какого бы не были діаметра куски угля.

Если раздѣлимъ соотвѣтствующій температурѣ объемъ происходящихъ газовъ на общее сѣченіе каналовъ и на число секундъ, въ теченіе которыхъ образовался этотъ объемъ, то получимъ скорость, съ которою двигаются газы.

При прохожденіи газовъ по узкимъ каналамъ обнаруживаются сопротивленія:

- а) отъ тренія о стѣнки этихъ каналовъ,
- б) отъ измѣненія направленія движенія газовъ при обходѣ cadaго куска горячаго.

Къ этимъ 2-мъ факторамъ можно бы присоединить еще третій, а именно сопротивленіе отъ измѣненія сѣченій, подвергающихъ газы то расширенію, то сжатію. Но какъ сопротивленіе это незначительно и какъ отыскивается лишь приблизительная величина, то оно не принимается въ соображеніе.

Чтобъ привести газъ въ движеніе, естественно для этого требуется сила; она выражается или давленіемъ, дѣйствующимъ на поршень воздуходувнаго цилиндра, или же заключается въ отрицательномъ давленіи всасыванія, развиваемаго трубою. Всякое давленіе можетъ быть уравнишено и выражено ртутнымъ или водянымъ столбомъ или же столбомъ воздуха или газа, и какъ всякое сопротивленіе уменьшаетъ высоту давящаго столба, то отсюда слѣдуетъ что сопротивленіе можетъ быть выражено и вычислено также высотой этого столба.

Въ очень многихъ случаяхъ высота давленія неизвѣстна, а только скорость, съ которою проходятъ газы по данному сѣченію; но какъ скорость зависитъ отъ высоты

обратить въ вѣсь и этотъ послѣдній умножить на относительный теплородъ газовъ; затѣмъ, раздѣливъ количество единицъ теплорода на сумму относ. теплорода продуктовъ горѣнія, — получимъ температуру.

Мы имѣемъ:

Куб. метр. 5,0626 азота	=	кил. 6,3614	×	
0,068891 кислорода	=	» 0,089863	×	
1,2567 углекислоты	=	» 2,4714	×	
0,033477 окиси углерода	=	» 0,041896	×	
0,0095647 водорода	=	» 0,0008571	×	
0,031403 вод. пара	=	» 0,0252760	×	
6,4626407		8,9906921		
	×	0,2440	=	1,5322
	×	0,2182	=	0,019608
	×	0,2164	=	0,534810
	×	0,2479	=	0,010385
	×	3,4046	=	0,002918
	×	0,4750	=	0,012006
		2,131927		

Такимъ образомъ температура въ горнѣ:

$$\frac{5421,9}{2,131927} = 2543^{\circ} \text{C.}$$

Опредѣленный при 0° объемъ газовъ въ часъ = 6,4626 куб. метр. будетъ при 2543° равенъ 66,693 куб. метрамъ, слѣд. чрезъ горючій материалъ проходитъ въ секунду

$$\frac{66,693}{3600} = 0,01852 \text{ куб. метра.}$$

При опредѣленіи VI площадь сѣченія пустотъ между кусками кокса была = 0,009112

кв. метра, а потому скорость теченія газовъ $v = \frac{0,01852}{0,009112} =$

2,033 метра и соответствующее этой скорости давленіе, выраженное столбомъ продуктовъ горѣнія,

$$p_0 = \frac{v^2}{2g} = \frac{2,033^2}{19,62} = 0,2108 \text{ метра.}$$

Подобнымъ же образомъ вычислены температуры и высоты давящаго столба для первыхъ девяти опредѣленій и получены слѣдующія цифры:

№ опредѣленія	I	II	III	IV	V
Температура =	1047°	1758°	2709°	1501°	2048°
$p_0 =$	0,2085	0,6536	0,4825	0,481	0,3985

№ опредѣленія	VI	VII	VIII	IX
Температура =	2543°	1398°	2706°	1824°
$p_0 =$	0,2108	0,4113	0,29467	0,05049

Сила, двигавшая газы при этихъ опредѣленіяхъ, была сила тяги газовъ въ трубѣ; эту то силу, выраженную высотой столба, и опредѣлимъ сначала для того, чтобъ потомъ сравнить ее съ силою, потребляемою сопротивленіями.

Для этой цѣли были опредѣлены температуры входящихъ въ трубу газовъ. Они были:

Опредѣленіе	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	173°	308°	318°	193°	255°	240°	132°	227°	339°.

Развиваемая трубою сила или высота давящаго столба:

$$p = h - h. s. y = h(1 - sy)$$

гдѣ p — развиваемое давленіе, h — высота трубы въ метрахъ, s — относительный вѣсъ газовъ, соотвѣтствующій расширенію ихъ при извѣстной температурѣ и y — относительный вѣсъ газовъ при 0°.

Этотъ послѣдній получимъ, если объемъ газовъ раздѣлимъ на вѣсъ ихъ; такъ напр. для опредѣленія VI, объемъ газовъ равенъ 6,4626 куб. метрамъ, а по вѣсу = 8,9907 килогр. = $\frac{8,9907}{6,4626} = 1,3912$ килограмма въ куб. ме-

трѣ, откуда относительный вѣсъ: $\frac{1,3912}{1,29366} = 1,0754 = y$.

Подобнымъ же путемъ получаютъ величины для s. Высота трубы, бывшая при опредѣленіяхъ, = 10 метрамъ. Такимъ образомъ вычислены величины s, y и p для опредѣленій I до IX.

№ опред.	I	II	III	IV	V
s =	0,61198	0,46974	0,4618	0,58571	0,5169
y =	1,0245	1,0492	1,0862	1,0383	1,0612
p =	3,7304	5,0711	4,9839	3,9188	4,5147

№ опред.	VI	VII	VIII	IX
s =	0,53202	0,67395	0,54586	0,5169
y =	1,0754	1,0378	1,0381	1,00643
p =	4,2785	3,0957	4,2241	4,7966

Засимъ рассмотримъ сопротивленія, на которыхъ расходуетъ развиваемая трубою сила тяги. Сопротивленія эти суть:

$$\text{въ горнѣ} \left\{ \begin{array}{l} \text{отъ тренія} \dots \frac{KCF}{4S} p_0 = p' \\ \text{отъ измѣненія направл.} x p_0 = p'' \end{array} \right.$$

$$\text{отъ тренія въ трубѣ} \frac{KL}{D} p_n + 4p_n + p_n = p'''$$

гдѣ K — коэффициентъ тренія = 0,024; CF — поверхность тренія, въ настоящемъ случаѣ равная

поверхн. сопри- косновенія	I	II	III	IV			
	0,1347	0,36444	0,71077	0,15715			
	V	VI	VII	VIII	IX		
	0,42519	0,82924	0,23498	0,63576	1,2399	кв.	метр.

равнымъ образомъ S — пустоты между кусочками кокса

S	I	II	III	IV	V			
	0,0051725	0,007008	0,009112	0,0051725	0,007008			
	VI	VII	VIII	IX				
	0,009112	0,0051725	0,007008	0,009112	кв.	метр.		

Величины для p_0 , при высокихъ температурахъ, показаны выше; x — обозначаетъ числа шариковъ, лежащихъ другъ надъ другомъ, изъ которыхъ выводится число изгибовъ; такимъ образомъ для x имѣемъ:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1,771	3,543	5,314	2,066	4,133	6,20	3,100	6,200	9,300.

Величина p_n для трубы вычисляется изъ объемовъ газовъ, проходящихъ въ секунду; такъ напр. для опредѣленія VI объемъ этотъ при 0° равенъ $\frac{6,4626}{3600} = 0,001795$ куб. метровъ, откуда при 240° онъ будетъ 0,003374 куб. метровъ. Такъ какъ сѣченіе трубы имѣетъ 0,00465 кв. метровъ, то слѣд. скорость $v = \frac{0,003374}{0,00465} = 0,72565$ метровъ и соотвѣтствующая ей высота давящаго столба

$$p_n = \frac{0,72565^2}{19,62} = 0,02685$$

Для всѣхъ опредѣленій величины эти будутъ:

I	II	III	IV	V
0,07535	0,12145	0,07275	0,041047	0,04682
VI	VII	VIII	IX	
0,02685	0,05880	0,01884	0,01728	

L — длина или высота трубы = 10 метрамъ и D — ея диаметръ = 0,077 метра. Поэтому для опредѣленія VI, отъ тренія и измѣненія направленій движенія газовъ уменьшается въ трубѣ высота давящаго столба на

$$\frac{0,024 \times 10}{0,077} \times 0,02685 + 4 \times 0,02685 + 0,02685 = 0,97117 = p'''$$

а именно $4p_n$ для двухъ поворотовъ подъ прямымъ угломъ и p_n — для дѣйствительной скорости движенія газовъ.

Если полученные такимъ образомъ величины поставимъ вмѣстѣ, то придемъ къ слѣдующимъ конечнымъ результатамъ:

	I	II
Развиваемая трубою высота давленія	p 3,7304	5,0711
Сопротивленіе отъ тренія между ку-		
сками кокса:	p' 0,08315	0,20393
» отъ изгибовъ въ горниѣ:	p'' 0,94609	2,31570
» отъ самой трубы:	p''' 2,67050	3,26790
Сопротивленія	3,69974	5,78753
Разность противъ p	-0,03066	+ 0,71643

	III	IV	V	VI	VII
p	4,9839	3,9188	4,5147	4,2783	3,0957
p'	0,22582	0,08768	0,14507	0,11510	0,11211
p''	2,56410	0,99401	2,17830	1,30700	1,23700
p'''	2,41250	2,40500	1,99240	0,97117	2,05650
Сопротивлен.	5,20242	3,48669	4,31577	2,39327	3,42561
Разность	+0,21852	-0,43211	-0,19893	-1,88523	+0,41991

	VIII	IX
p	4,2241	4,7966
p'	0,16039	0,041222
p''	1,97970	0,469550
p'''	1,59650	2,526900
Сопротивленія	3,73659	3,037672
Разность	-0,48751	-1,758928

Эти результаты показываютъ, что въ шести изъ девяти случаевъ разность между p и сопротивленіемъ весьма мала, и то она положительная, то отрицательная, поэтому употребленныя формулы и коэффициенты, для опредѣленія сопротивленія, заслуживаютъ довѣрія.

Но если мы захотимъ примѣнить эти формулы и коэффициенты къ доменной печи и къ плавильному столбу, то сейчасъ сталкиваемся съ затрудненіемъ, заключающимъ

ся въ томъ, что въ печной шахтѣ не только куски горячаго матеріала но также рудъ и флюса никогда не имѣютъ одинаковой величины. Если бы равномерность кусковъ и была у колошника, то въ нижней части шахты она совершенно исчезаетъ, и мы даже не можемъ знать какъ велики должны быть эти куски; но принимая въ соображеніе, что величина сопротивленія прямо зависитъ отъ величины кусковъ шихты, слѣдуетъ что внизу печи сопротивленіе несравненно болѣе, чѣмъ въ верхнихъ частяхъ ея.

Однако эти неизбежныя затрудненія нисколько не уменьшаютъ значенія предложеннаго способа опредѣленія, потому что при одинаковыхъ обстоятельствахъ т. е. при равенствѣ температуръ и кусковъ шихты будутъ получаться однѣ и тѣже результаты и слѣд. особенное значеніе этого способа заключается въ томъ, что онъ даетъ средство для узнанія: какимъ образомъ и посредствомъ какихъ обстоятельствъ измѣняется сопротивленіе плавильнаго столба, и именно способъ этотъ играетъ большую роль при разсмотрѣніяхъ относительно формы и размѣровъ доменныхъ печей.

(Продолженіе впредь).

МИНЕРАЛОГІЯ и ФИЗИКА.

О СОСТАВѢ И ФОРМУЛѢ ГЕЛЬВИНА.

К. Лисенко.

Сообщеніе, сдѣланное Пав. Влад. Еремѣевымъ въ № 10 «Горнаго Журнала», побуждаетъ меня сказать нѣсколько словъ объ гельвинѣ, открытіемъ котораго сразу въ 2-хъ совершенно различныхъ мѣстностяхъ Россіи мы обязаны конечно болѣе всего тонкой наблюдательности г. Еремѣева.

Весной этого года П. В. Еремѣевъ далъ мнѣ для испытанія минераль, привезенный Г-мъ Данил. Романовскимъ изъ окрестностей Миасскаго завода, съ цѣлью узнать не содержитъ ли онъ церія и другихъ рѣдкихъ земель, входящихъ въ составъ монацита.—Качественное испытаніе его показало, что минераль этотъ содержитъ S, Mn, Gl, Fe, и Si, т. е. тѣ составныя части, совокупное присутствіе которыхъ должно было привести неизбѣжно къ заключенію, что минераль этотъ есть гельвинъ, не смотря на то, что по наружнымъ признакамъ онъ вовсе непоходитъ на экземпляры этого минерала изъ другихъ мѣстностей.

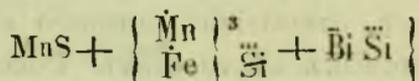
Сдѣланный по моей просьбѣ Н. Б. Тейхомъ количественный анализъ его показалъ что и по количественному составу онъ весьма близко подходитъ къ гельвину.

Вслѣдствіе этого Пав. Влад. Еремѣевъ передалъ Н. Б. Тейху для количественнаго анализа нѣсколько кусочковъ ми-

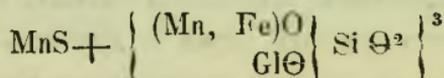
нерала изъ Люпико въ Финляндіи, который онъ показывалъ въ засѣданіи минералогическаго общества 30-го января, какъ венису, кристаллы которой имѣютъ геміэдрическія плоскости ¹⁾).

Гельвинъ, съ точки зрѣнія химической, возбуждаетъ весьма большой интересъ въ томъ отношеніи, что представляетъ единственный примѣръ силиката, содержащаго сѣру и выводъ рациональной формулы его требуетъ поэтому особыхъ изслѣдованій, кромѣ количественнаго анализа, такъ какъ въ этомъ случаѣ мы не имѣемъ никакихъ аналогическихъ фактовъ, которыми бы можно было руководствоваться.

Раммельсбергъ ²⁾ выражаетъ составъ гельвина такъ:



Какъ Раммельсбергъ принялъ въ своемъ новомъ руководствѣ къ химіи общепринятыя въ настоящее время пай для глиція и кремнія=9,33 и 28, то его формулу мы вправѣ перечислить и изобразить такъ:



Формула эта содержитъ S, Cl³, Si³, O¹² и Mn⁴, полагая что часть ихъ (т. е. 4-хъ ато-мовъ Mn), замѣщена желѣзомъ.

Приводя эту формулу Раммельсбергъ говоритъ: изъ нее видно, что предположеніе Чапмана и Дана будто гельвинъ представляетъ гранатъ, въ которомъ часть кислорода замѣщена сѣрой—не оправдывается. Этотъ выводъ весьма

¹⁾ Гельвинъ названъ первоначально Мосомъ тетраэдрической венисой, названіе же гельвина было дано ему позднѣе Вернеромъ.

²⁾ Poggen Ann. 1854 XCVI ст. 455.

въроятень и въ этомъ легче всего убѣдиться, если сравнить числа требуемыя этой формулой съ результатами анализа гельвина изъ Ильменскихъ горъ, который по составу ближе другихъ къ ней подходитъ.

Мы приводимъ съ этою цѣлью составъ гельвина изъ различныхъ мѣстностей:

	S	SiO ²	GlO	MnO	FeO	Сумма
Гельвинъ изъ Люпико	6,48	33,00	11,4	41,19	11,3	103,37
	(Тейхъ) ¹⁾ .					
» » Норвегіи	5,71	33,13	11,46	49,12	4,00	103,42
	(Раммельсбергъ).					
» » Ильм. г.	5,77	32,49	13,51	35,41	15,12	102,3
	(Тейхъ) ²⁾ .					

По формулѣ 5,71 32,38 13,79 MnO 51,09 102,97

Сравнивая кромѣ того вышеприведенный составъ гельвина изъ различныхъ мѣстностей нельзя также не согласиться, что въ этомъ минералѣ желѣзо замѣщаетъ часть марганца, такъ какъ количество его довольно сильно измѣняется, но сумма обоихъ металловъ (или ихъ окисловъ) остается почти постоянною.

Но формула гельвина въ томъ видѣ какъ она написана Раммельсбергомъ заставляетъ его разсматривать, какъ соединеніе сѣрнистаго марганца съ силикатомъ, т. е. какъ молекулярное приложеніе двухъ отдѣльныхъ соединеній, — но этому взгляду на него противорѣчить нѣсколько, какъ мнѣ кажется, слѣдующее его свойство. Гельвинъ какъ извѣстно разлагается легко соляной кислотою и при этомъ происходитъ не только отдѣленіе сѣрнистаго водорода, но и выдѣляется кремнеземъ. Я бралъ напрямѣръ обыкновен-

¹⁾ Составъ этотъ вычисленъ за исключеніемъ углекислыхъ солей кальція и магнія.

²⁾ Находящіяся въ этомъ минералѣ 0,77% глинозема не приняты въ расчетъ.

ную соляную кислоту, разводилъ ее 10 объем. воды и настаивалъ съ гельвиномъ при температурѣ не выше 40°; минераль при этомъ частью разлагался, отдѣлялся сѣрнистый водородъ, выдѣлялся студенистый кремнеземъ, и кромѣ того часть кремнезема вмѣстѣ съ марганцемъ и желѣзомъ а можетъ быть и глициной переходила въ растворъ. Ясно, что если бы въ гельвинѣ сѣрнистый марганецъ и силикатъ находились какъ отдѣльныя взаимно соединенныя частицы, то при дѣйствіи столь слабой кислоты долженъ былъ бы переходить въ растворъ только марганецъ, соединенный съ сѣрой, а силикатъ вѣроятно не разлагался бы, но въ дѣйствительности отдѣленіе сѣрнистаго водорода и выдѣленіе студенистаго кремнезема идутъ одновременно, что заставляетъ предполагать, что сѣра соединена съ кремніемъ въ этомъ минералѣ тѣснѣе, чѣмъ это выражаетъ формула Раммельсберга. Основываясь на этомъ мнѣ казалось вѣроятнымъ, что гельвинъ представляетъ не венису, въ которой часть кислорода замѣщена сѣрой, а три частицы силиката типа $\text{Si}(\text{HO})^4$, связанныхъ между собой атомомъ сѣры и атомомъ одного изъ двуатомныхъ металловъ, входящихъ въ составъ этого минерала. Съ цѣлью подтвердить это предположеніе я хотѣлъ изслѣдовать количественно продукты, на которые распадается этотъ минераль при дѣйствіи слабыхъ кислотъ и низкой температурѣ, что и надѣюсь современемъ исполнить, если этотъ способъ рѣшенія вопроса окажется выполнимымъ. Водой гельвинъ не разлагается при нагрѣваніи съ ней въ заполненной трубкѣ.

Въ заключеніе я не могу не обратить здѣсь вниманіе на то, что если гельвинъ дѣйствительно встрѣчается въ окрестностяхъ Міасскаго завода въ столь большомъ количествѣ, какъ это говорятъ, то онъ можетъ служить отличнымъ и даже лучшимъ изъ извѣстныхъ источниковъ для

полученія солей глиція, а равно и самаго металла, физическія свойства котораго до сихъ поръ почти вовсе не извѣстны.

ОБЪ АХТАРАГДИТЪ И ГРАНАТИНЪ, КАКЪ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОРОДЪ.

Статья Р. Германа ¹⁾.

Въ Восточной Сибири, недалеко отъ впаденія рѣчки Ахтарагды въ Вилуй, встрѣчается очень замѣчательная порода, которая до сихъ поръ принималась за серпентинъ; но какъ по наружнымъ своимъ свойствамъ и плавкости она отъ него отличается, то я и приступилъ къ ближайшему ея изслѣдованію. При этомъ оказалось, что эта порода состоитъ изъ однородной смѣси граната и серпентина, смѣси, которая отличается отъ всѣхъ извѣстныхъ донынѣ породъ. Этой породѣ я придалъ названіе гранатинъ, составивъ его изъ двухъ словъ гранатъ и серпентинъ, чтобы показать, что она состоитъ изъ этихъ двухъ минераловъ. Въ гранатинѣ встрѣчаются вросшими извѣстные вилуйскіе кристаллы гроссуляра и везувьяна (вилуитъ). Кромѣ того въ немъ попадаются, но гораздо рѣже, псевдоморфные кристаллы тригональнаго додекаэдра (тріакисдодекаэдръ г. Розе), названные Брейтхауптомъ ахтарагдитомъ. Такъ какъ мы не имѣемъ до сихъ поръ полного анализа этого послѣдняго минерала, то я изслѣдовалъ ближе и его.

¹⁾ Bulletin de la Société Imperiale des naturalistes de Moscou, année 1867, № IV, page 478.

1. О гранатинь.

Гранатинь есть плотная, туффовидная порода съ неровнымъ матовымъ изломомъ. Непрозрачна. Пепельно-сѣраго цвѣта.

Подъ лупою она кажется однородною, но не совсѣмъ плотною, напротивъ нѣсколько пористою и ячеистою.

Подъ молоткомъ она нѣсколько сплющивается и распадается на неправильные куски и землистый порошокъ.

Твердость—3. Относительный вѣсъ—2,66.

Порошокъ гранатина *не вскипаетъ* съ кислотами.

При нагрѣваніи въ колбѣ отдѣляетъ воду.

Съ флюсами даетъ реакцію на желѣзо и кремнеземъ.

Небольшое содержаніе закиси желѣза въ породѣ было опредѣлено слѣдующимъ образомъ:

Тонкій порошокъ послѣдней былъ смѣшанъ съ одинаковымъ количествомъ фтористаго натрія. Смѣсь обработана равными частями воды и сѣрной кислоты, такъ что образовалась довольно густая масса, и нагрѣвалась до тѣхъ поръ безъ доступа воздуха пока не выдѣлился весь фтористый кремній. Затѣмъ эта кислая масса разбавлена водою и титрована хамелеономъ.

При этомъ получилось только 0,06% закиси желѣза.

Другія составныя части гранатина были опредѣлены извѣстнымъ образомъ и при этомъ получено:

		Кисл.	
Кремнезема . . .	41,09	21,35	} 11,79
Глинозема . . .	9,75	4,55	
Окиси желѣза . . .	8,83	2,65	
Закиси желѣза . . .	0,06	0,01	
Извести	16,10	4,58	
Горькозема	17,92	7,05	
Воды	6,25		
Закиси марганца . . .	слѣды		
	<u>100,00</u>		

Въ гранатъ сумма кислорода основаній равна кислороду кремнезема, а кислорода глинозема, окиси желѣза, закиси желѣза и извести содержится во 100 частяхъ гранатина 11,79, то на кремнеземъ серпентина приходится 9,56 кислорода, что соотвѣтствуетъ 18,40 кремневой кислоты.

Поэтому серпентинъ гранатина состоятъ изъ:

		Въ 100 частяхъ	
Кремнезема . . .	18,40	43,32	
Горькозема . . .	17,92	42,00	
Воды	6,25	14,68	
		42,57	100,00

Составленный же по формулѣ $Mg^3 \ddot{S}i^3 + 2 \ddot{H}$ серпентинъ состоитъ во 100 частяхъ изъ:

Кремнезема . . .	44,14
Горькозема . . .	42,97
Воды	12,89
	100,00

Гранатъ гранатина состоятъ слѣдовательно изъ:

		Во 100 частяхъ	
Кремнезема . . .	22,69	39,53	
Глинозема . . .	9,75	16,97	
Окиси желѣза . . .	8,83	15,37	
Закиси желѣза . . .	0,06	0,10	
Извести	16,10	28,03	
		57,43	100,00

Составленный же по формулѣ $(Ca^5 Fe') \ddot{S}i^3 + (\ddot{Al} \frac{3}{2} Fe^{\frac{1}{2}}) \ddot{S}i^3$, гранатъ состоитъ изъ:

		Во 100 частяхъ:	
6 $\ddot{S}i$. . .	2308,8	38,12	
$\frac{3}{2} \ddot{Al}$. . .	963,4	16,11	

$\frac{1}{2}$ Fe . . .	500,0	8,86	} 16,38.
1 Fe . . .	450,0	7,52	
5 Ca . . .	1757,5	29,39	
	<u>5979,7</u>	<u>100,00</u>	

Гранатинъ состоитъ слѣдовательно во 100 частяхъ изъ:

Граната . . .	57,43
Серпентина. . .	42,57
	<u>100,00</u>

Только закись желѣза граната въ гранатинѣ обращена большею частью въ окись.

2. Объ ахтарагдитѣ.

О вилуйскомъ ахтарагдитѣ выскажемъ сначала замѣчанія Брейтхаупта. Слѣдуя ему онъ имѣеть форму $\frac{mOm}{2}$. Въ составѣ качественнымъ анализомъ открыты: кремнеземъ, глиноземъ, окись желѣза, известь, магнезій и вода. Брейтхауптъ думалъ, что первоначальнымъ минераломъ, изъ котораго ахтарагдитъ произошолъ, былъ гельвинъ. Другой взглядъ на первоначальный минераль ахтарагдита высказалъ Ауербахъ. Онъ въ прошломъ году, въ одномъ изъ засѣданій Императорскаго минералогическаго общества въ С.-Петербургѣ, показывалъ кристаллы гроссуляра съ Вилуя, имѣвшіе геміедрическую форму ахтарагдита. При этомъ онъ высказалъ мысль, что ахтарагдитъ первоначально былъ гранатомъ, но что вслѣдствіе разложенія принялъ землистый видъ.

Это интересное открытіе Ауербаха о геміедриі граната не можетъ еще привести къ заключенію, что ахтарагдитъ первоначально былъ гранатомъ: гранатъ въ формѣ триакистetraэдра встрѣчается весьма рѣдко, а оloedрические кристаллы ахтарагдита до сихъ поръ небыли совсѣмъ наблюдаемы.

Если бы онъ представлялъ разложившійся гранатъ, то онъ долженъ былъ бы встрѣчаться и въ обыкновенныхъ формахъ граната. Вѣрнѣйшее заключеніе о первоначальномъ состояніи ахтарагдита можетъ быть сдѣлано только по тщательномъ изслѣдованіи формы и состава этихъ псевдоморфныхъ кристалловъ.

Матеріаломъ къ настоящему изслѣдованію послужили два прекрасные, съ орѣхъ величиною, кристалла ахтарагдита, полученные мною отъ г. Пикторскаго.

Одинъ изъ нихъ представлялъ простой кристаллъ, другой—двойникъ.

Простой кристаллъ представлялъ тріакistetраедръ (фиг. 11, черт. V).

Прикладнымъ гониометромъ можно было хорошо сдѣлать измѣренія, такъ какъ плоскости и углы хорошо сохранились. Эти измѣренія дали:

Двугранный уголъ ребра В.	109°
Плоскій уголъ СС.	117°
Плоскій уголъ ВС.	31°.

Поэтому тріакistetраедръ долженъ быть выраженъ знакомъ $\frac{202}{2}$.

Двойникъ состоялъ изъ двухъ недѣлимыхъ такой же формы какъ и простой кристаллъ.

Оба недѣлимые имѣли общую вертикальную ось, по которой одинъ относительно другого былъ обернуть на 90°. Такимъ образомъ произошолъ двойникъ проростанія подобный тетраэдрическимъ двойникамъ блеклой мѣдной руды.

Кристаллы были облечены въ тонкую довольно твердую кору, которая въ лупу казалась какъ бы глазированной.

Внутренняя масса кристалловъ была землиста, прилипла къ языку и отдѣляла при дыханіи запахъ глины.

Наружный цвѣтъ кристалловъ цѣпельносѣрый, внутренняя масса свѣтлѣе, почти бѣлая.

Тусклъ. Непрозраченъ. Твердость 2,5. Удѣльный вѣсъ 2,32.

Порошокъ минерала отдѣлялъ при дѣйстви соляной кислоты небольшое количество угольной. При нагрѣваніи минералъ сплавлялся въ краяхъ въ сѣрый шлакъ.

При нагрѣваніи въ колбѣ отдѣлялъ воду.

Съ флюсами давалъ реакцію на желѣзо и кремнеземъ.

При анализѣ получено:

Кислор.

Кремнезема . . .	28,27	14,69	
Глинозема . . .	13,06	6,10	} 14,50.
Окиси желѣза . .	14,07	4,21	
Закуси желѣза . .	0,42	0,09	
Извести	14,41	4,19	
Магнезиі	20,07	7,88	
Углекислоты . .	1,00		
Воды	8,64	7,68	
Закуси марганца .	слѣды		
		<hr/>	
		99,94	

Такъ какъ кислородъ глинозема, окиси желѣза и извести равенъ кислороду кремнезема и, кромѣ того, кислородъ воды равенъ кислороду магнезиі, то ахтарагдитъ въ этомъ случаѣ состоялъ изъ:

70,23 частей граната съ

28,71 Mg H,

изъ которыхъ послѣдняя заключала въ себѣ небольшое количество углекислоты, а закусъ желѣза въ гранатѣ обращена большею частью въ окись. Если теперь дать отвѣтъ о первоначальномъ состояніи ахтарагдита, то онъ будетъ не болѣе какъ догадка. Такъ какъ смѣсь ахтарагдита состоитъ приблизительно изъ 1 ат. граната и 6 ат. Mg H, то легко могло быть что онъ состоялъ изъ 1 ат. граната и 2 ат. борацига = 2 Mg³ B'. Оба эти минерала встрѣ-

чаются въ формѣ $\frac{202}{2}$ и поэтому могутъ вмѣстѣ кристаллизоваться безъ измѣненія кристаллической формы. Пары воды могли вытѣснить борную кислоту, причемъ магnezія соединилась съ водою. Такимъ образомъ осталось соединеніе въ видѣ землистаго вещества, съ составомъ, изъ котораго въ настоящее время и состоитъ ахтарагдитъ т. е. изъ 1 ат. граната и 6 ат. Mg H

О ЯВЛЕНІЯХЪ, ПРОИЗВОДИМЫХЪ ПРОШЕДШИМЪ СКВОЗЬ МАЛЫЯ ОТВЕРСТІЯ СВѢТОМЪ.

(Продолженіе).

2) Измѣренія явленій диффракціи.

Описавъ общій видъ явленій диффракціи свѣта при проходѣ его черезъ малыя отверстія и всѣ измѣненія въ нихъ при разныхъ условіяхъ опыта, я перейду къ изложению результатовъ измѣреній; но предварительно мнѣ нужно описать употребленные мною при измѣреніяхъ приборы и методы.

О гелиостатѣ я уже сказалъ выше что было нужно; оптическую скамью, на которой устанавливались и по которой могли передвигаться собирательное стекло, щель и лупа, мнѣ не нужно описывать подробно: этотъ приборъ употребляется при весьма многихъ оптическихъ измѣреніяхъ и долженъ находиться во всякомъ физическомъ кабинетѣ, гдѣ производятся точныя оптическія наблюденія. Довольно сказать, что одинъ изъ двухъ стальныхъ рельсовъ, по коимъ двигались подставки съ укрѣпленными на нихъ упомянутыми выше вещами, былъ раздѣленъ на двадцатая части англійскаго дюйма. Такъ какъ дюймъ = 25,399 миллиметрамъ, то каждое дѣленіе = 1,27 мм.; эта величи-

на принималась при всѣхъ перечисленіяхъ, служившихъ для привода къ однороднымъ мѣрамъ сообщаемыхъ въ этомъ сочиненіи измѣреній и выводовъ. Оптическая скамья укладывалась на двухъ козлахъ, изъ коихъ одни ставились подъ передній конецъ скамьи, обращенный къ гелиостату, другія—подъ задній. По устройству физическаго кабинета с.-петербургской академіи наукъ, только передніе козлы можно было установить на каменномъ столбѣ, выведенномъ на каменномъ же сводѣ. Задніе козлы ставились просто на полъ, который однакожь устроенъ очень прочно и плотно. Колебанія оптической скамьи при наблюденіяхъ оказывали хотя малое, но ощутительное вліяніе на результаты измѣреній, если ѣзда по улицѣ была велика. Чтобы устранить это вліяніе, во-первыхъ, при проѣздѣ экипажей мимо физическаго кабинета наблюденія приостанавливались; во-вторыхъ, каждая измѣряемая величина опредѣлялась по среднему выводу изъ 10 и болѣе измѣреній. Число измѣреній для каждой величины зависѣло отъ величины разностей между ними; когда колебанія въ цифрахъ, получаемыхъ при измѣреніяхъ, были сравнительно велики, то число измѣреній увеличивалось.

Рельсамъ оптической скамьи давалось горизонтальное положеніе посредствомъ двухъ винтовъ, служившихъ для подыманія и опусканія задняго конца скамьи. Положеніе это тщательно вывѣрялось ватерпасомъ и скамья устанавливалась такъ плотно, чтобы въ ней не было замѣтно никакихъ независимыхъ отъ пола колебаній при передвиженіи по ней подставокъ, при невольныхъ прикосновеніяхъ наблюдателя и при другихъ подобныхъ случаяхъ.

Передвигавшіяся по скамѣ подставки состоятъ изъ мѣдныхъ цилиндрическихъ стоекъ, укрѣпленныхъ вертикально въ квадратной чугушной доскѣ, съ выемками на нижней сторонѣ близъ двухъ параллельныхъ между собою краевъ. Этими выемками чугушная доска или пьедесталь под-

ставки кладется на рельсы и свободно по нимъ передвигается. Посрединѣ того края чугунной доски, который двигается по рельсу съ дѣленіями, укрѣпленъ ноніусъ, десять дѣленій коего соотвѣтствуютъ девяти дѣленіямъ на рельсѣ; ноніусъ можетъ поворачиваться на оси его поддерживающей, но не можетъ нисколько передвигаться по длинѣ рельса. Положеніе 0 дѣленій ноніуса показываетъ на которомъ дѣленіи рельса остановлена ось цилиндрической стойки; а совпаденіе одного изъ дѣленій ноніуса съ дѣленіемъ рельса позволяетъ считать десятыя части послѣднихъ дѣленій. Я употреблялъ три такихъ подставки, изъ коихъ на первой или передней устанавливалъ собирательное стекло, на второй—средней—щель, и на третьей—задней—лупу. Дѣленія рельса и ноніуса могли показывать только разстоянія, на которыя передвигались подставки изъ какого-нибудь другого положенія, принятаго за первоначальное для опредѣленія другихъ разстояній. Точное же разстояніе стекла, щели и фокуса лупы въ этомъ первоначальномъ положеніи должно было опредѣлять особыми способами.

Для этихъ опредѣленій была особенно изготовлена мѣдная линейка, длиною въ 89 сантиметр., тщательно выстроганная въ строгальномъ станкѣ и отполированная; на одной плоскости линейки, посеребренной гальваническимъ путемъ, дѣлительной машиной нанесены дѣленія на сантиметры; промежутки между многими дѣленіями, гдѣ было нужнѣе, раздѣлены на миллиметры. Концы линейки отпилены и отполированы въ точности на 0 и на 89 сантиметр. длины. При измѣреніяхъ разстояній между стекломъ, щелью и лупой, описанная линейка просовывалась сквозь щель и укладывалась горизонтально на особыхъ штативахъ; передній конецъ ея подвигался къ собирательному стеклу, а къ заднему концу придвигалась лупа. Иногда требовалось опредѣлить разстояніе между вершиной зад-

ней поверхности собирательнаго стекла, плоскостью щели и фокусомъ лупы; иногда же между фокусомъ стекла, плоскостью щели и фокусомъ лупы. Посредствомъ того и другого измѣренія, сдѣланныхъ при одномъ собирательномъ стеклѣ, опредѣлялось его фокусное разстоянiе. Для удобства этихъ измѣреній были сдѣланы небольшія мѣдныя вилки, изображенныя въ фиг. 5 табл. V, которыя надѣвались на каждый конецъ линейки и устанавливались такъ, чтобы отполированный конецъ линейки и передняя сторона вилки находились въ одной плоскости. Въ центрѣ верхней, круглой части вилки было просверлено круглое отверстiе, которое на передней сторонѣ, обращенной на одномъ концѣ линейки къ стеклу, на другомъ—къ лупѣ, было заклеено тонкою бумагой; съ задней стороны вилки отверстiе это было окружено откосами *c*, уменьшавшими толщину его краевъ.

Когда нужно было опредѣлять разстоянiе между вершиною стекла, плоскостью щели и фокусомъ лупы, то переднiй конецъ линейки придвигался къ стеклу, такъ что вершина этого послѣдняго прикасалась къ бумагѣ, приклеенной къ вилкѣ; щель передвигалась вмѣстѣ съ подставкою и устанавливалась такъ, чтобы край ея совпалъ какъ можно точнѣе съ однимъ изъ дѣленiй на линейкѣ, и лупа, отъ которой было отвинчено находившееся въ фокусѣ ея стекло съ проведенною на немъ вертикальною чертою, придвигалась къ заднему концу линейки до тѣхъ поръ, пока надѣтая на этомъ концѣ вилка была видна черезъ лупу съ наибольшею ясностью, вмѣстѣ съ наклеенною на вилкѣ бумагой. Вмѣстѣ съ тѣмъ повѣрялась посредствомъ ватергаса совершенная горизонтальность линейки. Когда всѣ части прибора были такимъ образомъ установлены, то разстоянiе между вершиною стекла, плоскостью щели и фокусомъ лупы были уже извѣстны сами собою и оставалось только замѣтить дѣленiя, на кото-

рыхъ стояли подставки, чтобы опредѣлить ихъ первоначальное положеніе, отъ коего можно было потомъ считать величины всѣхъ передвиженій. Чтобы опредѣлить фокусное разстояніе стекла, то гелиостатомъ наводился на него солнечный свѣтъ и передній конецъ линейки съ вилкой на немъ отодвигался отъ стекла до тѣхъ поръ, пока на бумагѣ, наклеенной на вилкѣ и на которую сосредоточивался собирательнымъ стекломъ прошедшій черезъ него свѣтъ, оставалась наименьшая, но наиболѣе блестящая свѣтлая точка. Затѣмъ остальные части прибора устанавливались по прежнему и дѣленія подставокъ показывали величину ихъ передвиженій, равную фокусному разстоянію стекла.

Наиболѣе слабую часть этого способа измѣреній составляетъ установка задняго конца линейки въ фокусъ луны. Двойная лупа съ фокуснымъ разстояніемъ около 1,4 дюйм., употреблявшаяся много при наблюденіяхъ и укрѣпленная на третьей подставкѣ, не имѣла конечно такого опредѣлительнаго фокуса, чтобы, будучи наведена на предметъ съ наибольшею ясностью, она находилась всегда въ совершенно одинаковомъ разстояніи отъ него; небольшія передвиженія ея не были ощутительны для глаза и потому, повторяя этимъ способомъ измѣренія однихъ и тѣхъ же разстояній, я получалъ величины не совершенно одинаковыя, но однакожъ такія, разности между коими никогда не превосходили 1,5 мм. Мы потомъ увидимъ, что такая разность не можетъ оказать почти никакого вліянія на выводы изъ результатовъ измѣреній; несмотря на то, мнѣ хотѣлось избѣжать и этой небольшой неточности.

Для этого я ставилъ свѣчку шагахъ въ 10 или 12 отъ луны, съ противоположной стороны въ отношеніи къ той, гдѣ находилась щель, и устанавливалъ ее на штативѣ, такъ чтобы на бумагѣ, которою заклеено было круглое отверстіе въ вилкѣ, надѣтой на задній конецъ линейки,

получалась наименьшая, но наиболѣе свѣтлая точка. При этомъ способѣ отысканія фокуса лупы, фокусное разстояніе ея оказывалось всегда нѣсколько болѣе, нежели при наведеніи ея на предметъ съ наибольшею ясностью. Разность эта зависѣла отъ непараллельности лучей, исходящихъ отъ пламени свѣчки; ее можно уменьшить, увеличивая разстояніе между лупой и свѣчкой; но тогда на бумагѣ получится такая слабая свѣтлая точка, что опять нельзя съ увѣренностью находить положеніе фокуса. Затрудненій этихъ можно избѣжать, если заблаговременно опредѣлить съ точностью фокусное разстояніе лупы и закрѣпить ее въ подставкѣ такимъ образомъ, чтобы на этомъ заблаговременно опредѣленномъ разстояніи можно было съ точностью устанавливать что требуется. Я сказалъ уже выше, что разность въ опредѣленіи фокуснаго разстоянія лупы не превосходила 1,5 мм. и могла быть пренебрежена безъ ощутительныхъ послѣдствій.

Описанные до сего времени способы служили для опредѣленія съ достаточною точностью взаимныхъ разстояній между вершиною или фокусомъ собирательнаго стекла, щелью и фокусомъ лупы. Еще болѣе ощутительное вліяніе на вѣрность результатовъ измѣреній оказываетъ точное опредѣленіе ширины щели. Для наблюденій была употреблена мѣдная щель Гревезенда, у которой одинъ край оставался всегда неподвижнымъ, а другой можно было передвигать микрометрическимъ винтомъ для увеличенія и уменьшенія ширины щели. Оба края были заострены и при передвиженіяхъ острія находились постоянно въ одной плоскости.

Точное опредѣленіе ширины щели было достигнуто слѣдующимъ образомъ: подвижный край щели составлялъ длинный катетъ очень остраго на одной вершинѣ, прямоугольнаго треугольника, или клина, гипотенуза коего передвигалась посредствомъ винта вдоль края мѣдной плас-

тинки, укрѣпленной на неподвижной части щели и служившей для клина направляющею. На постоянно прикасавшихся между собою краяхъ гипотенузы и направляющей были сдѣланы дѣленія, для опредѣленія величины передвиженій клина. Каждое дѣленіе направляющей равнялось 1 мм., и 10 дѣленій на гипотенузѣ равнялись 9-ти дѣленіямъ направляющей, такъ что каждое дѣленіе гипотенузы было равно 0,9 мм. Такимъ образомъ гипотенуза служила ноніусомъ для направляющей; когда щель была совершенно закрыта, то нули дѣленій на гипотенузѣ и направляющей вполнѣ совмѣщались между собою. Передвиженія гипотенузы можно было опредѣлять по дѣленіямъ до 0,1 мм.; измѣненія въ ширинѣ щели составляли нѣсколько болѣе $\frac{1}{3}$ величины передвиженій; они вычислялись такъ: стороны прямоугольника или клина были тщательно вымѣрены посредствомъ очень точнаго, находящагося въ кабинетѣ академіи наукъ микрометра Фромана; измѣренія каждой стороны повторялись по нѣскольку разъ и изъ всѣхъ измѣреній взяты среднія выводы. Черезъ нѣкоторое время эти измѣренія повторены и опять сдѣланы средніе выводы для длины каждой стороны; оба раза средніе выводы для каждой стороны были весьма близки между собою. Сверхъ того, оба раза сумма квадратовъ катетовъ чрезвычайно мало разнилась отъ квадрата гипотенузы; такимъ образомъ была повѣрена вмѣстѣ и правильность прямоугольнаго треугольника, повѣренная предварительно простымъ прикладнымъ гониометромъ. Размѣры клина были слѣдующіе:

Гипотенуза . . .	=	74,50 мм.
Длинный катеть . . .	=	69,35 »
Короткій » . . .	=	27,22 »

По этимъ цифрамъ, передвиженіе гипотенузы на 1 мм. соотвѣтствуетъ измѣненію ширины щели на 0,36537 мм. Опредѣленные этимъ способомъ ширины щели я повѣрялъ

много разъ посредствомъ имѣющихся въ продажѣ стеклянныхъ микрометровъ, на коихъ сантиметръ раздѣленъ на 100 частей, при содѣйствіи микроскоповъ. Повѣрка эта не можетъ быть произведена съ такою же точностью, какъ приведенное выше опредѣленіе, уже потому, что ширина щели микрометромъ можетъ измѣряться только до 0,1 мм.; но при повѣркѣ я никогда не встрѣчалъ противорѣчій съ вычисленіями по изложенному способу; этимъ подтверждается вѣрность вычисленій.

Наконецъ, должно дать еще нѣсколько объясненій о способѣ измѣренія разстояній между внѣшними и внутренними темными линіями на свѣтлыхъ изображеніяхъ отверстій. Способъ этотъ совершенно одинаковъ съ употребленнымъ Френелемъ. Приборъ для измѣреній, вмѣстѣ съ подставками для собирательнаго стекла и щели, составлялъ принадлежность оптической скамьи физическаго кабинета; но луна съ короткимъ фокуснымъ разстояніемъ, входившая въ составъ прибора, была замѣнена тою, о которой говорилось выше. Въ цитированномъ выше мемуарѣ Френеля сказано, что для разсматриванія явленій дифракціи нужно употреблять не очень сильную луну; дѣйствительно, сильная луна, расширяя линіи интерференціи, дѣлаетъ измѣренія ихъ менѣе точными; микроскопъ, даже самый слабый, совсѣмъ уничтожаетъ ихъ, оставляя въ полѣ зрѣнія только полосы смѣшанныхъ радужныхъ цвѣтовъ. Въ фокусѣ употребленной двойной луны, съ фокуснымъ разстояніемъ около 1,4 дюйм., было укрѣплено тонкое стекло съ вертикальною чертою посрединѣ. Луна вмѣстѣ съ этимъ стекломъ была вдѣлана въ толстую мѣдную оправу, *a* (фиг. 6), у которой внутренніе края были круглые и обхватывали луну, а наружные почти квадратные съ фальцами или выемками на верхней и нижней сторонахъ, посредствомъ коихъ оправу съ луной вставлялась и могла передвигаться въ продолговатой мѣдной рамкѣ *b*.

На верхней пластинкѣ этой рамки были сдѣланы дѣленія, представлявшіе парижскій дюймъ, раздѣленный на 50 частей. На верхней сторонѣ лупы была прикрѣплена неподвижная стрѣлка или указатель, конецъ котораго указывалъ на дѣленія парижскаго дюйма. При измѣреніи разстоянія между двумя линіями интерференціи, нужно было черту e на стеклѣ, находившуюся въ фокусѣ лупы, наводить послѣдовательно на каждую изъ линій, между коими измѣнялось разстояніе. Это дѣлалось посредствомъ передвиженія микрометрическимъ винтомъ d всей лупы, вмѣстѣ съ прикрѣпленными къ ней стекломъ и указателемъ; при этомъ оставалась неподвижною только мѣдная рамка, въ которой ходила толстая мѣдная оправа лупы и которая была укрѣплена на подставкѣ, стоявшей на оптической скамьѣ. При полномъ оборотѣ микрометрическаго винта лупа подвигалась на $\frac{1}{50}$ часть пар. дюйма или на одно дѣленіе рамки, что и можно было видѣть по положенію конца указателя до и послѣ передвиженія на полный оборотъ винта. На головкѣ винта укрѣпленъ мѣдный кругъ e , окружность или ребро коего раздѣлено на 100 равныхъ частей. Другой неподвижный указатель f , конецъ котораго находился постоянно противъ самой верхней точки окружности этого круга, позволялъ считать сотые части оборота микрометрическаго винта, или $\frac{1}{5000}$ пар. дюйма. Извѣстно, что парижскій дюймъ = 27,07728 мм., $\frac{1}{50}$ часть его = 0,5415 мм., а $\frac{1}{5000}$ часть = 0,0054 мм. Эту мелкость дѣлений можно считать почти излишнею, потому что никакой глазъ не въ состояніи совершенно точно совмѣщать черту на стеклѣ съ самою темною серединой линій интерференціи. По причинѣ этой мелкости дѣлений, при повтореніи однѣхъ и тѣхъ же наблюденій, если *minimum* составлялъ не очень рѣзкую черту, разница въ получаемыхъ результатахъ нерѣдко доходила до 10 дѣлений или 0,054 мм. Впрочемъ я уже сказалъ выше, что чѣмъ болѣе бы-

ло колебаній въ результатахъ, тѣмъ было дѣлано бо́льшее число повтореній одного и того же наблюденія. При благоприятныхъ условіяхъ, т. е. при достаточной рѣзкости линій и при небольшомъ числѣ экипажей, проѣзжавшихъ мимо оконъ физическаго кабинета, достаточно было 9 или 10 наблюденій, въ которыхъ различіе въ числѣ дѣленій на головкѣ винта достигало 5 или много 7 цифръ; при условіяхъ менѣе благоприятныхъ, разность въ числѣ дѣленій достигала до 10 и очень рѣдко 15, число повтореній одного наблюденія доходило до 15, и притомъ немногія неудачныя наблюденія, которыхъ результаты ощутительно удалялись отъ средней цифры, совсѣмъ не принимались въ расчетъ.

Такъ какъ съ обѣихъ сторонъ отъ середины свѣтлыхъ изображеній щели линіи интерференціи расположены симметрично, что было доказано измѣреніемъ разстояній между симметричными линіями на обѣихъ сторонахъ отъ середины, которыя давали очень мало различающіяся между собою выводы, то былъ принятъ такой порядокъ измѣреній: черта на стеклѣ, находившемся въ фокусѣ луны, наводилась послѣдовательно на каждую изъ симметричныхъ линій и половина среднего разстоянія между ними, выведеннаго изъ многихъ измѣреній, принималась за разстояніе каждой черты отъ середины. Чтобы измѣреніе было точно, нужно позаботиться, чтобы черта на стеклѣ всею своею длиною совмѣщалась съ линіями интерференціи. Этого легко было достигнуть при употреблявшейся мною щели Гревезенда: она устроена была такъ, что ее можно было поворачивать въ вертикальной плоскости посредствомъ микрометрическаго винта.

Мнѣ остается только сообщить результаты измѣреній и потомъ рассмотреть ихъ теоретически. Положеніе внутреннихъ линій опредѣлялось мною постоянно при ширинѣ щели $= 0,840$ мм., а положеніе вѣшнихъ линій при

ширинѣ щели $= 0,402$ мм. Эти размѣры щели были очень удобны для измѣреній по достаточной ясности явленій и потому, что они наиболѣе соответствовали размѣрамъ оптической скамьи. Мнѣ уже не нужно было разматривать вліянія ширины щели на число внутреннихъ линій, такъ какъ вліяніе это было извѣстно по предварительнымъ наблюденіямъ, сообщеннымъ въ сочиненія: «О разсѣяніи свѣта» и пр. Наблюденія дѣлались постоянно надъ солнечнымъ свѣтомъ, отраженнымъ въ темную комнату геліостатомъ черезъ щель въ оконномъ ставнѣ, шириною отъ 2 до 3 мм., и направленнымъ на собирательныя стекла посеребреннымъ металлическимъ зеркаломъ, которое можно было поворачивать позади щели въ ставнѣ какъ около вертикальной, такъ и около горизонтальной оси.

При теоретическихъ вычисленіяхъ, относившихся къ произведеннымъ наблюденіямъ, я употреблялъ для длины волны бѣлаго свѣта величину $0,000571$ мм., выведенную Швердомъ изъ своихъ опытовъ надъ сгибаніемъ параллельныхъ лучей, при проходѣ черезъ отверстія. Френель для опытовъ надъ явленіями диффракціи употреблялъ однородный свѣтъ, получаемый посредствомъ пропусканія солнечнаго свѣта черезъ стекло густаго краснаго цвѣта. Онъ опредѣлялъ нарочно для своего стекла длину волны проходящаго сквозь него свѣта и повѣрялъ полученный результатъ тремя различными способами. Этотъ образъ дѣйствія имѣетъ для точныхъ измѣреній явныя преимущества передъ употребленіемъ солнечнаго свѣта, такъ какъ при однородномъ свѣтѣ всѣ мѣста бываютъ черные и не остается ни малѣйшаго сомнѣнія на счетъ того, что интерференція происходитъ между лучами, имѣющими приблизительно одинаковую длину волны. При солнечномъ же свѣтѣ, какъ мы видѣли, линіи интерференціи бываютъ разноцвѣтными, и должно думать, что величина $0,000571$ мм. не составляетъ средней величины для всѣхъ лучей, уничто-

женныхъ интерференцій въ разноцвѣтныхъ *minima*. Поэтому *minima* иногда раздвоивались, что препятствовало измѣреніямъ. Тѣмъ не менѣе однакожь опыты Шверда доказываютъ, что означенная величина довольно точна для вычисленій, относящихся къ явленіямъ диффракціи, и приведенныя мною ниже доводы казались мнѣ достаточными для увѣренности, что несовершенная точность этой величины не помѣшаетъ соображеніямъ о согласіи между теоріею и явленіями.

Я принужденъ былъ довольствоваться производствомъ наблюденій надъ солнечнымъ свѣтомъ, такъ какъ не могъ до сего времени собрать всѣхъ необходимыхъ приборовъ для опредѣленія длины волны однороднаго свѣта. Хотя я и произвелъ всего отъ 700 до 800 измѣреній ¹⁾ и хотя, повторяя измѣренія надъ однѣми и тѣми же линіями, я получалъ величины очень близкія между собою, такъ что въ удовлетворительности употребленныхъ способовъ не осталось ни малѣйшаго сомнѣнія; однакожь я совсѣмъ не считаю выводовъ своихъ окончательными: окончательные выводы можно сдѣлать только тогда, когда результаты наблюденій будутъ видимо соответствовать взятымъ для объясненія ихъ теоретическимъ предположеніямъ. Въ разсматриваемомъ предметѣ такое соответствіе еще далеко не достигнуто, какъ мы увидимъ это ниже; произведенныя мною измѣренія достаточны для доказательства неполноты теоретическихъ основаній, принятыхъ въ настоящее время для объясненія явленій диффракціи. Выше было уже сказано, что при опытахъ употреблялись два сферическія стекла съ фокусными разстояніями въ 17,58 и въ 2,03 мм. Каждое изъ нихъ было вставлено переднею,

¹⁾ Нѣкоторыя изъ этихъ измѣреній здѣсь не приводятся, такъ какъ они сдѣланы при условіяхъ, которые еще не разсматриваются въ этомъ сочиненіи.

болѣе плоскою стороною въ оправу діаметромъ отъ 6 до 6,5 мм.

Мы начнемъ изложеніе полученныхъ при измѣреніяхъ результатовъ съ самыхъ близкихъ разстояній лупы позади щели. Намъ извѣстно, что на этихъ разстояніяхъ ясно видны только внутреннія линіи, измѣрившіяся при ширинѣ щели въ 0,840 мм. и число которыхъ уменьшалось по мѣрѣ удаленія лупы отъ щели. Разстояніе между свѣтящеюся точкою и щелью мы по прежнему будемъ означать черезъ a , а разстояніе между щелью и фокусомъ лупы черезъ p .

Мы могли начать измѣреніе разстояній между темными линіями на такомъ разстояніи p , на коемъ число линій уменьшилось до четырехъ, потому что на этомъ разстояніи онѣ были уже довольно рѣзки и промежутки между ними были довольно велики для того, чтобы колебанія въ получаемыхъ результатахъ были малы сравнительно съ измѣряемыми величинами. Всѣ размѣры будутъ показаны въ миллиметрахъ.

Четыре линіи въ свѣтломъ изображеніи щели.

Сферическое стекло съ фокуснымъ разстояніемъ:

въ 17,58

въ 2,03

1) $a = 222,119$

$p = 60,823$

разстояніе 1-ой линіи отъ

средины = 0,054

разстояніе 2-ой линіи отъ

первой = 0,138

2) $a = 239,064$

$p = 65,0775$

разстояніе 1-ой линіи отъ

средины = 0,059

разстояніе 2-ой линіи отъ

средины = 0,149

3) $a = 239,064$

$p = 65,0775$

разстояніе 1-ой линіи отъ

средины = 0,0515

разстояніе 2-ой линіи отъ

средины = 0,1395

Изъ четырехъ линій двѣ среднія, названныя здѣсь 1-ми линія-

ми, такъ тонки, что цвѣтъ ихъ нельзя различить; крайнія или 2-я — синія съ красными внѣшними каймами, такъ что линіи эти кажутся двойными; измѣреніе дѣлано между синими линіями.

$$4) a = 760,0815$$

$$p = 65,0775$$

разстояніе 2-ой линіи отъ середины = 0,1615

Изъ четырехъ линій—двѣ крайнія или 2-ыя отъ середины—темнофіолетовыя; среднія красныя, но очень слабыя и при сотрясеніяхъ станка замѣняются весьма часто одною темною линією по срединѣ; измѣреніе среднихъ линій поэтому неудобно.

$$5) a = 221,484$$

$$p = 67,300$$

разстояніе 1-ой линіи отъ середины = 0,0595

разстояніе 2-ой линіи отъ середины = 0,1355

Крайнія линіи, названныя здѣсь 2-ми, явственнно состоятъ каждая изъ двухъ: синей и красной съ внѣш. стор. измѣреніе дѣлано между синими линіями.

Три линіи въ свѣтломъ изображеніи.

Сферическое стекло съ фокуснымъ разстояніемъ:

въ 17,58

$$6) a = 221,484$$

$$p = 86,985$$

разстояніе крайнихъ линій отъ средней = 0,1815

Три синихъ линій, изъ коихъ двѣ крайнія сопровождались двумя яркими красными линіями съ внѣшней стороны; измѣрялось разстояніе синихъ линій.

$$8) a = 221,484$$

$$p = 94,351$$

разстояніе крайнихъ линій отъ средней = 0,169

Крайнія линіи синія съ красными внѣшними каймами, которыя были тонки и имѣли почти видъ мѣлота; средняя линія красная.

въ 2,03

$$7) a = 239,064$$

$$p = 86,985$$

разстояніе крайнихъ линій отъ средней = 0,180

Крайнія линіи темныя въ срединѣ съ красными каймами снаружи и синими внутри; средняя темная и болѣе однородна.

9) $a = 239,064$

$r = 94,351$

разстояніе крайнихъ линій
отъ средней = 0,162

Крайнія линіи синія, съ выш-
шими довольно-темными красно-
оранжевыми каймами; средняя—
красная.

11) $a = 221,484$

$r = 100,066$

разстояніе крайнихъ линій
отъ средней = 0,168

Крайнія линіи — фіолетовыя,
средняя—красная.

10) $a = 239,064$

$r = 94,351$

разстояніе крайнихъ линій
отъ средней = 0,1615

Крайнія линіи состоятъ каждая
изъ двухъ, внутренней—синей и
вышней—темнаго и грязнаго бу-
рожелтаго цвѣта; эти линіи въ
нѣкоторыхъ мѣстахъ (вѣроятно,
по неровности одного края щели)
явно раздѣляются бѣлой средней
полоской. Черта въ фокусѣ лупы
устанавливалась на синей линіи,
которая темнѣе. Средняя линія
фіолетовая.

12) $a = 239,064$

$r = 100,066$

разстояніе крайнихъ линій
отъ средней = 0,1538

Крайнія линіи—фіолетовыя съ
вышними каймами грязножелта-
го цвѣта, средняя—красная.

Двѣ линіи въ свѣтломъ изображеніи.

Сферическое стекло съ фокуснымъ разстояніемъ:

17,58

13) $a = 221,484$

$r = 130,419$

разстояніе каждой линіи отъ
средины = 0,1125

Двѣ синія линіи, окруженныя
съ обѣихъ сторонъ нечистымъ
желтымъ цвѣтомъ.

15) $a = 221,484$

$r = 153,787$

разстояніе каждой линіи отъ
средины = 0,126

Двѣ темносинія линіи съ оран-
жевыми каймами.

16) $a = 239,064$

$r = 153,787$

разстояніе каждой линіи отъ
средины = 0,1345

Двѣ фіолетовыя линіи почти
безъ каймъ.

18) $a = 221,484$

$r = 158,740$

2,03

14) $a = 239,064$

$r = 130,419$

разстояніе каждой линіи отъ
средины = 0,108

Двѣ синія линіи, окруженныя
оранжевожелтымъ цвѣтомъ.

17) $a = 239,064$

$r = 153,787$

разстояніе каждой линіи отъ
средины = 0,1155

Двѣ фіолетовыя линіи безъ
каймъ.

19) $a = 239,064$

$r = 158,740$

разстояніе каждой линіи отъ
средины = 0,125

Двѣ фіолетовыя линіи безъ
каймь.

20) $a = 221,484$

$p = 185,591$

разстояніе каждой линіи отъ
средины = 0,144

Двѣ красныя линіи съ свѣтло-
голубымъ промежуткомъ.

21) $a = 239,064$

$p = 185,591$

разстояніе каждой линіи отъ
средины = 0,1495

Двѣ красныя линіи съ свѣтло-
голубымъ промежуткомъ.

разстояніе каждой линіи отъ
средины = 0,121

Двѣ фіолетовыя линіи безъ
каймь.

22) $a = 239,064$

$p = 185,591$

разстояніе каждой линіи отъ
средины = 0,1343

Двѣ красныя линіи съ свѣтло-
голубымъ промежуткомъ.

Расположеніе внѣшнихъ линій при ширинѣ щели = 0,402.

Сферическое стекло съ фокуснымъ разстояніемъ

въ 17,58

въ 2,03.

$a = 221,484$

$a = 221,475$

23)

24)

$p = 147,437$

Разстояніе 1-го

мінім. отъ середины = 0,237

— = 0,228

Разстояніе меж-

ду 1-мъ и 2-мъ мі-

німа = 0,277

— = 0,275

Разстояніе меж-

ду 2-мъ и 3-мъ мі-

німа = 0,271

— = 0,2335

Разстояніе меж-

ду 3-мъ и 4-мъ мі-

німа = 0,266

мініма становятся
слабы и измѣреніе
ихъ неудобно.

Геометрическая

граница тѣни на-

ходится отъ среди-

ны въ разстояніи

0,335

25)

26)

Разстояніе 1-го minimum. отъ середины . . .	$= 0,255$	} Въ этомъ разстояніи ширина свѣтлаго изображенія между границами геометрической тѣни равна по вычисленію $0,2500$, а половина этой ширины $= 0,1240$; слѣд 1-ый minimum находится внѣ границы тѣни.
Разстояніе между 1-мъ и 2-мъ minima	$= 0,281$	
Разстояніе между 2-мъ и 3-мъ minima.	$= 0,275$	

30) $= 274,437$

Разстояніе 1-го minimum. отъ середины . . .	$= 0,5345$	} Геометрическая граница тѣни находится въ разстояніи отъ середины— $0,2736$
Разстояніе между 1-мъ и 2-мъ minima.	$= 0,535$	

Изъ этихъ данныхъ выводится, что какъ внѣшнія такъ и внутреннія линіи при обоихъ собирательныхъ стеклахъ имѣли почти одинъ и тотъ же видъ на всѣхъ показанныхъ взаимныхъ разстояніяхъ между стекломъ, щелью и луной, но что разстоянія между ними были вообще меньше при стеклѣ съ меньшимъ фокуснымъ разстояніемъ. Произведенныя мною измѣренія не доставили новаго подтвержденія сдѣланнаго изъ предварительныхъ наблюденій вывода, что чѣмъ болѣе фокусное разстояніе стекла, т. е. чѣмъ лучи меньше расходятся изъ свѣтящейся точки, тѣмъ число внутреннихъ линій болѣе въ одинакихъ удаленіяхъ позади щели, т. е. онѣ тѣмъ медленнѣе сливаются между собою. Однакожъ, это не значитъ, чтобы измѣреніями этотъ выводъ былъ опровергнутъ: предварительныя наблюденія производились при употребленіи собирательныхъ стеколъ съ болѣе значительными разностями между фокусными разстояніями, и также при употребленіи однороднаго свѣта, имѣвшаго значительныя разности въ длинѣ волнъ. По этимъ причинамъ разности въ расположеніи линій были значительнѣе при этихъ наблюденіяхъ. Должно замѣтить еще, что число внутреннихъ линій въ свѣтлыхъ изображеніяхъ уменьшается на единицу не внезапно, но постепенно: линіи мало по малу дѣлаются свѣтлѣе, а промежутки между ними темнѣе, такъ что нельзя съ точно-

стью опредѣлить пункта, гдѣ напр. 3 линіи замѣняются двумя, а потому нельзя и сравнить, при которомъ изъ двухъ собирательныхъ стеколъ переходъ этотъ совершился ближе къ цели и при которомъ далѣе отъ нея.

Если разстояніе a между собирательнымъ стекломъ и целью увеличивается при постоянномъ разстояніи p между щелью и лупой, то ширина разстояній между линіями тоже становится болѣе. Сравненіе 2-го наблюденія съ 4-мъ 15-го наблюденія съ 16-мъ, 20-го съ 21-мъ, 23-го съ 29-мъ и 27-го съ 30-мъ ведетъ къ этому заключенію. Такое же вліяніе оказываетъ еще въ гораздо болѣе сильной степени увеличеніе p при постоянномъ a . Сравнивая 2-е наблюденіе съ 4-мъ, 23-е съ 29-мъ и 27-е съ 30-мъ мы увидимъ замѣтное увеличеніе разстоянія между линіями съ увеличеніемъ a ; но увеличеніе это окажется очень малымъ въ сравненіи съ измѣненіями, происходящими въ видѣ линій и въ разстояніяхъ между ними при увеличеніи p . Такимъ образомъ въ 4-мъ наблюденіи a увеличилось болѣе чѣмъ втрое, именно на 521,0175 мм. въ сравненіи со 2-мъ наблюденіемъ, и еще не совершился вполнѣ переходъ отъ четырехъ къ тремъ внутреннимъ линіямъ, между тѣмъ какъ достаточно было увеличить p приблизительно на 30 мм., чтобы получить три линіи, вмѣсто 4-хъ, достаточно было увеличить p на 70 мм., чтобы получить 2 линіи и можно было перейти къ одной линіи, увеличивши p приблизительно на 140 мм. Также самое мы видимъ и на внѣшнихъ линіяхъ.

Въ 29-мъ наблюденіи сравнительно съ 23-мъ и въ 30-мъ сравнительно съ 27-мъ, при увеличеніи a на 538,5975 мм., разстояніе между внѣшними линіями увеличилось очень мало, именно отъ 0,003 до 0,07 мм.; между тѣмъ какъ сравнивая 27-е наблюденіе съ 23-мъ и 30-е съ 29-мъ мы найдемъ, что при постоянномъ a и при увеличеніи p на 127

мм. разстоянія между линиями увеличились почти вдвое, именно на 0,217 до 0,280 мм.

Выводы эти согласуются съ заключеніями, сдѣланными выше по предварительнымъ наблюденіямъ. Должно однакожь замѣтить, что когда въ свѣтломъ изображеніи щели остается три внутреннія линіи, то взаимное разстояніе между ними уменьшается съ удаленіемъ позади щели, а не увеличивается. Это происходитъ отъ постепеннаго суженія и уничтоженія средней темной линіи и должно, повидимому, повторяться надъ тремя средними линіями всякій разъ при нечетномъ числѣ внутреннихъ линій въ свѣтломъ изображеніи.

Я сказалъ выше, что ошибка въ опредѣленіи положенія фокуса луны, которая можетъ простираться до 1,5 мм., не должна оказывать ощутительное вліяніе на результаты измѣреній; это легко видѣть по приведеннымъ результатамъ, потому что абсолютное уменьшеніе и увеличеніе разстояній между линиями вообще довольно мало при значительныхъ разностяхъ въ разстояніяхъ между лупой и щелью; при такой же незначительной разности какъ 1,5 мм. вовсе нельзя опредѣлить измѣреніемъ разности въ разстояніяхъ между линиями. Можетъ быть въ очень близкихъ разстояніяхъ позади лупы и эта ошибка окажетъ нѣсколько ощутительное вліяніе, но на такихъ разстояніяхъ нельзя даже сосчитать линій, не только измѣрять промежутки между ними.

3) *Теорія явленій диффракціи, установленная Френелемъ, и повѣрка ея наблюденіями.*

Теоретическія положенія, которыми Френель объясняетъ явленія диффракціи и изъ которыхъ онъ выводитъ формулы, служащія для опредѣленія положенія темныхъ ли-

ній и свѣтлыхъ промежутковъ, я изложу собственными его словами ¹⁾.

Колебанія свѣтящейся волны въ каждой изъ ея точекъ можно считать за сумму элементарныхъ движеній, которыя, дѣйствуя каждое отдѣльно, дойдутъ до этой точки въ одно и тоже мгновеніе отъ всѣхъ частей той же волны, разсматриваемой въ одномъ изъ ея предшествовавшихъ положеній.

Когда сила первоначальной волны была одинакова во всѣхъ частяхъ, то эта однородность сохранится и во время ея движенія, если ни одна изъ ея частей не будетъ остановлена или замедлена въ своемъ движеніи относительно сосѣднихъ съ нею частей. Это потому, что равнодѣйствующая элементарныхъ движеній, о которыхъ сказано выше, будетъ одна и таже для всѣхъ частей. Но если часть волны будетъ преграждена помѣщеніемъ на пути ея непрозрачнаго тѣла, тогда сила свѣта въ каждой точкѣ будетъ измѣниться сообразно съ разстояніемъ этой точки отъ края тѣни, и эти измѣненія будутъ особенно ощутительны вблизи отъ радіусовъ волны, касательныхъ къ краю непрозрачнаго тѣла, т. е. вблизи отъ геометрическихъ границъ тѣни.

Пусть C (фиг. 7) будетъ свѣтящая точка, AG —экранъ, AME —волна, дошедшая до A и прегражденная отчасти непрозрачнымъ тѣломъ, т. е. экраномъ. Предположимъ, что эта волна будетъ раздѣлена на безконечное множество маленькихъ дугъ Am' , $m'm$, mM , mn , nn' , $n'n$ и пр. Чтобы опредѣлить силу волны въ точкѣ p въ какомънибудь изъ ея послѣдующихъ положеній BpD , должно найти равнодѣйствующую всѣхъ элементарныхъ волнъ, которыя будутъ доходить до p отъ каждой изъ означенныхъ

¹⁾ См. упомянутый выше мемуаръ стр. 384 и слѣд.

частей первоначальной волны и будут дѣйствовать отдѣльно.

Такъ какъ движеніе, сообщенное всѣмъ частямъ первоначальной волны, было направлено по нормальнымъ линіямъ, то и движенія, которыя части эти будутъ стремиться сообщить ээиру, должны быть въ этомъ направленіи сильнѣе, чѣмъ во всякомъ другомъ; лучи свѣта, которые распространялись бы отъ каждой части волны, если бы она дѣйствовала отдѣльно, были бы тѣмъ слабѣе, чѣмъ они болѣе удалялись бы отъ означеннаго направленія.

Отысканіе закона, по которому измѣняется сила лучей вокругъ каждаго центра колебаній представить, безъ сомнѣніе, много затрудненій; но къ счастью мы не имѣемъ надобности знать этотъ законъ. Легко видѣть, что дѣйствія, производимыя этими лучами, почти совершенно уничтожаются, когда они составляютъ замѣтный уголъ съ нормальною линіей, такъ что лучи, оказывающіе ощутительное вліяніе на количество свѣта, получаемое точкою p , можно считать имѣющими равную силу.

Въ самомъ дѣлѣ, будемъ разсматривать лучи $Eр$, $Fр$, $Jр$, замѣтнымъ образомъ наклоненные къ нормальной и сходящіеся къ точкѣ p , которую мы предполагаемъ отстоящею отъ волны EA на большое число волненій. Возьмемъ двѣ дуги EF и FJ такой длины, чтобы разности $Eр - Fр$ и $Fр - Jр$ были равны половинѣ волненія. Такъ какъ лучи замѣтнымъ образомъ наклонены, а половина волненія очень мала въ отношеніи къ ихъ длинѣ, то двѣ взятыя дуги будутъ почти равны, и лучи, направляющіеся отъ нихъ къ точкѣ p , будутъ почти параллельны; такимъ образомъ, дѣйствіе соотвѣтственныхъ лучей, исходящихъ изъ обѣихъ дугъ, будетъ взаимно уничтожаться, потому что разность между длинами ихъ равна половинѣ волненія.

И такъ можно предположить, что всѣ лучи, сходящіеся къ точкѣ p отъ всѣхъ частей первоначальной волны AE ,

имѣютъ равную силу, потому что замѣтнымъ образомъ наклоненные лучи, для коихъ такое предположеніе было бы вѣточно, не имѣютъ ощутительнаго вліянія на количество получаемаго точкою p свѣта. По той же причинѣ, чтобы упростить вычисленіе равнодѣйствующей всѣхъ элементарныхъ волненій, можно считать колебательное движеніе ихъ происходящимъ по одному и тому же направленію, такъ какъ лучи составляютъ между собою очень малые углы. Такимъ образомъ задача приводится къ слѣдующему вопросу: пайти равнодѣйствующую какого бы то ни было числа системъ параллельныхъ волнъ свѣта, имѣющихъ одинакую длину и которыхъ сила и относительное положеніе извѣстны. Силы здѣсь пропорціональны длинамъ освѣщающихъ дугъ, а относительныя положенія обозначаются разностями въ пройденныхъ путяхъ.

Собственно говоря, мы рассматривали только сѣченіе волны плоскостью, перпендикулярною краю экрана въ точкѣ A . Разсмотримъ теперь волну во всемъ ея пространствѣ и предположимъ, что она раздѣлена на бесконечно тонкіе пучки меридіанами, проведенными въ равныхъ разстояніяхъ между собою перпендикулярно къ плоскости фигуры. Къ пучкамъ этимъ можно приложить рассужденія, сдѣланныя нами для сѣченій волны, и такимъ образомъ доказать, что лучи, замѣтнымъ образомъ наклоненные, взаимно уничтожаются.

Такъ какъ эти параллельные краю экрана пучки имѣютъ всѣ бесконечное протяженіе въ рассматриваемомъ случаѣ, когда волна свѣта преграждена только съ одной стороны, то сила равнодѣйствующей всѣхъ волненій, сходящихся отъ нихъ къ точкѣ p , будетъ одна и таже для каждаго пучка, потому что исходящіе изъ нихъ лучи должно считать имѣющими одинакую силу, по крайней мѣрѣ въ томъ очень маломъ пространствѣ первоначальной волны, которое имѣетъ ощутительное вліяніе на свѣтъ,

собирающійся въ точкѣ p , по причинѣ крайне малой разности въ пройденныхъ путяхъ. Сверхъ того, каждая частная равнодѣйствующая очевидно будетъ на одно и тоже количество позади относительно луча, вышедшаго изъ наиболѣе близкой къ p точки пучка, т. е. вышедшаго изъ той точки, гдѣ этотъ пучекъ пересѣкаетъ плоскость фигуры. Такимъ образомъ, интервалы между этими частными равнодѣйствующими будутъ равны разностямъ между путями, пройденными лучами Ap , $m'r$, tr и пр., заключающимися въ плоскости фигуры, а сила равнодѣйствующихъ будетъ пропорціональна дугамъ Am' , $m't$, tM , и пр. Поэтому, чтобы найти силу ихъ общей равнодѣйствующей, должно сдѣлать такое же вычисленіе, къ какому мы были приведены при разсмотрѣніи одного только сѣченіе волны плоскостью, перпендикулярною къ краю экрана.

Изъ основныхъ положеній, которыя предъ симъ были изложены, Френель выводитъ слѣдствія сначала посредствомъ простыхъ геометрическихъ соображеній и потомъ выводитъ интегральное выраженіе силы равнодѣйствующихъ всѣхъ лучей свѣта, сходящихся къ каждой точкѣ въ вертикальной плоскости, проходящей черезъ фокусъ луны. Мы будемъ слѣдовать этому же порядку, но ограничимся только тѣмъ случаемъ, когда свѣтъ проходитъ черезъ узкое отверстіе, оставивъ безъ изслѣдованія два другіе, разсмотренные Френелемъ случая: 1) когда свѣтъ проходитъ мимо одного только края экрана и 2) когда онъ преграждается очень малымъ, или очень узкимъ непрозрачнымъ тѣломъ, напр. металлическимъ кружечкомъ въ видѣ блески, или проволокой.

Геометрическія соображенія, относящіяся къ малымъ отверстіямъ, изложены Френелемъ въ 1-мъ примѣчаніи къ мемуару, на стр. 456, 457 и пр. и въ самомъ мемуарѣ, на стр. 390 и 391.

На стр. 456 и слѣд. Френель разсматриваетъ перемѣны въ силѣ освѣщенія, которыя будутъ происходить въ центрѣ круглаго отверстія, при измѣненіи разстояній между свѣтящеюся точкою, отверстіемъ и фокусомъ лупы.

Раздѣлимъ, говоритъ онъ, отверстіе на множество частей концентрическими съ его краемъ кругами, безконечно близкими между собою. Если мы предположимъ, что радіусы круговъ будутъ пропорціональны квадратнымъ корнямъ изъ обыкновенныхъ чиселъ, въ ихъ естественномъ порядкѣ 1, 2, 3 и т. д., то окружности будутъ измѣняться въ прогрессіи 1, 2, 3 и пр., а площади колець, заключающихся между двумя сосѣдними кругами, будутъ всѣ равны между собою. Это можно приложить къ части поверхности волны свѣта, достигающей до отверстія. Будетъ-ли эта волна сферическою или плоскою, мы раздѣлимъ ее такимъ образомъ на безконечное множество маленькихъ концентрическихъ колець, имѣющихъ равныя поверхности и отъ которыхъ слѣдовательно будетъ доходить до центра проекціи этого отверстія одинакое количество лучей, обладающихъ почти одинакой силой до тѣхъ поръ, пока наклонность ихъ не будетъ очень ощутительна. Должно замѣтить также, что лучи, доходящіе отъ каждаго кольца до центра проекціи, будутъ имѣть всѣ одинакую длину и слѣдовательно пройдутъ одинакіе пути и въ центрѣ проекціи будутъ вполне согласоваться въ фазахъ. Слѣдовательно, силы ихъ равнодѣйствующихъ будутъ пропорціональны поверхностямъ колець и значить равны между собою.

Разсмотримъ тотъ частный случай, когда разность въ пути между центральнымъ и тѣми лучами, которые доходятъ отъ края отверстія, содержитъ въ себѣ цѣлое число половинъ длины одного волненія, и сначала предположимъ, что это число будетъ четное: легко видѣть, что тогда всѣ элементарныя волны, доходящія до центра проекціи,

будутъ взаимно уничтожать другъ друга. Въ самомъ дѣлѣ, раздѣлимъ часть поверхности падающей волны, заключающуюся внутри отверстия, канцентрическими кругами, проведенными на такихъ разстоянiяхъ между собою, чтобы лучи, доходящiе отъ двухъ сосѣднихъ круговъ до центра проекцiи, различались въ длинѣ на половину волненiя; такимъ образомъ мы раздѣлимъ отверстие на столько колець, считая въ томъ числѣ и маленькiй среднiй кружечикъ, сколько половинъ волненiя заключается въ разности между центральнымъ и крайними лучами; и какъ число этихъ половинъ волненiя четное, то и число частей отверстия будетъ тоже четное. Но очевидно, что онѣ будутъ имѣть одинакiе поверхности, или другими словами, что онѣ будутъ заключать каждое одинакое число элементарныхъ колець, о которыхъ было говорено выше; сверхъ того очевидно, что въ двухъ сосѣднихъ частяхъ, отъ соотвѣтственныхъ элементарныхъ колець будутъ доходить до центра проекцiи лучи, находящiеся въ полномъ противодѣйствiи между собою. Слѣдовательно, всѣ лучи, сходящiеся въ этой точкѣ отъ двухъ сосѣднихъ частей, будутъ взаимно уничтожаться, и какъ число частей четное, то произойдетъ полное уничтоженiе всѣхъ элементарныхъ волнъ, исходящихъ изъ падающей волны, и центръ проекцiи отверстия совсѣмъ не будетъ освѣщенъ. Напротивъ, онъ будетъ имѣть самое сильное освѣщенiе, когда разность въ пути между центральнымъ и крайними лучами будетъ содержать нечетное число половинъ волненiя, потому что въ такомъ случаѣ одна изъ частей останется нисколько не ослабленною и будетъ освѣщать центръ проекцiи.

Если мы пожелаемъ теперь узнать какое отношенiе существуетъ между силой освѣщенiя въ этомъ послѣднемъ случаѣ и силой освѣщенiя центра проекцiи тогда, когда вовсе не будетъ никакого экрана, то достаточно примѣ-

нить изложенные выше сужденія къ тому случаю, когда отверстіе бесконечно широко. Но чтобы получить точный результатъ, не должно предполагать, что каждая часть или кольцо конечной ширины уничтожаетъ дѣйствіе, производимое сосѣднимъ кольцомъ, котораго лучи различаются въ фазисѣ на половину волненія. Это потому, что хотя поверхности обоихъ колець и сила испускаемыхъ ими лучей различаются между собою бесконечно мало, но разности эти, какъ бы малы онѣ не были, будучи повторены бесконечное число разъ, могутъ дать ощутительныя величины. Будетъ гораздо точнѣе если мы скажемъ, что исходящія изъ каждаго кольца волненія уничтожаются половиною абсолютныхъ скоростей, съ коими достигаютъ центра проекціи лучи, принадлежащія предшествующему и слѣдующему кольцу. Это потому, что если разности между двумя сосѣдними кольцами, о которыхъ мы говорили, будутъ бесконечно малыми величинами перваго порядка, то онѣ сдѣлаются бесконечно малыми величинами втораго порядка, когда будемъ сравнивать поверхность кольца и силу его лучей съ полусуммою поверхностей и силъ лучей двухъ колець, между коими первое расположено. Посему уже нельзя болѣе опасаться, чтобы въ результатѣ произведеннаго такимъ образомъ вычисленія произошла ощутительная ошибка отъ суммы пренебреженныхъ величинъ, какъ бы ни было велико ихъ число.

Прилагая этотъ ходъ вычисленія къ отверстию конечной (т. е. малой) величины, мы пришли бы къ тѣмъ же результатамъ, какіе были нами найдены другимъ способомъ слаганія элементарныхъ волнъ. Въ самомъ дѣлѣ, если лучи каждаго кольца будутъ уничтожены половиною абсолютныхъ скоростей волнъ двухъ сосѣднихъ колець, то останется неуничтоженною только половина абсолютныхъ скоростей маленькаго центральнаго кружка и край-

няго кольца. Неуничтоженные лучи обѣихъ этихъ частей также уничтожатся взаимно, если число дѣлений четное, и взаимно усилятъ другъ друга, если число дѣлений нечетное, такъ что въ послѣднемъ случаѣ произойдетъ такое количество свѣта, какое дало бы одно кольцо или маленькій центральный кружокъ. Это слаганіе и это вычитаніе будутъ, разумѣется, точны только тогда, когда лучи не будутъ имѣть слишкомъ ощутительнаго наклона.

Предположимъ теперь, что круглое отверстіе будетъ безконечно велико; такъ какъ элементарные волны становятся тѣмъ слабѣе, чѣмъ болѣе соотвѣтствующіе имъ лучи удаляются отъ нормальнаго направленія къ падающей волнѣ, то силу лучей, идущихъ отъ крайняго кольца, можно считать равною нулю, и потому остается только половина абсолютныхъ скоростей, сообщенныхъ частицамъ ээира лучами маленькаго центральнаго кружка. Такимъ образомъ, такъ какъ сила свѣта пропорціональна квадратамъ абсолютныхъ скоростей, то когда отверстіе имѣетъ неопредѣленную величину, или когда вовсе не бываетъ никакого экрана, тогда разсматриваемая нами точка получаетъ вчетверо менѣе свѣта, нежели при экранѣ съ круглымъ отверстіемъ такого діаметра (относительно къ положенію экрана), что разность между среднимъ и крайними лучами равна нечетному числу половинъ волненія. Какой бы ни былъ діаметръ отверстія, всегда можно удовлетворить этому условію, измѣняя соотвѣтственнымъ образомъ разстояніе картона, на которомъ уловляется тѣнь, и даже, въ случаѣ необходимости, измѣняя разстояніе между свѣтящеюся точкою и отверстіемъ.

Означая черезъ r радіусъ круглаго отверстія и черезъ a и p разстоянія экрана до свѣтящейся точки и до картона, разность въ пути между центральнымъ лучемъ и тѣмъ, которые достигаютъ центра проекціи отъ окружности отверстія, равна

$$\frac{1/2 r^2 (a+p)}{ap}$$

Посредствомъ этой формулы легко можно вычислить разстоянія на коихъ должны быть помѣщены картонъ или фокусъ луны, служащей для разсмотрѣнія бахромокъ (т. е. линій интерференціи), чтобы получить минимумъ или максимумъ свѣта въ центрѣ проекціи отверстия. Для этого достаточно уравнять это выраженіе четному или нечетному числу половинъ волненія, при чемъ получаемъ, въ первомъ случаѣ,

$$\frac{r^2 (a+p)}{ap} = 2n\lambda,$$

а во второмъ,

$$\frac{r^2 (a+p)}{ap} = (2n+1)\lambda.$$

Посредствомъ этихъ двухъ уравненій можно вычислить для всѣхъ величинъ 1, 2, 3 и проч., избранныхъ для n , разстояніе p , соотвѣтствующее максимумъ или минимумъ при однородномъ свѣтѣ, длина волненія коего λ извѣстна.

О вѣдшихъ minima и maxima, Френель говоритъ на стр. 390 и 391 слѣдующее:

Пусть AB (фиг. 8) будетъ отверстіе, черезъ которое пропускается свѣтъ; предположимъ, что оно достаточно узко для того, чтобы темная полоса перваго порядка (первый минимумъ, считая отъ середины) приходилась за геометрической границей тѣни экрана и была достаточно удалена отъ краевъ E и F . Пусть P будетъ самая темная точка одной изъ двухъ симметрически расположенныхъ полосъ; легко видѣть, что она должна соотвѣтствовать разности, равной длинѣ одного волненія, между двумя крайними лучами AP и BP . Въ самомъ дѣлѣ, если проведемъ другой лучъ PM такимъ образомъ, чтобы длина его была средняя между длинами двухъ первыхъ, то

вслѣдствіе значительнаго наклона ихъ къ дугѣ *AB* сферической волны, точка *M* придется почти въ срединѣ этой дуги. Дуга будетъ слѣдовательно раздѣлена на двѣ части, соотвѣтственные элементы коихъ будутъ приблизительно равны, и отъ нихъ будутъ доходить до точки *P* вполне разногласящія волненія, которыя поэтому должны взаимно уничтожаться.

Изъ подобныхъ же разсужденій легко вывести, что самыя темныя точки другихъ темныхъ полосъ будутъ соотвѣтствовать разностямъ, равнымъ четному числу половинъ волненія, въ длинѣ лучей, идущихъ къ этимъ точкамъ отъ обоихъ краевъ отверстія; а самыя свѣтлыя точки свѣтлыхъ полосъ будутъ соотвѣтствовать разностямъ въ длинѣ тѣхъ же лучей, равнымъ нечетному числу половинъ волненія. И такъ, *minima* и *maxima* должны занимать положенія прямо противоположныя тѣмъ, какія можно бы было вывести изъ полнаго согласія или разногласія крайнихъ лучей, при той гипотезѣ, что они одни только образуютъ бахромки. (*)

Переходя къ повѣркѣ этихъ двухъ выводовъ изъ геометрическихъ соображеній посредствомъ приведенныхъ выше измѣреній, намъ почти не нужно говорить, что въ формулѣ

$$\frac{1/2 r^2 (a+r)}{ar} \dots \dots \dots (1),$$

приложенной къ щелямъ, *r* должно означать половину ширины щели и что затѣмъ выводы, сдѣланные Френелемъ, совершенно одинаково прилагаются къ щелямъ, какъ и къ круглымъ отверстіямъ. Мы сказали уже, что для блага свѣта мы принимаемъ длину волженія $\lambda = 0,000571$.

(*) Извѣстно что Томасъ Юнгъ приписывалъ образованіе бахромокъ лучамъ, отраженнымъ краями отверстій, и Френель сначала тоже держался этого мнѣнія.

Когда въ свѣтломъ изображеніи или, по выраженію Френеля, проекціи щели замѣчается 4 линіи, то въ срединѣ находится свѣтлый промежутокъ и результаты наблюденій должны удовлетворять уравненію:

$$\frac{r^2 (a+p)}{ar\lambda} = 2n+1$$

Вычисленіе по этой формулѣ даетъ для наблюденія (1) разность между каждымъ изъ крайнихъ и центральнымъ лучами = 6,470.

Разность эта почти соотвѣтствуетъ переходу изъ maximum въ minimum; если бы она была равна 7, то по теоріи приходился бы наиболѣе сильный maximum на срединѣ изображенія; при разности, равной 6, теорія указывала бы на рѣзкій minimum; слѣдовательно 6,5 и 6,47 указываютъ почти на точку перехода. Такимъ образомъ наблюденіе (1) не согласуется съ теоріей и несогласіе это дѣлается еще яснѣе въ наблюденіяхъ (2), (3) и (5); для (2) и (3) разность въ длинѣ лучей равна 6,039, для (5)—5,985; обѣ цифры очень близки къ самому темному minimum, тогда какъ въ дѣйствительности оказывается maximum.

Только наблюденіе (4), при которомъ значительно изменено a , даетъ по вычисленію величину 5,155, близко подходящую къ самому сильному maximum, какъ это замѣчается и въ дѣйствительности.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда въ изображеніяхъ отверстій видны были 3 линіи, посрединѣ приходился minimum, между тѣмъ какъ вычисленіе давало maximum для слѣдующихъ наблюденій:

$$(6) \text{ — } 4,946.$$

$$(7) \text{ — } 4,844.$$

$$(8) \text{ — } 4,669.$$

Вычисленіе показывало переходъ отъ maximum къ minimum въ наблюденіяхъ (9) и (10)—4,567 и (11)—4,482 и

наконецъ только при одномъ наблюдѣніи (12) — 4,380, т. е. здѣсь вычисленіе согласно съ дѣйствительностью давало *minimum*.

Двѣ линіи являются въ свѣтломъ изображеніи при слѣдующихъ разностяхъ:

		Вычисленныя величинны соотвѣтствуютъ.
	(13) — 3,764	} <i>minima</i> .
	(14) — 3,661	
	(15) — 3,404	} <i>maxima</i>
(16) и (17)	— 3,286	
	(18) — 3,341	
	(19) — 3,238	
	(20) — 3,059	
(21) и (22)	— 2,956	

Мы видимъ отсюда, что только наблюдѣнія (13) и (14) не согласуются съ теоріей; но нельзя не замѣтить еще, что для наблюдѣній (21) и (22) вычисленіе дало величину, близко подходящую къ самому сильному *maximum*, тогда какъ въ дѣйствительности уже замѣтенъ былъ переходъ къ одной линіи посрединѣ изображенія. Такимъ образомъ, на томъ разстояніи p между щелью и лупой, на которомъ произведены эти наблюдѣнія, несогласіе между теоріею и явленіями еще продолжается; однакожъ, оно уже ослабѣваетъ, такъ какъ теорія съ увеличеніемъ разстояній p требуетъ все менѣе быстрыхъ перемѣнъ въ положеніи линій.

Разсматривая снова выводы изъ вычисленій, относящихся ко всѣмъ упомянутымъ выше наблюдѣніямъ, мы находимъ что, при измѣненіи разности между каждымъ изъ крайнихъ и центральнымъ лучами въ предѣлахъ почти отъ 3 до 6,5 λ , въ дѣйствительности произошло два перехода отъ *maximum* къ *minimum* на срединѣ изображенія, т. е. число линій уменьшилось на двѣ; но

теоріи же, при такомуъ измѣненіи разстоянія p , должно было произойти четыре порехода, именно при 3λ долженъ быть maximum въ срединѣ изображенія; отъ $3,5$ до $4,5$ — minimum; отъ $4,5$ до $5,5$ — maximum и отъ $5,5$ до $6,5$ minimum. И такъ, теорія требуетъ гораздо болѣе быстрыхъ измѣненій въ положеніи линій, нежели какія оказываются въ дѣйствительности. Къ тому же самому результату ведутъ и измѣренія разстояній между внѣшними линіями.

Мы займемся прежде выводомъ формулы, которая могла бы служить для опредѣленія разностей въ длинѣ двухъ лучей свѣта, сходящихся къ одной точкѣ отъ краевъ щели. Предположимъ, что въ фиг. 8 D будетъ свѣтящаяся точка; АВ горизонтальное сѣченіе щели; О фокусъ лупы или центръ изображенія щели. Чтобы показать выводъ формулы (1), употребленной Френелемъ, проведемъ къ центру О изображенія крайніе лучи АО и ВО и назовемъ разстояніе DM черезъ a , разстояніе MO черезъ p и половину ширины щели черезъ r . Длина луча DAO опредѣлится изъ двухъ прямоугольныхъ треугольниковъ DMA и AMO:

$$DA + AO = \sqrt{a^2 + r^2} + \sqrt{p^2 + r^2}$$

Такъ какъ r чрезвычайно мало относительно a и p , то величины корней квадратныхъ изъ двучленовъ можно вывести съ весьма достаточною точность по формуламъ, служащимъ для вычисленія степеней двучленныхъ величинъ, пренебрегая въ нихъ всѣми членами, кромѣ двухъ первыхъ; такимъ образомъ получимъ

$$\sqrt{a^2 + r^2} = a \left(1 + \frac{1}{2} \frac{r^2}{a^2} \right) = a + \frac{r^2}{2a}$$

$$\sqrt{p^2 + r^2} = p + \frac{r^2}{2p}$$

$$DA + AO = a + p + \frac{r^2}{2a} + \frac{r^2}{2p}.$$

Длина центрального луча $DO = a + p$, а потому разность между центральнымъ и крайнимъ лучами

$$DA + AO - DO = \frac{r^2}{2a} + \frac{r^2}{2p} = \frac{1}{2} \frac{r^2 (a + p)}{ap}.$$

Теперь возьмемъ какую нибудь точку P за геометрической границей тѣни, къ которой сходятся проходящiе черезъ края щели лучи свѣта DAP и DBP , и изъ этой точки опустимъ перпендикуляръ PC на плоскость щели. Выраженiя для лучей DAP и DBP будутъ слѣдующiя:

$$DA + AP = \sqrt{a^2 + r^2} + \sqrt{p^2 + (OP - r)^2}$$

$$DB + BP = \sqrt{a^2 + r^2} + \sqrt{p^2 + (OP + r)^2}$$

Разность между этими лучами такова:

$$\begin{aligned} DB + BP - DA - AP &= BP - AP = \\ &= \sqrt{p^2 + (OP + r)^2} - \sqrt{p^2 + (OP - r)^2}; \end{aligned}$$

$$\text{Но } \sqrt{p^2 + (OP - r)^2} = p + \frac{(OP - r)^2}{2p}.$$

$$\sqrt{p^2 + (OP + r)^2} = p + \frac{(OP + r)^2}{2p}.$$

Подставляя вмѣсто равныхъ равныя величины, мы легко выведемъ

$$BP - AP = \frac{2r \cdot OP}{p}.$$

Если бы была взята другая точка P' за геометрической границей тѣни, то для этой точки опять

$$BP' - AP' = \frac{2r \cdot OP'}{p}$$

Геометрическія соображенiя Френеля требуютъ, чтобы для cadaго minimum было

$$\frac{2r \cdot OP}{r\lambda} = n \dots \dots \dots (2)$$

т. е. цѣлому числу, такъ что для послѣдовательныхъ темныхъ линій, по мѣрѣ удаленія отъ середины, разность между крайними лучами, дѣленная на длину одного волненія, должна возрастать въ такомъ порядкѣ $n + 1$, $n + 2$ и т. д.; слѣдовательно, для двухъ сосѣднихъ линій должно быть

$$\frac{2r}{r\lambda}(OP' - OP) = 1 \dots \dots \dots (3)$$

Перейдемъ къ повѣркѣ этого вывода явленіями. Измѣренія, сдѣланныя при уменьшенной до 0,402 мм. ширинѣ щели, доказываютъ, что внѣшнія линіи становятся рѣзкими и съ удобствомъ могутъ быть измѣряемы уже тогда, когда двѣ линіи замѣнились одною и когда эта одна линія, перемѣнивъ послѣдовательно всѣ цвѣта, изъ темной сдѣлалась свѣтлою и очень широкою. Однакожъ, сначала эта свѣтлая полоса еще не занимаетъ всей ширины свѣтлаго изображенія въ геометрическихъ границахъ тѣни, за которыми начинаются внѣшнія линіи. Внутри этихъ границъ (см. наблюденія 23—26 включительно) свѣтлая полоса ограничивается однимъ minimumъ съ каждой стороны, не столь рѣзкимъ, какъ внѣшнія линіи, и цвѣтъ котораго ровный, смѣшанный, тогда какъ внѣшнія линіи состоятъ, какъ мы видѣли, изъ нѣсколькихъ разноцвѣтныхъ полосъ. На достаточномъ удаленіи однакожъ средняя свѣтлая полоса занимаетъ весь промежутокъ между двумя первыми внѣшними линіями, расположенными симметрично по обѣ стороны отъ середины (см. наблюденія 27—30).

Вычисленіе показываетъ, что разности между крайними и среднимъ лучами на срединѣ свѣтлыхъ изображеній должны соответствовать тахіма при всѣхъ произве-

денныхъ наблюденіяхъ, именно: при наблюденіи (23) разность эта равна 0,799λ, при наблюденіяхъ: (25)—0,655λ, (27) — 0,577λ, (29) — 0,573, (30) — 0,351. Слѣдовательно, здѣсь уничтожается разногласіе между теоріей и явленіями въ этомъ отношеніи, и уничтожается уже на всѣ дальнѣйшія разстоянія между щелью и лупой, такъ какъ нигдѣ не можетъ болѣе оказаться темная линія по срединѣ ни по теоріи, ни въ дѣйствительности.

Первая внѣшняя линія появляется при слѣдующихъ разностяхъ въ длинѣ крайнихъ лучей, по формулѣ (2):

При наблюденіяхъ (23)	2-й minim.	2,449λ
— — — (25)	— —	2,572λ
— — — (27)	1-й —	1,193λ
— — — (29)	— —	1,218λ
— — — (30)	— —	1,371λ

Ширина промежутковъ между первою и второю внѣшними линіями, будучи вставлена въ формулу (3)

$$\frac{2r}{r\lambda} (OP' - OP) = 1,$$

вмѣсто $OP' - OP$, даетъ не 1, какъ слѣдуетъ по теоріи, но

при наблюденіяхъ: (23)	между 2 и 3 minima	1,293
— — — —	3 — 4 —	1,270
— — — (25)	— 2 — 3 —	1,368
— — — (27)	— 1 — 2 —	1,365
— — — —	— 2 — 3 —	1,252
— — — (29)	— 1 — 2 —	1,342
— — — —	— 2 — 3 —	1,313
— — — (30)	— 1 — 2 —	1,372

И такъ по теоріи minima и maxima должны смѣшаться быстрѣе, сравнительно съ тѣмъ, какъ это показываютъ явленія.

Замѣтимъ сверхъ того, что формулы (2) и (3) ведутъ къ заключенію, что положеніе внѣшнихъ линій не зави-

сильно вовсе отъ разстоянія a между свѣтящеюся точкою и щелью, тогда какъ сравненіе измѣреній (29) и (30) съ (23) и (27) указываетъ скорѣе на слабую зависимость между разстояніемъ a и положеніемъ внѣшнихъ линій.

Нельзя оставить безъ вниманія того постояннаго результата измѣреній, что первый, считая отъ геометрической границы тѣни, промежутокъ между внѣшними линіями всегда шире втораго. Изъ приведенныхъ цифръ, къ первому промежутку относятся: 1,293, 1,368, 1,365, 1,342, 1,372; ко второму — 1,270, 1,252, 1,313. Френель объяснилъ это неравенство на стр. 392 своего мемуара: оно зависитъ, по его мнѣнію, отъ несовершенной точности геометрическихъ соображеній.

Мы заключимъ эту повѣрку теоріи наблюденіями замѣчаніемъ, что теорія вовсе не указываетъ на какое либо вліяніе фокуснаго разстоянія собирательныхъ стеколъ на видъ и размѣры явленій, между тѣмъ какъ измѣренія ведутъ къ неопровержимому заключенію, что съ уменьшеніемъ фокуснаго разстоянія собирательныхъ стеколъ, ширина промежутковъ между темными линіями, какъ внутренними, такъ и внѣшними, уменьшается. Уменьшеніе это незначительно, но обнаруживалось постоянно при всѣхъ сравнительныхъ измѣреніяхъ, произведенныхъ съ употребленіемъ двухъ стеколъ, фокусныя разстоянія которыхъ значительно различаются. Оно было обнаружено уже при предварительныхъ изслѣдованіяхъ и представляетъ замѣчательную аналогію съ другими явленіями диффракціи.

Извѣстно, что если смотрѣть на пламя свѣчи или вообще на какую нибудь сильно свѣтящуюся точку черезъ опушку пера или черезъ ткань, приблизивши глазъ къ опушкѣ или ткани, которыя мы будемъ называть общимъ именемъ сѣтки, то на разстояніи a между сѣткой и свѣтящейся точкой, не пре-

восходящемъ 1 или 1.5 дюйма, мы увидимъ только свѣтящуюся точку съ нѣскольکو разсѣявшимся свѣтомъ вокругъ нея. При увеличеніи же разстоянія a , отъ свѣтящейся точки начнутъ отдѣляться въ разныя стороны, смотря по направленію нитей въ сѣткѣ, спектры, состоящіе изъ радужныхъ полосъ. Взаимное разстояніе между спектрами увеличивается съ удаленіемъ сѣтки отъ свѣтящейся точки, но увеличеніе это становится все менѣе и менѣе съ возрастаніемъ a , и на нѣкоторомъ разстояніи, равномъ 20 или 25 шагамъ при употребленіи для наблюденій пламени свѣчки и еще меньшемъ для свѣтящейся точки меньшаго размѣра, взаимное разстояніе между спектрами дѣлается постояннымъ для всѣхъ болѣе значительныхъ величинъ a . Здѣсь, точно также какъ и при разсматриваемыхъ нами явленіяхъ, увеличеніе разстояній между спектрами зависитъ отъ уменьшенія степени расходимости лучей или степени уклоненія ихъ отъ взаимнаго параллелизма. Чтобы устранить это условіе изъ математическихъ выраженій для закона дифракціи, Фрауенгоферъ и Швердъ придавали возможную параллельность лучамъ, падающимъ на сѣтки. Въ разсматриваемыхъ явленіяхъ условіе это не можетъ быть устранено и потому выраженія, выведенныя Фрауенгоферомъ и Швердомъ, не могутъ быть къ нимъ приложены; между тѣмъ уравненіе (2) представляетъ не болѣе, не менѣе какъ извѣстную формулу Фрауенгофера, служащую для опредѣленія положенія такъ называемыхъ спектровъ согнутыхъ лучей при перпендикулярномъ къ плоскости отверстія паденіи свѣта, но отнесенную къ лучу свѣта, идущему къ точкѣ p черезъ центръ отверстія (1).

1) Мы относимъ формулу къ среднему лучу, потому что по теоретическимъ предположеніямъ Фрауенгофера и Френеля отношеніе

Упомянутая мною формула пишется обыкновенно такъ:

$$e \cdot \sin \delta = m\lambda,$$

гдѣ e есть ширина отверстія, которая въ формулѣ (2) обозначена черезъ $2r$, а δ есть уголъ PMO , котораго синусъ равенъ $\frac{PO}{PM}$. Если мы въ обѣихъ формулахъ вырази-

мъ соответственныя величины одинаковыми буквами, то

получимъ по формулѣ Фраунгофера: $\frac{2r \cdot OP'}{PM} = m\lambda$, по

формулѣ (2) — $\frac{2r \cdot OP}{r} = m\lambda$.

Разность между r и PM для ближайшихъ къ центру явленія темныхъ линий или спектровъ, которые одни только видны черезъ одно отверстіе, ничтожна; для перваго спектра отъ середины она приблизительно можетъ быть вычислена такъ:

$$PM = \sqrt{r^2 + OP^2} = r + \frac{OP^2}{2r}.$$

Мы видѣли изъ результатовъ измѣреній, что величина OP сама по себѣ очень мала; но квадратъ ея, раздѣленный на удвоенное разстояніе между отверстіемъ и лупой даетъ величину очень малую, ощутительную только въ третьей или четвертой десятичной цифрѣ очень большой относительно ея величины PM . На измѣренной ширинѣ промежутка разность эта вовсе не можетъ отозваться. При слѣдующихъ спектрахъ разность эта должна возрастать и промежутки должны нѣсколько суживаться, что однакожь тоже не можетъ быть ощутительно для измѣренія.

крайнихъ и промежуточныхъ лучей къ среднему въ обонхъ случаяхъ одно и тоже.

И такъ мы прилагаемъ здѣсь одинакія формулы и одинакія геометрическія соображенія въ обстоятельствахъ неодинакихъ и которыя мы не можемъ сравнивать съ математической точностью. Неодинаковость эта очень важна въ томъ отношеніи, что намъ неизвѣстно насколько выводы изъ формулы Фрауенгофера удаляются отъ размѣровъ явленія, при уменьшеніи разстоянія между отверстиемъ и свѣтящейся точкой, изъ которой лучи свѣта расходятся во всѣ стороны.

И. Полетика.

(Окончаніе въ слѣдующемъ номерѣ).

ГОРНОЕ ХОЗЯЙСТВО и СТАТ СТИКА.

ОЧЕРКЪ СОВРЕМЕННОГО ПОЛОЖЕНІЯ ГОРНАГО ДѢЛА ВЪ РОССІИ ¹⁾.

Горная промышленность Россіи, стоявшая, за исключеніемъ золотопрмышленности, втеченіе пятидесяти лѣтъ, почти неподвижною, была, въ послѣднее десятилѣтіе, вызвана къ новой жизни тремя весьма важными обстоятельствами.

1) Улучшеніемъ въ боевомъ вооруженіи арміи и флота, послѣ крымской и особенно американской войны, совершаемомъ необыкновенно быстро и получившемъ въ военномъ отношеніи преимущественное значеніе. Несомнѣнно, что въ наше время побѣждаетъ уже не численность и искусство полководца, а превосходство вооруженія.

2) Уничтоженіемъ въ 1861 г. крѣпостнаго права, которое вызвало рядъ крупныхъ преобразованій, временно нарушившихъ экономическій и административный порядокъ на заводахъ, сложившійся тамъ вѣками.

3) Сооруженіемъ желѣзныхъ дорогъ, развитіемъ пароходства и приложеніемъ машинъ къ сельскому хозяйству. создавшими совершенно новыя потребности для нашего горнаго дѣла.

¹⁾ Статья эта есть результатъ впечатлѣній автора во время поѣздки его по уральскимъ заводамъ лѣтомъ нынѣшняго года.

Собразно съ этимъ, на долю горнаго управленія выпали въ послѣднее время три чрезвычайно важныя и трудныя задачи, удачное исполненіе которыхъ не въ силахъ быть можетъ и для цѣлаго поколѣнія, тѣмъ болѣе невозможно требовать ихъ отъ насъ столь поспѣшно, какъ бы того желали многіе.

Задачи эти состоятъ:

1) Въ приведеніи казенныхъ горныхъ заводовъ въ то положеніе, въ которомъ они могли бы легко удовлетворять самымъ прихотливымъ требованіямъ арміи и флота.

2) Въ облегченіи для частныхъ горныхъ заводовъ, лишенныхъ дешеваго обязательнаго труда и не имѣвшихъ почти денежныхъ оборотныхъ капиталовъ, возможности перенести удачно столь важный экономическій кризисъ.

3) Въ развитіи горнаго промысла и механическаго производства въ новыхъ мѣстностяхъ Россіи, болѣе доступныхъ и выгоднѣйшихъ относительно проектированной теперь сѣти желѣзныхъ дорогъ.

Если при щедромъ пособіи правительства, горному управленію удалось почти совершить первую задачу, какъ легчайшую, то многое еще остается сдѣлать въ отношеніи второй задачи, гдѣ вліяніе правительства можетъ быть только косвенное. Для исполненія же третьей, сдѣланы до сихъ поръ только незначительныя попытки.

Настоящая статья сдѣлаетъ бѣглый очеркъ, какъ исполненныхъ уже мѣропріятій, такъ и того, что остается еще сдѣлать въ этомъ направленіи. При этомъ я буду имѣть въ виду почти исключительно уральскую горную промышленность, какъ по ея первенствующему значенію, такъ и потому, что горные промыслы и заводы подмосковныя, Царства Польскаго, кавказскіе и Земли Войска Донскаго находятся въ особыхъ специальныхъ условіяхъ.

Положеніе казенныхъ горныхъ заводовъ вообще улучшается, что видно изъ суммы ежегодно исполненныхъ ими

для военнаго и морскаго министерствъ нарядовъ, а именно было приготовлено:

Въ 1863 году	на	2,364,574	руб.
» 1864	»	2,776,709	»
» 1865	»	2,560,010	»
» 1866	»	3,409,170	»
» 1867	»	3,424,176	»

Кромѣ того казенные заводы и золотые промыслы исполняютъ ежегодно много нарядовъ министерства финансовъ.

При этомъ необходимо имѣть въ виду, что производительность казенныхъ заводовъ все еще далеко не достигаетъ полного круга своей дѣятельности.

Въ настоящее время можно сказать, что заводы обезпечены достаточными заказами только чугуна, чугушныхъ пушекъ, снарядовъ, мѣдныхъ трубокъ и холоднаго оружія, въ особенности же первыхъ двухъ. Наряды же разныхъ сортовъ желѣза, стали, стальныхъ орудій, желѣзныхъ судовъ и т. п. далеко не удовлетворяютъ потребности заводовъ. При этомъ даны заказы желѣза и издѣлій самыхъ разнообразныхъ сортовъ и въ весьма небольшомъ количествѣ, что очевидно не позволяетъ готовить ихъ съ требуемой дешевизной. Это тѣмъ болѣе невыгодно, что на улучшение всѣхъ заводовъ, приготовляющихъ именно эти издѣлія, какъ болѣе важныя и требующія болѣе усовершенствованной техники, были затрачены въ послѣднее время весьма значительныя суммы.

Недостатокъ нарядовъ служить причиною, почему нѣкоторые казенные заводы принуждены теперь вступитъ въ обоюднo-невыгодную конкуренцію съ частными заводами и заниматься приготовленіемъ сортоваго и листового желѣза на продажу, выдѣлкою рельсовъ, постройкою локомотивовъ, буксирныхъ пароходовъ и т. п.

Но невыгода этой конкуренции далеко не может сравниться съ убытками, которые понесло-бы правительство и государство отъ временнаго прекращенія работъ на многихъ заводахъ. Разрушеніе населенія и потеря тысячи необходимыхъ и ничѣмъ не замѣнимыхъ мастеровъ далеко неоправдали бы грошовыхъ сбереженій отъ закрытія заводовъ.

Примѣромъ можетъ служить Камско-Воткинскій заводъ.

Великолѣпное заведеніе это по богатству и разнообразію своихъ механическихъ средствъ, по многочисленному мастеровому населенію составляетъ едва ли не первый заводъ въ Россіи. Даже г. Безобразовъ отнесъ его къ числу тѣхъ, оставленіе которыхъ въ рукахъ казны наиболѣе желательно; между тѣмъ если бы руководствоваться количествомъ полученныхъ имъ въ настоящемъ году нарядовъ отъ морскаго и военнаго министерствъ, то является необходимость въ закрытіи завода.

Очевидно, что горное вѣдомство не можетъ оставаться равнодушнымъ къ такому положенію завода и всячески старается ему пріискать заказы. Репутация Воткинскаго завода такъ велика, что онъ и теперь могъ бы имѣть много частныхъ заказовъ на крупныя подѣлки, особенно со стороны механическихъ заводовъ, расположенныхъ по Волгѣ.

Еще значительнѣе успѣхи сдѣланы казенными заводами въ техническомъ отношеніи. Кто небылъ на заводахъ до 1863 г., тотъ изъ сравненія настоящаго положенія съ порядкомъ, описаннымъ въ отчетѣ г. Фелькнера ¹⁾, можетъ легко убѣдиться, что въ такой короткій промежутокъ времени выполнено въ техническомъ отношеніи на казенныхъ заводахъ, благодаря щедрости правительства и постояннымъ усиліямъ центральной и мѣстной горной ад-

¹⁾ Горный Журналъ 1864 г.

министраціи. Хотя В. П. Безобразовъ и говорить, что по его личному наблюденію техника казенныхъ заводовъ отстала отъ частныхъ, но при этомъ прибавляетъ «исключая литой стали, пушекъ, снарядовъ и другихъ военныхъ принадлежностей,» т. е., другими словами, всего, что составляетъ теперь гордость современнаго горнаго человѣка, потому что не въ кричномъ же желѣзѣ можно показать въ настоящее время свое техническое превосходство. Прогрессъ заводской техники легче всего оцѣнить въ деньгахъ. Въ настоящее время есть на казенныхъ заводахъ механизмы, стоящіе дороже чѣмъ прежніе заводы. Испытаніе одной пушки по своей цѣнности превосходитъ производительность порядочнаго частнаго завода.

Успѣхи казенной заводской техники заключаются въ особенности въ приготовленіи: *стальныхъ пушекъ*, которыя на Пермскомъ сталепушечномъ заводѣ доведены до возможнаго совершенства. Заводъ, основанный въ новомъ мѣстѣ всего пять лѣтъ тому назадъ, дѣйствовавшій валовымъ образомъ не болѣе двухъ лѣтъ и недавно еще затруднявшійся въ приготовленіи 4-хъ фунтовыхъ орудій, нынѣ удачно приготовилъ уже 8-ми дюймовое орудіе, выдержавшее болѣе 1100 выстрѣловъ, и готовится готовить 9-ти дюймовыя орудія. Такой успѣхъ достигнуть обученіемъ сотни мастеровъ и приложеніемъ физическихъ наблюденій свойствъ употребляемой стали.

8-ми дюймовое орудіе, выдержавшее столь блистательную пробу, приготовлено со сплошнымъ каналомъ, обтянутымъ стальными кольцами. Казенная часть запирается французскимъ замкомъ, который оказывается весьма удобнымъ.

Физическія испытанія стали состоятъ въ настоящее время на Пермскомъ заводѣ въ томъ, что всѣ приготовленныя орудія подвергаются слѣдующимъ опытамъ:

1) По всей длинѣ канала кольцевого сверла вынимаются цилиндры, изъ которыхъ приготовляются стволы (трубки) съ толщиной стѣнокъ въ $\frac{1}{4}$ калибра и длиной 12-ть калибровъ. Они разрываются на гидравлическомъ прессѣ, при чемъ величина сопротивленія при разрывѣ опредѣляется приборомъ Родмана. Отдѣльно взятое, это испытаніе опредѣляетъ степень однородности орудія по всей его длинѣ.

2) Изъ клиноваго отверстия, выше и ниже центральной оси орудія, вынимаются два бруска и испытываются на разрывъ; они высверливаются приблизительно по касательной, къ каналу испытаніе это даетъ абсолютное сопротивленіе металла поперекъ орудія.

Если сопротивленіе стволыковъ равномерно то и абсолютное сопротивленіе по всей длинѣ орудія должно быть одинаково. Оба способа испытанія, взятые вмѣстѣ, даютъ совершенно полное понятіе о сопротивленіи пушки: стойкость стволика зависитъ отъ абсолютнаго сопротивленія металла по касательной, и стойкость эта будетъ наибольшая относительно абсолютнаго сопротивленія, когда въ стѣнкахъ нѣтъ никакихъ пороковъ. Сопротивленіе стволика въ $\frac{1}{4}$ калибра равно 43% абсолютнаго сопротивленія бруска въ 1 квадратный дюймъ поперечнаго сѣченія; число это опредѣлено спеціальными опытами. Если же сопротивленіе будетъ значительно менѣе 43%, то это показываетъ, что въ стѣнкахъ орудія существуетъ плоскость ослабленія, дѣлающая орудіе неблагонадежнымъ.

Пороховая проба нѣкоторыхъ орудій вполне доказала необходимость связи обоихъ способовъ испытанія. Напримѣръ въ № 503 относительное сопротивленіе стволыковъ было около 30% и орудіе разорвалось не выдержавъ и трети положеннаго числа выстрѣловъ.

Въ стальномъ дѣлѣ заслуживаетъ вниманія приготовленіе ружейныхъ стальныхъ стволовъ въ Златоустѣ, для

Ижевскаго завода, единственный недостатокъ которыхъ пока въ дороговизнѣ, происходящей отъ несовершенно прочнаго водворенія тамъ этого дѣла.

На оборотъ, цудлинговая сталь Серебрянскаго завода, вслѣдствіе недостаточно строгой браковки чугуна, оказалась неудовлетворительнаго качества, отчего Пермскій заводъ предполагаетъ готовить ее у себя, не смотря на нѣкоторую передачу въ цѣнѣ сыраго матеріала. По приказанію г. директора горнаго д-та, на будущее время строгая браковка, принимаемаго для дѣла стали, гороблагодатскаго чугуна сдѣлана обязательною.

Въ Златоустѣ бытъ сдѣланъ удачный опытъ приготовленія стальныхъ осей, рессоръ и бандажей и возникло предположеніе о введеніи тамъ производства ихъ въ большемъ видѣ. Нѣкоторыя соображенія показываютъ однако преждевременность этого введенія. До сихъ поръ потребность Россіи въ стальныхъ осяхъ, бандажахъ и рессорахъ не превышаетъ 70,000 пудовъ въ годъ, изъ этого количества Обуховскій сталелитейный заводъ получилъ уже заказовъ до 40,000 пудовъ въ годъ, остальное количество желѣзныя дороги получаютъ изъ заграницы. Издѣлія эти сдѣланы изъ бессемеровскаго металла и безъ сомнѣнія наши издѣлія изъ литой стали, не смотря на ихъ прочность, далеко не могутъ конкурировать съ ними по цѣнѣ.

Приготовление снарядовъ изъ литой стали обѣщаетъ также много въ будущемъ.

Литье чугунныхъ орудій можно считать въ настоящее время на Уралѣ совершенно организованнымъ. Въмѣсто двухъ незначительныхъ заводовъ со слабыми механизмами и удаленныхъ отъ пристаней, новый Пермскій чугунопущечный заводъ представляетъ по своему устройству и удачной организациіи работъ нѣчто замѣчательное и приносить величайшую честь строителю, Г. А. Гразгофу. Получая для своихъ произведеній чугуны гороблагодат-

скіе, каменскіе и уткинскіе, заводъ можетъ исполнять орудія самаго большого калибра.

Закладка Пермскаго чугунопушечнаго завода произведена была 8 августа 1864 г. Первое орудіе на немъ отлито въ мартѣ 1866 года.

Съ начала дѣйствія его по августъ 1868 г. на немъ уже приготовлено орудій:

1) 24-хъ фунтовыхъ:

а) окончательно приготовлено къ сдачѣ 266
и изъ нихъ отправлено уже къ мѣстамъ назначенія 199

б) находится въ отдѣлкѣ. 53 ор.

2-е) 12-ти фунтовыхъ: находится въ отдѣлкѣ 4

3-е) мортирь 5-ти пудовыхъ:

а) приготовлено къ сдачѣ 20

б) находится въ отдѣлкѣ. 26

Одинъ пудъ приготовленныхъ пушекъ, по средней цѣнѣ обошелся:

а) цѣховыми расходами . 1 р. 55 к.

б) съ накладными. . . 2 р. 37 к.

в) съ пороховой пробой . 3 р. 20 к.

Въ теченіи года Пермскій чугунопушечный заводъ можетъ приготовить при нормальномъ дѣйствіи:

а) 12-ти фунтовыхъ орудій 350 штукъ или 35,000 пуд.

или б) 24-хъ фунтовыхъ 250—53,750

или в) 3-хъ пуд. бомбовыхъ 180—73,800

или г) 15-ти дюймовыхъ 75—90,000

Кромѣ того съ послѣдними орудіями приготовится на малыхъ станкахъ 12-ти или 24-хъ фунтовыхъ орудій 75 штукъ или 15,000 пудъ. Независимо отъ орудій онъ можетъ отлить въ теченіи года изъ быстроохлаждаемаго чугуна 10,000 штукъ 8-ми дюймовыхъ снарядовъ.

Въ настоящее время заводъ занятъ приготовленіемъ перваго 20-ти дюймоваго орудія, отливаемаго по американскому способу съ охлажденіемъ внутри. Гигантская модель этого орудія обратила на себя вниманіе Его Высочества Великаго Князя Владиміра Александровича. Удачная отливка этой пушки будетъ новымъ торжествомъ русскаго горнаго дѣла и будетъ служить лучшимъ отвѣтомъ на всѣ обвиненія нашего вѣдомства.

Отливку снарядовъ нельзя еще назвать на Пермскомъ заводѣ прочно устроенною.

Броня Камскаго завода по многочисленнымъ опытамъ на заводѣ и на Волковомъ полѣ (см. Журналъ комисіи) оказывается неуступающей бронѣ извѣстнаго Темзенскаго завода Броуна и далеко превосходящей броню Колпинскаго завода морскаго вѣдомства. Въ цѣнѣ разница еще значительна, но заводъ однако не имѣетъ теперь наряда брони и за малымъ требованіемъ корабельнаго большемѣрнаго желѣза принужденъ былъ взять на себя заказъ рельсовъ.

Рельсовое производство, между тѣмъ, по экономическимъ условіямъ своимъ можетъ идти съ выгодною только на дешевомъ чугунѣ и если возможно на каменномъ углѣ. И того и другого пока недостаетъ еще уральскимъ заводамъ, потому едва ли это производство можетъ быть здѣсь прочно водворено. Заводъ Нижне-Салдинскій гг. Демидовыхъ, пользуясь сравнительно дешевымъ чугуномъ и имѣя достаточно горючаго матеріала, даетъ всего 3 коп. на пудъ рельсовъ барыша. Въ техническомъ отношеніи хотя и встрѣчаются еще въ рельсовомъ производствѣ Камскаго завода неполадки, но все-таки можно считать всѣ трудности побѣжденными.

На Камскомъ заводѣ обращаетъ еще на себя вниманіе удачный опытъ приготовленія желѣзныхъ амбразуръ, по-

лученіе значительнаго наряда на кои при высокой цѣнѣ этого рода издѣлій весьма значительно.

Воткинскій заводъ, всегда славившійся прекраснымъ приготовленіемъ различныхъ предметовъ для морскаго вѣдомства, въ настоящее время, какъ я выше замѣтилъ, имѣеть очень мало заказовъ; причина тому въ сокращеніи потребности въ желѣзныхъ судахъ, вслѣдствіе сокращенія каспійской и черноморской флотилій, въ цѣпяхъ—отъ устройства этого производства въ Колпинскомъ заводѣ, и въ якоряхъ—вслѣдствіе большого запаса таковыхъ въ морскомъ вѣдомствѣ отъ расформированія большей части судовъ прежней конструкции.

Взамѣнъ того на Воткинскомъ заводѣ сдѣланъ опытъ приготовления локомотивовъ. Полученный въ настоящее время заказъ 8-ми локомотивовъ очень невеликъ сравнительно со средствами завода, но безъ сомнѣнія удачное его исполненіе обратить вниманіе на дальнѣйшую возможность готовить локомотивы на Уралѣ изъ своего желѣза.

Благодаря замѣчательному усердію управителя судостроительнаго заведенія, г. Алексѣева, это производство столь новое начинаетъ устраиваться. Необходимыя постройки возводятся быстро и дешево, а мастеровые получаютъ необходимый навыкъ. При дороговизнѣ на Воткинскомъ заводѣ сырыхъ матеріаловъ, происходящей отъ истощенія въ заводской дачѣ лѣсовъ и дороговизнѣ доставляемаго издалека чугуна, развитіе въ обширныхъ размѣрахъ механическаго и особенно локомотивнаго дѣла съ его цѣнными произведеніями, гдѣ работа играетъ главную роль, представляется наилучшимъ исходомъ для дѣятельности завода.

Если собственно Воткинское судостроительное заведеніе не имѣеть заказовъ судовъ, то механическая Пермскаго сталелитейнаго завода, благодаря своему выгодному положенію на Камѣ и извѣстнымъ качествамъ остальныхъ

издѣлій завода, имѣеть очень много частныхъ заказовъ. Приготовленные пароходы «Николай Воронцовъ», «Колва» и др. отличаются большою силою, прекрасною конструкціей и сравнительною дешевизной. Постройка пароходовъ признается необходимою, пока заводъ, не получивъ достаточнаго наряда стальныхъ пушекъ, неимѣеть возможности поддерживать дѣятельности своей механической и можетъ такимъ образомъ потерять опытныхъ мастеровъ.

Мы не будемъ останавливаться на столь извѣстномъ приготовленіи на Уралѣ, на Златоустовской оружейной фабрикѣ, холоднаго оружія, но обратимъ вниманіе на незначительное съ виду, но тѣмъ не менѣе замѣчательное приготовленіе мѣдныхъ ударныхъ трубокъ. На Уралѣ производство это сосредоточено на заводахъ Нижне-Туринскомъ и Златоустовскомъ. Въ обоихъ замѣчается быстрое пониженіе цѣвъ на приготовленіе этихъ весьма сложныхъ издѣлій. Пониженіе это равняется 100%. Въ особенности замѣчательна организація этой работы особою артелью, независимую въ своемъ хозяйствѣ въ Нижне-Туринскомъ заводѣ.

Выдѣлка новой мѣдной монеты, представляющая, сравнительно съ приготовленіемъ старой, значительныя трудности, производится теперь очень хорошо на Екатеринбургскомъ монетномъ дворѣ. При этомъ необходимо имѣть въ виду, что большую часть монеты монетный дворъ принужденъ чеканить изъ податной мѣди, которая доставляется обыкновенно шпейзофенная и неочищенная въ гармажерскомъ горну, а потому весьма низкаго качества.

Расходы по приготовленію новой монеты еще нѣсколько велики, но это происходитъ, какъ отъ новости дѣла, такъ и отъ того, что на монетный дворъ отнесена значительная часть накладныхъ расходовъ Екатеринбургскаго округа, находящагося въ этомъ отношеніи въ неблагоприятныхъ условіяхъ.

Слабою стороною уральскаго горнаго дѣла является теперь выплавка чугуна, неудовлетворяющая современнымъ потребностямъ въ этомъ металлѣ.

Хотя въ послѣднее время и было сооружено нѣсколько печей новой усовершенствованной системы, давшей сравнительно съ прежнею замѣчательные результаты, но число ихъ еще весьма незначительно по отношенію съ числомъ печей прежней системы, выстроенныхъ болѣе 100 лѣтъ тому назадъ и въ настоящее время совершенно неудовлетворительныхъ.

Въ этомъ случаѣ особенное вниманіе обращаетъ на себя Верхне-Туринскій заводъ, въ которомъ находится 5 доменныхъ печей, изъ которыхъ однако ни одна не можетъ дѣйствовать удовлетворительнымъ образомъ. Сооружаемая тамъ печь новой конструкціи только отчасти восполнить недостатокъ въ чугунѣ, повсемѣстно чувствуемый на заводахъ.

Имѣя въ виду, что чугунъ составляетъ основаніе всего желѣзнаго производства и что цѣна чугуна повторяется много разъ во всякаго рода издѣліяхъ, необходимо этотъ матеріалъ имѣть всегда по дешевой цѣнѣ. Между тѣмъ только цѣною чугуна заводовъ Кусинскаго и Саткинскаго можно удовлетвориться въ настоящее время, цѣны же несравненно болѣе важныхъ по своему положенію заводовъ Гороблагодатскихъ все еще значительны.

Они не велики конечно, если сравнивать ихъ съ тѣмъ, во что обходится чугунъ большей части частныхъ заводовъ ¹⁾ даже наилучше устроенныхъ,—но пониженіе цѣны въ будущемъ весьма важно; потому необходимо затратить нѣкоторую сумму какъ на постройку новыхъ до-

¹⁾ На извѣстныхъ по своему образцовому управленію заводахъ графини Строгановой по отзыву управленія чугунъ обходится въ Билбасевскомъ заводѣ въ 45 к., въ Кувинскомъ въ 33 к. пудъ.

менных печей, такъ и въ особенности на примѣненіе къ старымъ печамъ всѣхъ усовершенствованій, давно употребляемыхъ на заводѣ.

За границею нѣтъ теперь домень, дѣйствующихъ на древесномъ углѣ, которыя не пользовались бы нагрѣтымъ дутьемъ, не имѣли закрытаго колошника, отвода газовъ и т. п. Всѣ эти улучшенія весьма у насъ возможны, и опыты для нихъ сдѣланы въ Кушвинскомъ и другихъ заводахъ.

Въ видахъ удешевленія чугуна была принята новая система поставки угля съ торговъ артелями, особыя мѣры къ устройству и познанію лѣсовъ, и обращено вниманіе на улучшеніе разработки горы Благодати, которая работалась столь неправильно, что одно время возникло даже сомнѣніе въ богатствѣ этого единственнаго въ своемъ родѣ мѣсторожденія желѣзныхъ рудъ. Въ настоящее время, подъ руководствомъ г. Лесенко, всѣ работы ведутся по возможности правильно, и остается только сожалѣть, что большая часть рудъ изъ этого мѣсторожденія богато сѣрою. Кромѣ того, въ заводскихъ дачахъ производятся теперь развѣдки желѣзныхъ рудъ съ цѣлью обезпеченія чугуномъ тѣхъ казенныхъ желѣзныхъ заводовъ, которые могутъ быть переданы въ частныя руки независимо отъ дѣйствующихъ чугуноплавильныхъ заводовъ.

Правильныя работы отозвались уже на удешевленіи руды. Въ 1867 г. руда обоилась на горѣ Благодати по 2,35 к. за пудъ, въ 1868 г. по 1,84 к., а съ причисленіемъ суммы употребленной на вскрышу пустыхъ породъ въ тѣ мѣсяцы, въ которые добыча рудъ непроизводилась по 1,95 к., т. е. дешевле противъ предыдущаго года на 20%.

Весьма неудовлетворительнымъ является теперь положеніе Князе-Михайловской фабрики. Основаніе въ ней сталепушечнаго дѣла повлекло сооруженіе весьма цѣн-

ныхъ построекъ и приготовленіе многочисленныхъ мастеровъ, остающихся теперь безъ работы.

Если сталелитейная имѣетъ еще въ настоящее время занятіе въ приготовленіи стальныхъ ружейныхъ стволовъ, то того же нельзя сказать о сверлильной и механической. Между тѣмъ сооруженіе именно этихъ фабрикъ поглотило значительнѣйшія суммы.

Наиболѣе выгоднымъ въ настоящее время былъ бы для Князе-Михайловской фабрики нарядъ мѣдныхъ орудій современной конструкціи, такъ какъ при этомъ потребовалось бы весьма мало новыхъ сооружений и была бы занята самая выгодная часть завода — механическая, остающаяся почти въ бездѣйствіи. Судя по свѣдѣніямъ, помѣщеннымъ въ «Артиллерійскомъ Журналѣ», потребность правительства въ мѣдныхъ орудіяхъ въ настоящее время такъ велика, что наши арсеналы далеко не могутъ ее исполнить.

Кромѣ развитія Князе-Михайловской фабрики отливка на Уралѣ мѣдныхъ орудій послужила бы и къ оживленію мѣднаго производства, сбытъ для котораго, помимо другихъ условій, сокращается и отъ уменьшенія въ послѣднее время вѣса мѣдной монеты.

Еще настоятельнѣе необходимость въ новомъ значительномъ ассигнованіи денегъ на устройство Турьинскихъ рудниковъ Богословскаго округа. Восьмидесятилѣтнія непрерывныя работы истощили запасы прежнихъ лѣтъ; капитальныхъ же развѣдокъ мѣсторожденія можно сказать не было со времени Походяшина; все это привело рудникъ къ тому положенію, что извѣстные запасы рудъ въ цѣлкахъ обеспечиваютъ дѣйствіе завода всего на 5 лѣтъ и 4 мѣсяца и то при нынѣшней ограниченной выплавкѣ мѣди 25,000 пудовъ въ годъ.

Приведеніе рудника и завода въ положеніе сообразное съ богатствомъ мѣсторожденія, т. е. увеличеніе выплавки

до 40,000 пудъ и удешевленіе расхода на ея приготовленіе до $7\frac{1}{2}$ руб. за пудъ, возможно только при затратѣ капитала около 400,000 руб. въ теченіи десяти лѣтъ, при чемъ въ первый годъ потребуется сверхсмытное ассигнованіе въ 80,000 р.

Важнѣйшими мѣрами для устройства рудника и завода будутъ проведеніе новой вертикальной рашетовской шахты, перекрѣпленіе нѣкоторыхъ старыхъ шахтъ, постановка болѣе сильныхъ паровыхъ машинъ для отливки воды и перенесеніе сначала купферштейновыхъ печей, а затѣмъ и всего завода на рудникъ, замѣна почвоуступной работы болѣе выгодною потолокуступною и введеніе, вмѣсто пороховой работы, весьма дорогой, гдѣ возможно, огненной.

Кромѣ того, нужно ассигновать до 50,000 руб. для образованія на заводской площади по крайней мѣрѣ годового запаса мѣдныхъ рудъ. Отсутствіе такого запаса заставляетъ проплавливать необогащенные и неразобранныя руды, т. е. весьма бѣднаго содержанія, немедленно по добычѣ ихъ изъ рудника; кромѣ того, принуждаетъ перевозить руды въ заводъ не въ благоприятное для того время а постоянно, не смотря на распутицу, отчего руда удорожается.

Если же правительство этихъ денегъ не ассигнуеть, то придется чрезъ шесть лѣтъ или закрыть Богословскій заводъ, или передать его въ частныя руки на условіяхъ крайне невыгодныхъ, какъ это будетъ объяснено нами при разсмотрѣніи ниже настоящаго положенія частной уральской мѣдной промышленности.

Передача казенныхъ заводовъ въ частныя руки, о которой не рѣдко говорятъ какъ о панацее, долженствующей излечить всѣ недуги нашей горной промышленности, далеко не имѣетъ такого абсолютнаго значенія.

Безъ сомнѣнія въ настоящее время горное вѣдомство и само сознаетъ тягость возлагаемую на него поддержаніемъ многихъ заводовъ, далеко невыгодныхъ по своимъ условіямъ, тѣмъ болѣе, что это число увеличивается еще постепенно частными заводами, попадающими за долги въ казенное управленіе, но избавленіе горнаго вѣдомства отъ подобной тягости далеко не уничтожаетъ серьезнаго значенія казенныхъ заводовъ.

Дѣйствительно въ цѣломъ свѣтѣ мы видимъ примѣръ, что правительство устраняется постепенно отъ промышленной и коммерческой дѣятельности, предоставляя ее широкой предпріимчивости частныхъ лицъ, но уступка эта не распространяется на тѣ виды производства, которые тѣсно связаны съ государственными цѣлями.

Повсемѣстно фабрики кредитныхъ билетовъ, монетные дворы, арсеналы, пороховые заводы, артиллерійскія лабораторіи, оружейные заводы, верфи, телеграфы и мн. другія учрежденія остаются въ рукахъ правительства и постепенно растутъ въ числѣ. Въ Россіи на примѣръ въ послѣднее время повсюду устроены обширныя швальныя мастерскія для дешеваго обмундированія войскъ.

Если же правительство не отказывается до сихъ поръ отъ казеннаго портняжнаго искусства, то тѣмъ преждевременноѣ является для него вопросъ о передачѣ въ частныя руки заводовъ, изготовляющихъ пушки, — снаряды, холодное оружіе, мѣдныя трубки, ружейные стволы и т. п. предметы обороны государственной.

Поставленные въ эти рамки, казенные заводы составляютъ, по крайней мѣрѣ еще на долгое время, государственную необходимость.

Безъ сомнѣнія и было бы возможно ограничиться у насъ подобными заводами, число которыхъ незначительно, если бы по настоящимъ условіямъ нашего горнозаводска-

го хозяйства, заводы эти не были тѣсно связаны со многими вспомогательными заводами.

Такъ для того чтобы готовить снаряды и особенно оружія необходимо имѣть извѣстное количество чугуна опредѣленныхъ качествъ; у насъ же на заводахъ не только пушечнаго, но и никакого чугуна нельзя купить ни по какой цѣнѣ, за самыми малыми исключеніями, потому что коренное условіе нашего производства — дороговизна сырыхъ матеріаловъ и дешевизна рабочихъ рукъ требуетъ продажи своихъ произведеній по возможности въ обдѣланномъ видѣ. Для измѣненія такого положенія необходимо много лѣтъ, потому является естественная необходимость въ сохраненіи за казной нѣкоторыхъ чугуноплавильныхъ заводовъ Олонецкаго, Гороблагодатскаго и Златоустовскаго округовъ.

Тоже разсужденіе прилагается и къ другимъ отраслямъ производствъ и точное изученіе казенныхъ горныхъ заводовъ показываетъ, что въ ближайшее время, т. е. въ первыя десять лѣтъ, могутъ быть безъ вреда для полного круга ихъ производительности проданы только заводы: Кирсинскій и Песковской, Юговской, Артинскій, Каменскій, Нижнеисетскій, Екатеринбургская механическая фабрика, Нижне-Туринскій, Богословскій, Алагирскій и Луганскій, послѣдній въ случаѣ, если будетъ устроенъ вполнѣ заводъ Лисичанскій. Остальные казенные заводы на долго еще останутся въ казенномъ управленіи.

Горное вѣдомство ничего не имѣетъ противъ подобной передачи, если только она будетъ совершена постепенно съ достаточнымъ обезпеченіемъ населенія и служащихъ; отъ этого его собственный бюджетъ сдѣлается только производительнѣе. Продажа казенныхъ заводовъ при справедливыхъ оцѣнкахъ тоже не встрѣтитъ затрудненія, потому что всѣ казенные заводы находятся въ исправномъ

видѣ и главное не имѣютъ никакихъ долговъ, а одно это должно привлечь покупателей.

На первый разъ можно назначить въ продажу заводы Вятскіе и Екатеринбургскій округъ, заводы же Артинскій и Нижне-Туринскій должны быть предварительно снабжены чугуномъ, для чего необходимо или отдѣлить часть чугуноплавильныхъ заводовъ, или же снабдить ихъ рудниками и лѣсомъ въ достаточномъ количествѣ. Передача мѣдныхъ заводовъ зависитъ отъ дальнѣйшаго положенія этой промышленности на Уралѣ.

Во всякомъ случаѣ продать казенные заводы гораздо легче, нежели заводы, находящіеся въ казенномъ управленіи разоренные и обремененные множествомъ долговъ. Г. Безобразовъ, такъ сильно хлопочущій о немедленной продажѣ почти всѣхъ казенныхъ заводовъ, сильно противорѣчилъ себѣ, предлагая продать сначала заводы, находящіеся въ казенномъ управленіи. Последнее можетъ состояться только при пожертвованіи со стороны правительства огромною частью долга. Пожертвованіе это впрочемъ будетъ весьма успѣшно. Всѣ подобные заводы слѣдуетъ разсматривать какъ банкротовъ, а бываютъ случаи, когда выгоднѣе получить по вексялямъ 15⁰/₀, нежели доведя должника до крайняго разоренія не получить ничего.

Насколько затруднительнымъ для разрѣшенія кажется вопросъ о передачѣ казенныхъ заводовъ, находящихся въ казенномъ управленіи, настолько вопросъ о передачѣ въ частныя руки казенныхъ золотыхъ промысловъ является легкимъ, полезнымъ и удобоисполнительнымъ.

Безъ сомнѣнія одновременное открытіе всѣхъ трехъ золотоносныхъ округовъ, Богословскаго, Березовскаго и Мясскаго было бы вредно, какъ для горныхъ заводовъ, отъ которыхъ были бы отняты необходимыя рабочія руки, такъ и для золотопромышленниковъ, которые оставили бы не исполнѣ изслѣдованными многія изъ разрабо-

ваемыхъ ими въ настоящее время площадей, чтобы броситься въ болѣе извѣстные казенные округа. Польза же постепеннаго открытія для частной промышленности уральскихъ золотоносныхъ округовъ не можетъ подвергаться сомнѣнію, потому что нѣтъ отрасли промышленности наимѣнѣе совмѣстной съ казеннымъ хозяйствомъ, какъ золотая. Рискъ, личная инициатива и полная безотчетность составляютъ основу этого дѣла, что очевидно не вяжется съ осторожностью, строгой и сложной отвѣтственностью нѣсколькихъ инстанцій и мелочнымъ контролемъ казенныхъ предпріятій.

Примѣръ выгодности золотыхъ россыпей въ частныхъ рукахъ лучше всего доказывается Гороблагодатскимъ округомъ. Вагранская дача доказываетъ однако въ свою очередь, что нѣтъ совершеннаго вѣроятія чтобы во всякомъ уступаемомъ казною клочкѣ земли непременно развивалась частная золотопромышленность, какъ объ этомъ нѣкоторые думаютъ.

Въ настоящее время съ большою выгодой для казны могли бы быть открыты немедленно, на основаніяхъ, принятыхъ для Гороблагодатскаго округа, Березовскіе золотые промысла, Петропавловская дача и Сѣверная экспедиція въ Богословскихъ промыслахъ, и пространство къ востоку отъ Ильменскихъ горъ, составляющее около $\frac{1}{3}$ протяженія мѣскихъ золотыхъ промысловъ. Эта площадь составляетъ достаточное поле для частной предпріимчивости на нѣсколько лѣтъ.

Когда правительство убѣдится на опытѣ въ пользѣ подобной мѣры и получаемый доходъ отъ частнаго золота превзойдетъ утраченный доходъ отъ казеннаго золота, тогда можно открыть и остальную часть Богословскихъ золотыхъ промысловъ. Впрочемъ вопросъ этотъ тѣсно связанъ съ существованіемъ Богословскаго завода. Если, какъ мы выше видѣли, правительство откажется отъ разработ-

ки Турьинскихъ рудниковъ и пожелаетъ передать ихъ въ частныя руки, то немедленно должно будетъ позаботиться и объ отдачѣ Богословскихъ золотыхъ промысловъ.

Міясскіе золотые промысла находятся въ особыхъ условіяхъ. Они даютъ дѣйствительный, а не мнимый доходъ правительству; богатство и легкость ихъ разработки, вслѣдствіе благопріятныхъ мѣстныхъ условій, подаютъ надежду на развитіе ихъ въ казенныхъ рукахъ. Во всякомъ случаѣ, долго еще доходъ ими доставляемый будетъ выше подати съ возможно большой добычи частнаго золота изъ этой дачи.

Принимая 100 пудовъ за нормальное количество частной добычи золота въ Міясской дачѣ, полезно будетъ отдать міясскіе промысла въ частныя руки, когда полученный съ нихъ доходъ будетъ менѣ подати, которая должна бы поступить съ этого количества золота.

При этомъ считаю необходимымъ сказать, что успѣшность частнаго золотого промысла, сравнительно съ казеннымъ, зависитъ вовсе не отъ какихъ либо особыхъ техническихъ нововведеній или болѣе добросовѣстнаго веденія дѣла, но единственно отъ несравненно значительнѣйшаго капитала, задолжаемаго въ это производство всѣми золотопромышленниками въ сложности сравнительно съ казною.

При передачѣ части золотыхъ промысловъ въ частныя руки и вообще въ видахъ сокращенія горной администраціи, весьма полезно въ настоящее время уничтожить уральское горное правленіе. Необходимость горныхъ правленій оправдывалась, когда обширныя земли и многочисленное населеніе были въ административномъ, полицейскомъ, судебномъ и даже военномъ отношеніи въ полной зависимости отъ горнаго управленія, но съ послѣдними преобразованіями положеніе это совершенно измѣнилось.

Какъ учрежденіе коллегіальное съ медленнымъ теченіемъ

дѣль, горное правленіе не вяжется съ быстрымъ и энергическимъ рѣшеніемъ вопросовъ, необходимымъ въ дѣлахъ промышленныхъ; почти не заключаая въ себѣ специалистовъ, оно едва ли можетъ принести въ настоящее время пользу, и дѣлаясь излишней инстанціей и увеличивая понапрасну переписку, приносить даже нѣкоторый вредъ.

Уничтоженіе горнаго правленія дастъ правительству значительное сбереженіе и принесетъ частнымъ промышленникамъ большую выгоду въ сбереженіи времени и уничтоженіи ненужныхъ формальностей.

Взамѣнъ уничтоженнаго горнаго правленія необходимо однако сохранить двухъ ревизоровъ, вѣдающихъ нынѣ дѣла уральской частной золотой промышленности, расширивъ ихъ власть, согласно новому уставу о золотопромышленности, и для надзора за частными заводами учредить 8 окружныхъ инженеровъ. Институтъ окружныхъ горныхъ инженеровъ, повсемѣстно введенный за границею, и у насъ уже показалъ свою пользу въ подмосковныхъ заводахъ, на Дону и на Кавказѣ. Предметъ этотъ изложенъ съ такою полнотою въ особомъ мнѣніи къ новому горному уставу, поданномъ горными членами, что я считаю совершенно излишнимъ о немъ распространяться.

Горное правленіе обходится теперь свыше 80,000 руб., содержаніе же окружныхъ инженеровъ съ ихъ развѣздами не превзойдетъ 30,000 руб. Сбереженіе правительства еще будетъ значительнѣе, потому что уничтоженіе горнаго правленія, сокращая бесполезную переписку, позволитъ уменьшить значительно и окружныя управленія казенныхъ горныхъ заводовъ.

Сумма сберегаемая отъ сокращенія горнаго правленія и прочихъ излишнихъ чиновъ должна идти на усиленіе окладовъ жалованья служащихъ на заводахъ, такъ какъ размѣры содержаній, установленные по старымъ штатамъ, замѣчательно не пропорціональны теперь съ содержаніемъ

въ другихъ вѣдомствахъ. Горный начальникъ, имѣющій нѣкоторые права губернаторовъ, получаетъ теперь жалованья менѣе чѣмъ полицейскіе пристава въ столицѣ, а управитель завода, специалистъ, имѣющій на своей отвѣтственности нерѣдко миллионное имущество, получаетъ менѣе, нежели околоточный надзиратель подгородной полиціи, избираемый изъ расторопныхъ унтеръ-офицеровъ.

Таково въ бѣглыхъ чертахъ положеніе казенныхъ заводовъ; обращаемся теперь къ частной горной промышленно-сти, нѣкогда на Уралѣ столь цвѣтущей и славной, нынѣ стѣсненной и замирающей.

Великое дѣло освобожденія крестьянъ совершено на заводахъ благополучно и безъ всякихъ серьезныхъ замѣшательствъ. Но какъ послѣ каждой даже и блестящей побѣды остаются раны, требующія исцѣленія, и развалины, которыя должны быть восстановлены, точно также и послѣ такого глубокаго социальнаго переворота, быстро совершеннаго, не могло не остаться множество интересовъ смертельно пораженныхъ, и этотъ переворотъ, до корня затронувшій вѣками слагавшійся порядокъ вещей, не могъ не потрясти всего экономическаго строя нашихъ горныхъ заводовъ.

Горные заводы быть можетъ наиболѣе потерпѣли въ этомъ случаѣ, и какъ бы нѣкоторые поверхностные наблюдатели и не силились доказывать, что реформа не имѣла на заводы никакого существеннаго вліянія и что вліяніе это ничтожно, напримѣръ, сравнительно съ разсрочкою нѣкоторымъ заводамъ казенныхъ долговъ, но такое завѣреніе не имѣетъ никакого смысла.

Карманы владѣльцевъ заводовъ могутъ быть въ этомъ случаѣ наилучшими судьями.

До реформы даже самыя плохіе и невыгодныя заводы приносили значительныя барыши; заводы же не обремененныя долгами давали блистательныя дивиденды. Въ на-

стоящее время только часть частныхъ заводовъ даетъ доходъ на оборотный капиталъ и можно положительно утверждать, что взявъ въ расчетъ капиталъ затраченный, цѣнность лѣса отпускаемаго заводу безденежно, земель, лежащихъ не производительно, и вообще при правильной бухгалтеріи, нѣтъ горнаго завода въ Россіи, который давалъ бы теперь чистый доходъ.

Тяжелое положеніе уральской горной промышленности видно изъ нижеслѣдующей таблицы, гдѣ округа раздѣлены по степени ихъ доходности на четыре категоріи: 1-е) заводовъ, приносящихъ въ рукахъ владѣльцевъ прибыль; 2-е) заводовъ, не приносящихъ въ рукахъ владѣльцевъ прибыли; 3) заводовъ, находящихся въ опеку и подъ казеннымъ присмотромъ, т. е. раззоренныхъ, и 4-е) заводовъ, находящихся въ казенномъ управленіи, т. е. совершенно раззоренныхъ. Наконецъ мы заключимъ ее многочисленнымъ спискомъ закрытыхъ заводовъ, о которыхъ какъ о мертвыхъ *aut bene aut nihil*.

Вотъ настоящее положеніе заводовъ:

Округа дѣйствующіе съ большою или мень- шею выгодною:	производительность 1866 г. въ пудахъ	
	желѣза	мѣди.
	разныхъ сортовъ.	
Нижне-Тагильскій . . .	1,069,051	85,858
Верхъ-Исетскій . . .	474,816	21,150
Невьянскій ¹⁾ . . .	304,131	
Алапаевскій . . .	454,148	
Шайтанскій . . .	91,076	
Омутнинскій . . .	160,572	

¹⁾ Округъ этотъ, истощившій совершенно свои лѣса, слѣдуетъ правильнѣе отнести къ разряду раззоренныхъ.

Графини Строгановой	529,738
Лысвенскій	272,347
Нытвенскій	194,270
Чермазскій	316,701
Кыштымскій	396,059
Катавскій	226,118

Итого 4,489,037 107,008

Округа дѣйствующіе

безъ выгоды:

Сысертскій	503,816	39,012
Кыновской	93,881	
Благовѣщенскій	—	3,695
Симскій	69,825	
Кагинскій	11,100	
Богоявленскій	—	7,759
Архангельскій	—	6,346
Кананикольскій	—	1,520
Авзяно-Петровскій	157,251	

Итого 835,873 58,332

Округа находящіяся желѣза раз. мѣди.
въ опекаѣ: сортовъ.

Ревдинскій	241,741	
Рожественскій	44,337	
Холуницкій	212,564	
Шильвинскій	—	800
Пожевскій	142,036	
Никитинскій	91,257	
Юрезанскій	4,756	
Бѣлорецкій	207,412	

Итого 944,103 800

Округа состоящие въ
казенномъ управле-
ніи:

Суксунскій	234,327	4,611
Юго-Кнауфскій . . .	32,711	2,911
Сергинскій	315,995	
Уфалейскій	180,203	
Шурминскій	103,225	
Залазнинскій	47,196	
Итого	903,651	7,522

Закрытые заводы:

Святочудовскій,
Уинскій,
Шермантскій,
Николае-Павдинскій,
Нювчимскій,
Кажимскій,
Нючпаскій,
Троицкіе,
Усть-Ивановскій
Курашимскій,
Бизярскій,
Шаквинскій,
Воскресенскій,
Верхогорскій,
Преображенскій,
Богоявленскій,
Метинскій и
Бемьшевскій.

К. Скальковскій.

(Окончаніе въ слѣдующемъ номерѣ).

ИЗВѢСТІЯ и СМѢСЬ.

Геологическо-геогностическій очеркъ Волинской губерніи, г. Готфрида Оссовскаго. Подъ этимъ названіемъ Волинскій Статистическій Комитетъ издалъ въ прошломъ году брошюру въ 200 страницъ, съ геологическою картою губерніи. Прочитавъ брошюру эту, легко увидѣть, что авторъ ея не специалистъ по геологіи и познанія его въ этомъ предметѣ мѣстами весьма смутны, тѣмъ не менѣе однакожь помянутое сочиненіе написано съ замѣтною любовью къ дѣлу, съ полнымъ желаніемъ обратить вниманіе общества на мѣстныя минеральныя произведенія и содержитъ въ себѣ много полезныхъ указаній относительно топографической минералогіи. Сочиненіе это, подобное нѣкоторымъ сочиненіямъ г. Анджеевскаго, помянутыми указаніями особенно можетъ быть полезно геологамъ, имѣющимъ когда либо отправиться въ Волинь, такъ какъ имъ по указаніямъ этимъ легко будетъ составлять себѣ наиболѣе интересные маршруты. Въ сочиненіи г. Оссовскаго встрѣчаются заявленія нѣкоторыхъ новыхъ фактовъ, изъ которыхъ по всей справедливости особеннаго интереса заслуживаютъ четыре нижеслѣдующіе: 1) Нахожденіе розовыхъ кварцитовъ у Норинска и другихъ мѣстъ Овручскаго уѣзда. Кварциты эти не были до сихъ поръ извѣстны и они возбуждаютъ чрезвычайный геологическій интересъ, такъ какъ по всей вѣроятности принадлежатъ какой нибудь древней формации. Физическими признаками они весьма напоминаютъ Шокшенскіе кварцевые песчаники Олонецкой губерніи. Жалко только, что г. Оссовскій мало сообщаетъ о нихъ данныхъ геологическихъ—онъ не говоритъ даже о томъ, въ какомъ положеніи находятся пласты ихъ, въ горизонтальномъ или при-

поднятомъ. Знать же это весьма важно, ибо въ Волини, Подоліи и Херсонской губерніи встрѣчаются кварцитовыя толщи различнаго возраста, но съ тѣмъ различіемъ, что кварцитовыя песчаники третичныя и силурійскіе лежатъ почти горизонтально, между тѣмъ какъ кварциты, принадлежащіе къ метаморфическимъ породамъ, являются приподнятыми. Прохожденіе плитняковой отдѣльности въ Норинскихъ кварцитахъ говоритъ въ пользу ихъ большой древности, такъ какъ такая отдѣльность въ кварцитахъ третичныхъ вообще не была замѣчаема. 2) Нахожденіе фельзитоваго порфира у села Шумскаго близъ Житомира. Хотя описываемая порода, какъ можно догадываться изъ даваемой авторомъ діагнозы, и не есть фельзитовый порфиръ, а просто жильный гранитъ, тѣмъ неменѣе нахожденіе ея заслуживаетъ нѣкотораго вниманія. 3) Нахожденіе лабрадора въ Волинской губерніи;—авторъ для минерала этого указываетъ слѣдующія новыя мѣсторожденія: Горошки, Слипчинцы, Кропивна, Лѣсовщина; всѣ онѣ лежатъ въ Житомирскомъ уѣздѣ. 4) Извѣстно уже давно, напр. изъ сочиненія Яковицкаго, что южная окраина Полѣсья есть южная граница эрратическихъ образованій въ Волини, но г. Оссовскій сообщаетъ болѣе подробныя свѣдѣнія объ этихъ наносахъ и свѣдѣнія это чрезвычайно интересны для геолога. Онъ говоритъ именно, что песчаные холмы въ видѣ гривъ являются въ Ковельскомъ уѣздѣ, особенно по берегамъ р. Припети, во Владимірскомъ уѣздѣ на сѣверъ отъ почтовой дороги, идущей изъ Луцка черезъ Владиміръ въ Устилугъ, въ Ровенскомъ уѣздѣ вдоль р. Горыни ниже села Тынна, въ Овручскомъ уѣздѣ по рѣкамъ Уборти и Жереву; интереснѣйшія же мѣстонахожденія собственно эрратическихъ камней онъ описываетъ изъ Ковля и его окрестностей. Тутъ дилювіальные холмы замѣчательны тѣмъ, что на небольшой глубинѣ въ нихъ находятся пласты гравія и песка, переслоенные обломками гранита, сіэнита, порфира, грюнштейна, кремней, желѣзняковъ; наравнѣ съ этими обломками попадаются и куски мѣла. Обломки эти служатъ матеріаломъ для щебенной настилки шоссе отъ границъ Гродненской губерніи почти до самого Луцка. Дилювіальное напластованіе д. Вербокъ, въ 3 верстахъ къ сѣверу отъ Ковля, богато окаменѣlostями; тутъ подъ мѣломъ лежитъ пластъ песка въ 3—4 аршина толщины и

въ пескѣ этомъ вмѣстѣ съ обломками помянутыхъ породъ заключается множество окаменѣлостей. Опредѣленіе этихъ окаменѣлостей представляетъ величайшій интересъ и г. Оссовскій оказалъ бы истинную услугу, еслибъ собранныя окаменѣлости передалъ для опредѣленія. Приводя эти послѣднія наблюденія г. Оссовскаго, долгъ справедливости требуетъ замѣтить, что высокій геологическій интересъ Ковля, состоящій въ нахожденіи въ наносѣхъ разнороднѣйшихъ окаменѣлостей, былъ впервые заявленъ профессоромъ Роговичемъ на стр. 7 его сочиненія «Объ ископаемыхъ рыбахъ губерній Кіевскаго Учебнаго Округа. Кіевъ. 1860 г.»

Приведи новые интересные факты, выплывающіе изъ весьма сложной и запутанной компіляціи г. Оссовскаго, нельзя не взглянуть и на обратную сторону медали. Въ этомъ отношеніи должно замѣтить: 1) Придерживаясь старинныхъ ученій авторъ объясняетъ, что подъемъ горы Визо отразился въ Волини, что подъемъ Пиренсеевъ и Карпатовъ возвысилъ нѣкоторыя части Старо-Константиновскаго и Кременецкаго уѣздовъ и т. п. Обо всемъ этомъ конечно легче рассказывать, чѣмъ доказать это; къ тому же ученіе Эли де-Бомона о системахъ поднятій давно уже оставлено какъ несостоятельное. 2) Сбозрѣніе осадочныхъ формацій есть самая слабая и самая запутанная часть всего сочиненія. Авторъ допускаетъ присутствіе юрской почвы въ Волини, и даже рѣшается указывать на различные ея отдѣлы, но не подкрѣпляетъ это никакими палеонтологическими доказательствами. Точно также, не представляя достаточныхъ ручательствъ а ссылаясь только на какую то рукопись г. Лещинскаго, онъ говоритъ о присутствіи въ Волини пластовъ неокомскихъ и гаульта. Главнымъ же камнемъ преткновенія повидимому была для автора третичная почва, которой онъ посвящаетъ многія страницы и на страницахъ этихъ никакъ не можетъ выйти изъ страшнаго хаоса различныхъ горныхъ породъ и различныхъ окаменѣлостей. Читатель, пробѣгающій эти страницы, видитъ все безсиліе автора разграничить третичные осадки и удивляется той легкости, съ которою авторъ, ни мало не стѣсняясь, одни осадки произвольно называетъ эоценомъ, другіе молассомъ, а третьи пліоценомъ. Безсиліе автора происходитъ повидимому отъ совершеннаго незнакомства съ ока-

менѣностями; незнакомство это обнаруживается тѣмъ, что иногда для одного и того же пласта авторъ приводитъ окаменѣлости различныхъ формацій. Окаменѣлости авторъ именуеъ большею частію лишь родовыми названіями, не удостоивая ихъ видовыхъ отличій—стало быть палеонтологія для него почти не существуетъ. Нынѣшнимъ лѣтомъ, какъ извѣщали газеты, Волинскій Статистическій Комитетъ командировалъ г. Оссовскаго въ губернію для составленія коллекцій ископаемыхъ организмовъ, предназначаемыхъ для имѣющаго основанія въ Житомирѣ мѣстнаго музея. 3) Г. Оссовскій, составляя свой «Очеркъ», повидимому не имѣлъ въ рукахъ одного изъ главныхъ сочиненій по палеонтологіи и геологіи Волыни, именно сочиненія Дюбуа; иначе онъ имѣлъ бы возможность представить болѣе правильное, на палеонтологическихъ данныхъ основанное, раздѣленіе третичной почвы, иначе онъ зналъ бы, что первая геологическая карта Волыни принадлежитъ не ему, а Дюбуа, иначе онъ показалъ бы находеніе гранита у Родзилова, какъ это показано на картѣ Дюбуа, или по крайней мѣрѣ опровергъ бы дѣйствительность этого мѣстонаходенія. 4) Что касается геологической карты Волыни, составленной г. Оссовскимъ, то карта эта представляетъ замѣчательный произволъ въ распредѣленіи красокъ, именно по отношенію къ мѣловой почвѣ и третичнымъ формаціямъ. Мѣловая почва показана г. Оссовскимъ длиною, широкою, самостоятельную полосою, но о подобномъ расположеніи мѣловой почвы не говоритъ ни одинъ изъ изслѣдователей Волыни, ни Эйхвальдъ, ни Дюбуа, ни Анджеевскій. Напротивъ, изслѣдованія ученыхъ этихъ показали, что мѣловая почва въ Волыни лишь показывается изъ подъ почвы третичной въ долинахъ рѣкъ и рѣчекъ, и слѣдовательно она должна быть изображена совершенно иначе, именно такъ, какъ это для нѣкоторыхъ частей Волыни показано Дюбуа на своей картѣ. Третичная почва на картѣ г. Оссовскаго изображена двумя формаціями, эоценовой и міоценовой; первая показана въ уѣздахъ Ковельскомъ, Владимірскомъ и Луцкомъ. Что касается этой эоценовой формаціи, то не только показаніе предѣловъ ея распространенія сдѣлано авторомъ совершенно произвольно, но формаціи этой на Волыни по всей вѣроятности даже нѣтъ вовсе. О находеніи ея г. Оссовскій

вѣроятно дѣлалъ заключенія изъ сочиненія г. Эйхвальда *Naturhistorische Skizze von Lithauen, Wolhynien und Podolien* 1830 г., но г. Оссовскій, взявшись за составленіе своего «Очерка», долженъ бы былъ знать, что г. Эйхвальдъ давно уже измѣнилъ свое мнѣніе о третичной почвѣ Волыни и ни въ своей «Геогнозіи преимущественно въ отношеніи къ Россіи. 1846», ни въ своей «Палеонтологіи Россіи 1850» не говоритъ о нахожденіи эоценовой формаціи въ Волыни, принимая всѣ волынскіе третичные пласты за миоценовые.

Н. Б.

Олигоценовые пласты въ Россіи. Извѣстно, что берлинскій учевый Бейрихъ, сравнивая третичные пласты сѣверной и средней Германіи съ подобными же пластами Франціи и Бельгіи, еще въ 1854 году пришелъ къ заключенію, что *новѣйшіе* эоценовые пласты, какъ по органическимъ остаткамъ ихъ, такъ и по своему распредѣленію, рѣзко отличаются отъ эоценовыхъ пластовъ *древнихъ*, и по-этому помянутую группу пластовъ Бейрихъ называлъ *олигоценовой формаціей*. Съ тѣхъ поръ самостоятельность олигоценовыхъ пластовъ была признана и для нѣкоторыхъ другихъ странъ, а теперь существованіе пластовъ этихъ открыто и въ Россіи. Еще Фухсъ, переименовывая окаменѣлости изъ синей глины Кіева, указалъ на то, что между ними есть виды олигоценовые. Въ № 1 же за нынѣшній годъ бюллетеня Московскаго Общества Естествоиспытателей помѣщена статья г. Кёнена, приватъ-доцента въ Марбургскомъ университетѣ, въ которой онъ доказываетъ, что пласты береговъ Аральскаго моря, объ окаменѣлостяхъ которыхъ нѣкогда писали Абихъ и Траутшольдъ, принадлежать къ олигоценовой формаціи и притомъ къ нижнему ея ярусу. Къ чисто олигоценовымъ видамъ относятся тутъ: *Tritonium flandricum*, *Leiostoma ovata*, *Pleurotoma Selysii*, *Ostrea Queteletii*, *O. ventilabrum*, *Jsocardia multicostata*, *Cytherea incrassata*.

Декретъ императора Наполеона III о составленіи подробной геологической карты Франціи. Декретомъ отъ 4-го октября 1868 г. повелѣно приступить къ составленію на счетъ правительства подробной геологической карты Франціи и съ этою цѣлью образовать особенное геологическое бюро. Высочайшее повелѣніе это состоялось по докладу г. Форкада, министра земледѣлія, торговли и публичныхъ работъ, и обнародовано въ № 280 *Moniteur universel* отъ 6 октября. Въ помянутомъ докладѣ министръ обращаетъ вниманіе на важность геологіи для земледѣлія и промышленности и проводитъ параллель между геологическими изслѣдованіями во Франціи съ таковыми же изысканіями въ Англіи, Австріи, южной Германіи и Пруссіи. Оцѣнивая по достоинству производящіяся въ послѣднихъ государствахъ геологическія работы и опубликованныя карты, министръ выражаетъ настоятельную потребность детальной геологической карты для Франціи, гдѣ необходимыя для сего карты генеральнаго штаба имѣются уже съ 1822 и 1840 годовъ. Хотя съ этого времени и производились подробныя геологическія съемки въ 44 департаментахъ и изданы соотвѣтствующія карты, но при составленіи ихъ небыло никакой системы, такъ что самыя карты были въ масштабѣ $\frac{1}{80,000}$, $\frac{1}{150,000}$ и даже $\frac{1}{200,000}$. Вслѣдствіе сего однородная картографическая съемка всей страны, съ принятіемъ во вниманіе имѣющихся уже подготовительныхъ работъ и детальныхъ съемокъ, оказывается необходимою, если Франція желаетъ въ этомъ отношеніи идти наравнѣ съ другими государствами.

Для масштаба подробной геологической карты министръ предлагаетъ масштабъ картъ генеральнаго штаба, т. е. $\frac{1}{80,000}$. Всѣ издержки по составленію карты, т. е. вознагражденіе производителей работъ, равно какъ печатаніе и раскраска картъ, исчислены въ одинъ милліонъ франковъ; работы предлагается окончить въ 10 лѣтъ. Детальная карта должна состоять изъ 286 листовъ изъ которыхъ каждый долженъ быть напечатанъ въ количествѣ 200 экземпляровъ.

О составленіи геологической карты Италіи. Русскій генеральный консулъ въ Генуѣ, г. Бахархтъ, сообщаетъ отъ $\frac{18}{30}$ минувшаго сентября, что итальянское правительство, подобно французскому, обнародовало указъ объ организаціи на его счетъ работъ спеціального комитета, учрежденнаго съ цѣлю составленія и опубликованія геологической карты Италіи, въ масштабѣ $\frac{1}{50,000}$, съ геологическими разрѣзами. Комитету поручено избрать и назначить геологовъ, которымъ опредѣляется въ годъ 1,800 фр. жалованья. Для усиленія своихъ денежныхъ средствъ, комитету предоставлено печатать и продавать подробныя описанія и другіе матеріалы; авторамъ этихъ трудовъ плата будетъ производиться по таксѣ, утвержденной министромъ; они сверхъ того получаютъ даромъ для себя по 25 экземпляровъ этихъ изданій.

Способъ Леклерка очищать черную мѣдь. Докторъ Леклеркъ въ Парижѣ предлагаетъ черную мѣдь, предъ ея очисткою, накаливаетъ въ пламенной печи и, когда она начнетъ размягчаться, пропускаетъ воду весьма тонкою струею до тѣхъ поръ, пока вся мѣдь не расплавится. При этомъ вода разлагается и ея водородъ соединяется съ сѣрою, сурьмою и мышьякомъ, заключающимися въ черной мѣди и образуя сѣрнистый, сурьмянистый и мышьяковистый водородъ, выдѣляется въ видѣ газовъ. Въ то же время кислородъ воды соединяется съ желѣзомъ и другими металлами, находящимися въ черной мѣди, превращаетъ ихъ въ окиси, которыя вмѣстѣ съ кремнеземомъ набойки образуютъ шлаки; при этомъ образуется небольшое количество сѣрнистой, сурьмянистой и мышьяковистой кислотъ, которыя тоже улетаютъ въ видѣ газовъ. Какъ только вся мѣдь расплавилась, г. Леклеркъ проводитъ въ нее сильное дутье, помощію трубки изъ огнепостоянной глины, которой діаметръ соответствуетъ количеству расплавленной массы металла. Отъ этого происходитъ весьма сильная реакція и очищеніе мѣди происходитъ весьма быстро и чисто, если очищаемая черная мѣдь не весьма не

чиста, даже въ нѣсколько минутъ. Всего лучше вводить трубку въ самую средину пода и трубка эта должна свободно выниматься изъ расплавленной массы, когда дутье уже не нужно. Воздухъ вдвухается до тѣхъ поръ; пока вся черная мѣдь не очистится совершенно; дальнѣйшая обработка производится обыкновеннымъ порядкомъ.

(Polytechnisches Centralblatt. 1868. Lief. 19, стр. 1333.)

Естественные сплавы золота и серебра, встрѣчающіеся въ Конгсбергѣ. Г. Гюртдаль.

Самородное серебро, встрѣчающееся въ Конгсбергѣ, всегда содержитъ нѣкоторое количество золота, содержаніе котораго какъ показали многочисленныя разложенія, измѣняется отъ 0,002 до 0,3 процента. Вообще сплавы, богатые золотомъ, попадаются весьма рѣдко.—Они встрѣчались въ рудникахъ Ундеръбергетъ, которые теперь остановлены.

По изслѣдованіямъ, произведеннымъ въ самомъ Конгсбергѣ, оказывается очевиднымъ, что сплавы эти встрѣчаются въ кварцевыхъ жилахъ, совершенно различныхъ отъ обыкновенныхъ мѣсторожденій серебряныхъ рудъ, въ которыхъ главнѣйшую породу составляетъ известнякъ.

О составѣ сплавовъ золота и серебра изъ Консберга, въ минералогической литературѣ, встрѣчается одно только указаніе, а именно: разложеніе Фордуса, приведенное въ минералогіи Брука и Миллера. Въ приведенномъ разложеніи показано въ сплавѣ 28% золота.

Здѣсь приведены результаты разложеній, произведенныхъ г. Самуелсономъ, директоромъ плавильни и пробирщиками того же завода къ Конгсбергѣ.

Мѣстности.	Рудники.	Золота въ 100 ч. сплава.
Бестандингъ	Либе	53,1
Луиза	Августа	50
Фрокенъ	Христіанъ	45
Неизвѣстнаго мѣсторожденія		28
Блаарудъ		27
Фрокенъ	Христіанъ	26,9

Хотя разница въ результатахъ разложеній этихъ и не показываетъ точныхъ, опредѣленныхъ химическихъ соединеній; но во всякомъ случаѣ приведенныя здѣсь количества золота принадлежатъ къ двумъ явственнымъ группамъ, составъ которыхъ приближается къ $AuAg$ и Au^2Ag^8 . Дѣйствительно вычисленія показываютъ, что количество золота въ этихъ соединеніяхъ простирается отъ 47,6 до 26,7%.

Слѣдовательно эти сплавы имѣютъ составъ различный отъ другихъ подобныхъ сплавовъ, которые всегда содержатъ болѣе золота и менѣе серебра.

Выплавляемое въ заводѣ серебро содержитъ иногда болѣе золота, чѣмъ показано въ приведенныхъ разложеніяхъ. Но причина этого заключается въ томъ, что въ плавку съ серебряными рудами поступаютъ и колчеданы, сами по себѣ содержащіе нѣкоторое количество золота, которое собирается въ штейнахъ. Въ этихъ колчеданахъ золото бываетъ соединено съ селеномъ и теллуромъ, присутствіе которыхъ обнаруживается въ штейнахъ и простирается до 0,05 процентовъ.

Г. Самуельсонъ нашелъ, что конгсбергское золото содержитъ 5,5% платины и слѣды палладія.

(Comptes rendus 1868. Т. LXVII. № 14, стр. 722).

Средство предотвращать въ каменноугольныхъ коняхъ взрывъ газа гризу. Г. Деложье. Газъ этотъ отдѣляется отъ разрабатываемаго каменнаго угля постепенно, особенно отъ тѣхъ отличій его, которыя называются жирными, какъ напр. въ Монсѣ, и не можетъ быть изгнанъ совершенно изъ выработокъ однимъ очищеніемъ въ нихъ воздуха. Пробовали уничтожать его, по мѣрѣ смѣшенія его съ воздухомъ, — сожигая эту смѣсь; но такія операціи всегда сопряжены съ опасностію для рабочихъ, производящихъ ихъ. По этой причинѣ рѣшили, что лучшимъ къ тому средствомъ будетъ примѣненіе электричества.

Электричество дѣйствительно примѣнено въ горномъ дѣлѣ къ взрыву или отрыванію породъ; оно же примѣнено въ ар-

тпллеріи и промышленности и наконецъ для предохраненія жизни горно-рабочихъ; но часто повторяющіяся катастрофы показываютъ, что послѣднее его примѣненіе не вполне еще достигло своей цѣли.

Г. Деложье предлагаетъ для этого помѣщать въ выработкахъ проводники, состоящіе изъ толстой мѣдной проволоки съ перерывами въ нѣсколькихъ мѣстахъ; въ гѣхъ мѣстахъ, гдѣ прерывается проволока, припаявать весьма тонкія золотыя проволоки, чтобы общая связь не прерывалась; золотую проволоку обсыпать сѣрнымъ цвѣтомъ, который загорается весьма удобно. Пропуская токъ отъ довольно сильнаго столба, — накаливаютъ золотую проволоку до красна. Золотая проволока воспламеняетъ сѣрный цвѣтъ, который въ свою очередь воспламеняетъ смѣсь воздуха и вреднаго газа, если послѣдній успѣетъ накопиться. Надобно каждое утро, передъ впускомъ рабочихъ въ выработки, пропускать электрической токъ. Каждый вечеръ, предъ окончаніемъ работъ, слѣдуетъ только насыпать на проволоку сѣрный цвѣтъ и можно быть увѣреннымъ въ безопасности рабочихъ. Г. Деложье избѣгаетъ употреблять платину, такъ какъ она удобно переходитъ въ сѣрнистое состояніе. Въ коняхъ, находящихся постоянно въ разработкѣ, надобно токъ пропускать чаще, чтобы происходящіе взрывы были слабы.

(Изъ Comptes rendus. 1868. Т. LXVII, стр. 441).

Гг. маршалъ Вальявъ, Шеврейль, Дюма и Ели-де-Бомонъ, которымъ поручено было Парижскою Академіею Наукъ изслѣдовать и рассмотретьъ это изобрѣтеніе г. Деложье, доносятъ: что какъ бы полезно небыло это изобрѣтеніе, но во всякомъ случаѣ, никогда не должно пренебрегать правильнымъ и хорошо устроеннымъ очищеніемъ рудничнаго воздуха, помощію сильныхъ вентиляторовъ, особенно въ каменноугольныхъ коняхъ, содержащихъ гризу. Даже въ тѣхъ исключительныхъ случаяхъ, гдѣ можетъ быть примѣненъ способъ г. Деложье, хорошая вентиляція воздуха необходима, потому что при горѣніи газа образуются углекислота и окись угле-

рода, оба вредные, первый какъ удушливый газъ, а второй даже ядовитый.

Каламиты и хвощи. М. Шимперъ, описывая хвощи каменноугольной, триасовой и юрской почвы, доказываетъ, что каламиты должны относиться къ классу сосудистыхъ тайнобрачныхъ растений, не только по внутреннему и вѣшнему устройству ихъ ствола, но и по устройству органовъ оплодотворенія, показывающихъ большую аналогію съ такими же органами нынѣ растущихъ хвощей. Шимперъ говоритъ, что ископаемые колосья, принимаемые до сихъ поръ за колосья каламитовъ и имѣющіе большое сходство съ сержками (*chatons*) плауновыхъ растений, вовсе не суть колосья каламитовъ, но принадлежатъ къ *Annularia* и *Sphenophyllum*, родамъ ископаемыхъ растений, составляющимъ переходъ отъ хвощей къ плаунамъ.

Шимперъ же доказываетъ, что всѣ ископаемые стволы, находимые въ пестромъ песчаникѣ, въ радужныхъ мергеляхъ, въ ретическихъ слояхъ, и относимые къ роду *Calamites*, принадлежатъ роду *Equisetum*.

То были исполинскія хлѣбныя деревья, достигавшія болѣе 12 сантиметровъ въ діаметрѣ, при высотѣ отъ 8 до 10 метровъ. Вѣтви, окружавшія ихъ снизу, въ видѣ короны, были весьма просты и снабжены колосьями, величиною въ голубиное яйцо и такого же точно устройства какъ у нынѣ растущихъ хвощей. Подземные ихъ корни (*rhizomes*) были весьма развиты и производили подобно многимъ растущимъ хвощамъ—шипки, видомъ и величиною похожіе на куриное яйцо.

По мнѣнію г. Шимпера *Equisetum columnare* Brongt. изъ батскаго яруса Скарборуга, совершенно отличенъ отъ такого же вида, встрѣчающагося въ радужныхъ мергеляхъ.

(Bibliothèque Universelle et Revue Suisse. 1868. № 128, стр. 325).

Новый элементъ для гальваническаго

столба. М. И. Ней. До сихъ поръ для гальваническихъ операцій недоставало прибора совершенно постояннаго, малостоящаго, удобопереносимаго и безопаснаго отъ всякихъ поврежденій. Нынѣ г. Ней предлагаетъ употреблять: 1) Сосудъ, наполненный растворомъ нашатыря, въ который помѣщается амальгамированная цинковая пластинка; 2) Глиняный пористый цилиндръ, наполненный растворомъ углекислой мѣди, въ который погружается мѣдная пластинка. Для поддержанія батареи, достаточно отъ времени до времени подбавлять кусочковъ нашатыря. Для военно-походныхъ телеграфовъ, гдѣ приборъ требуетъ удобства переноски, для наполненія сосуда, вмѣсто раствора нашатыря, можно употреблять песокъ, насыщенный растворомъ нашатыря. Такой приборъ имѣетъ слѣдующія выгоды: 1) Умѣренную цѣну, потому что для него достаточно одной углекислой мѣди, столь обильно распространенной въ нѣдрахъ земныхъ. Углекислая мѣдь нерастворима въ растворѣ нашатыря если же остановить дѣйствіе тока, то нашатырь растворяется въ хлористоводородной кислотѣ и амміакъ; хлористоводородная кислота дѣйствуетъ на цинковый полюсъ, а амміакъ на мѣдный; углекислая мѣдь становится тогда растворимою и возобновленіе ея производитъ вторичный токъ, имѣющій силу элемента Даніеля. 2) Устройство самого прибора гораздо проще и 3) Безопасность отъ всякихъ поврежденій.

(Comptes rendus. 1868. Т. LXVII. № 14, стр. 727).

Метеоритъ орнансъ. Г. Пизани. 11-го іюня 1868 въ Орнансъ (Дубсъ) выпалъ метеоритъ, который по наружному виду и составу своему отличается отъ воздушныхъ камней, выпавшихъ въ послѣднее время въ разныхъ странахъ Европы.

Метеоритъ этотъ темносѣраго цвѣта, имѣетъ оолитическое сложеніе и весьма хрупокъ; въ мелкихъ кусочкахъ легко раздавливается пальцами. Онъ обладаетъ значительною скважистостію; обломокъ его, на два часа погруженный въ воду,

поглощаетъ ее около $\frac{1}{10}$ своего объема. Разсматриваемый въ лупу, онъ показываетъ присутствіе малаго количества желѣза въ весьма мелкихъ зернахъ. Имѣетъ слабое магнитное свойство. Слѣдовательно метеоритъ этотъ можно разсматривать составляющимъ средину между желѣзными метеоритами и метеоритами, не содержащими желѣза. Кора его не представляетъ ничего особеннаго и похожа на кору большей части метеоритовъ. Относительный вѣсъ его $\approx 3,599$ (въ мелкихъ осколкахъ).

Въ колбѣ метеоритъ этотъ не измѣняетъ своего вида. Нагрѣваемый въ открытой трубкѣ—краснѣетъ и отдѣляетъ сѣрнистую кислоту. Предъ паяльною трубкою сплавляется въ черный, магнитнаго свойства, шлакъ. На капелѣ, сплавленный съ углекислымъ натромъ и семитрою, показываетъ слабую реакцію марганца. Въ спектроскопѣ видны въ немъ извести и натръ.

Метеоритъ этотъ большею частію растворимъ въ хлористоводородной кислотѣ, съ отдѣленіемъ сѣрнистаго водорода и образованіемъ обильнаго студенистаго осадка.

Желѣзо, заключающееся въ метеоритѣ этомъ, разсѣянное по всей массѣ его, такъ тѣсно связано съ магнитнымъ колчеданомъ, что нѣтъ никакой возможности отдѣлить его магнитомъ, ни въ сухомъ видѣ, ни подъ водою. По невозможности, такимъ образомъ, опредѣлить магнитомъ количество никкелеваго желѣза, Пизани придумалъ косвенный способъ, опредѣляя объемъ водорода, отдѣляемаго хлористоводородною кислотою. Правда, этимъ способомъ опредѣляется вообще количество желѣза и никкеля вмѣстѣ; но зная среднее содержаніе никкеля въ метеоритахъ вообще, можно, хотя приблизительно, опредѣлить содержащееся въ испытуемомъ метеоритѣ никкелевое желѣзо. Этотъ способъ можно употреблять не въ однихъ исключительныхъ случаяхъ, но какъ контрольный способъ и при другихъ разложеніяхъ метеоритовъ, гдѣ никкелевое желѣзо опредѣляется магнитомъ. Дѣйствительно, при опредѣленіи никкелеваго желѣза помощію магнита, какія бы предосторожности не принимали, всегда съ желѣзомъ увлекается часть кремнекислыхъ соединеній.

Колчеданъ, заключающійся въ этомъ метеоритѣ, не есть

простое сѣрнистое соединеніе, но соединеніе Fe^7S^8 , потому что опредѣляя количество сѣрнистаго водорода, отдѣляемаго хлористоводородною кислотою, найдено сѣры меньшее количество, чѣмъ при обработкѣ метеорита въ царской водкѣ, опредѣляя ее помощію хлористаго барія.

Изъ чиселъ, выведенныхъ изъ разложеній этого метеорита для кремнезема, глинозема, окиси желѣза, марганца и никкеля, горьковзема, извести, кали и натра, никкелеваго и бромистаго желѣза, сѣры, мѣди и фосфора, Пизани заключаетъ, что этотъ метеоритъ состоитъ изъ $75_{,10}$ —перидота; $15_{,26}$ —нерастворимыхъ кремнекислыхъ соединеній; $1_{,85}$ —никкелеваго желѣза; $6_{,81}$ —магнитнаго колчедана (Fe^7S^8), и хромистаго желѣза - $0_{,10}$. Изъ этого результата видно, что въ этомъ метеоритѣ преобладаетъ перидотъ; тогда какъ во всѣхъ доселѣ извѣстныхъ метеоритахъ онъ не превышаетъ 50^0 , въ метеоритѣ орнансѣ онъ составляетъ $75^0/0$.

(L'Institut. 1868 № 1845, стр. 330).

Превращеніе углекислоты въ щавелевую кислоту. Г. Колбе. По открытіи способа превращенія угольной кислоты въ муравьиную, котораго я достигъ при сотрудничествѣ г. М. Р. Шмидта, въ моей лабораторіи, говорить г. Колбе, постоянно въ теченіи семи лѣтъ занимались опытами такого же превращенія угольной кислоты въ щавелевую; но всѣ попытки къ тому были тщетны. Наконецъ одному изъ моихъ помощниковъ, г. Дрехселю, удалось разрѣшить эту задачу самымъ простымъ способомъ, не дающимъ никакихъ побочныхъ продуктовъ.

Способъ этотъ заключается въ слѣдующемъ: Въ шарообразный сосудъ помѣщаютъ обыкновенный натръ, освобожденный отъ своей корки и песокъ до красна нагрѣтый: затѣмъ впускаютъ въ него сильный токъ углекислаго газа, при нагрѣваніи сосуда въ песчаной банѣ до температуры кипѣнія ртути. Расплавленный натръ, перемѣшиваемый съ пескомъ стеклянною палочкою, образуетъ сначала массу серебристаго цвѣта; потомъ эта масса принимаетъ пурпурово-красный цвѣтъ и, чрезъ

нѣсколько часовъ, все превращается въ темную порошкообразную массу, мѣстами только имѣющую металлическій блескъ. Для успѣшнаго исхода процесса, надобно стараться избѣгать сильнаго нагрѣванія предъ окончаніемъ операци. Затѣмъ охлажденную массу высыпаютъ на тарелку съ тѣмъ, чтобы избытокъ натра могъ медленно окислиться, потомъ обрабатываютъ водою, насыщаютъ уксуною кислотою, процѣживаютъ и осаждаютъ хлористымъ кальціемъ—щавелевую кислоту. Осадокъ бываетъ часто окрашенъ бурымъ цвѣтомъ. Растворивъ его въ хлористоводородной кислотѣ и осадивъ амміакомъ, изъ теплаго еще раствора, получаютъ совершенно бѣлую соль.

Изъ 60 граммовъ натра приготоовлено такимъ образомъ 6 граммовъ чистой щавелево-кислой извести. Г. Дрехсель разложеніемъ доказалъ, что образующаяся соль есть щавелево-кислая известь и выдѣляетъ изъ нее самую щавелевую кислоту. Онъ же нашелъ, что амальгама калия, содержаніемъ въ 20%, нагрѣваемая въ углекисломъ газѣ до точки кипѣнія ртути, быстро поглощаетъ этотъ газъ и даетъ продуктъ, содержащій въ изобиліи щавелево-кислое кали.

(L'Institut. 1868. № 1813, стр. 318).

Образованіе перекиси серебра отъ дѣйствія озона. ст. Велера. Если пропускать электрическій токъ отъ нѣсколькихъ элементовъ Бунзена въ воду, слабо окисленную и помощію сѣрой кислоты сдѣланную проводящею электричество, и погрузить въ нее серебряную пластинку къ положительному полюсу, то пластинка эта вскорѣ покрывается веществомъ чернаго цвѣта. Вещество это есть перекись серебра, легко узнаваемая по свойству своему удобно растворяться въ амміакъ и по скорому отдѣленію азота. Въ этомъ случаѣ она не кристаллизуется подобно тому, какъ осаждающаяся изъ растворовъ серебряныхъ солей, но образуетъ сплошныя кольца.

Это образованіе перекиси серебра весьма интересно, потому что, по всему вѣроятію, окисленіе металла у положительнаго полюса происходитъ отъ дѣйствія озона. Въ самомъ дѣлѣ, из-

вѣстно, что металлическое серебро превращается отъ дѣйствія озона съ поверхности своей въ перекись, безъ участія электрическаго тока и что Шёнбейнъ уже давно указалъ на эту реакцію, какъ на отличительное свойство озона.

Въ настоящемъ случаѣ, токъ былъ достаточно силенъ для образованія, съ платиновыми электродами, на положительномъ полюсѣ—озона; но когда серебряная пластинка находилась у положительнаго полюса, то вовсе не было ощущаемо запаха озона. Поэтому надобно допустить, что весь озонъ дѣйствовалъ на окисленіе серебра.

По образованіи нѣкотораго количества перекиси на металлѣ, начинается слабое отдѣленіе кислорода, а на отрицательномъ полюсѣ образуется осадокъ сплошнаго серебра. Растворъ содержитъ въ себѣ всегда небольшое количество серебряной соли. Безъ всякаго сомнѣнія тутъ происходитъ тѣ побочныя явленія, которыя содѣйствуютъ скопленію перекиси у положительнаго полюса въ сѣрной кислотѣ.

Тоже самое происходитъ, когда пропускаютъ токъ чрезъ растворъ серебра въ сѣрнисто-кисломъ натрѣ. Совершенно другое бываетъ съ растворомъ серебра въ азотисто-кисломъ кали. Въ послѣднемъ случаѣ вовсе не образуется перекиси; но въ жидкости осаждается окись серебра, свѣтло-бураго цвѣта.

Въ растворѣ желѣзисто-синеродистаго кали, серебро покрывается сплошнымъ бѣлымъ осадкомъ желѣзисто синеродистаго серебра, а въ растворѣ кислаго хромово-кислаго кали, оно покрывается хромовокислымъ серебромъ въ мелкихъ кристаллахъ, несодержащихъ перекиси.

Если за положительный электродъ употребляютъ палладій, то этотъ металлъ непосредственно принимаетъ различныя оттѣнки стали, какъ бы послѣ нагрѣванія ея. Чрезъ нѣсколько часовъ поверхность металла дѣлается совершенно черною. Безъ сомнѣнія, что это происходитъ отъ перекиси палладія PdO^2 . При обработкѣ ея въ хлористоводородной кислотѣ, отдѣляется хлоръ. Она растворяется въ щавелевой кислотѣ съ отдѣленіемъ углекислоты и образуетъ соль закиси. Тоже самое достигается, если какъ проводящую жидкость вмѣсто окисленной воды употребляютъ растворъ двухромовокислаго кали. На отрицательномъ полюсѣ получается черный осадокъ возстановившагося металла.

При употребленіи свинца тоже получается перекись—бурого цвѣта; талій даетъ окись чернаго цвѣта.

Осмій въ обыкновенномъ его пористомъ состояніи, даетъ осмистую кислоту OsO_4 . Но если вмѣсто окисленной воды употреблять натровый щелокъ, то послѣдній принимаетъ вскорѣ темножелтый цвѣтъ отъ осмистой кислоты, а возстановившійся металлъ собирается на отрицательномъ полюсѣ.

Рутеній производитъ тоже самое. Щелочной растворъ его, оранжеваго цвѣта, отъ азотной кислоты даетъ черный осадокъ и при этомъ ощущается запахъ рутеновой кислоты.

Столь трудно растворяющійся осмистый иридій, помѣщенный къ положительному полюсу, въ натровомъ растворѣ—разрушается и окрашиваетъ щелочную жидкость желтымъ цвѣтомъ. При 50 граммахъ металла въ тонкихъ листочкахъ, дѣйствіе происходитъ весьма быстро только отъ двухъ элементовъ Бунзена, а возстановившійся металлъ собирается у отрицательнаго полюса.

Азотная кислота даетъ тоже осадокъ чернаго цвѣта, чѣмъ доказывается присутствіе рутеновой кислоты.

(L'Institut. 1868 № 1816, стр. 342).

Полученіе металла уранія. Г. Пелиго. Сначала я получалъ ураній только въ состояніи порошкообразной массы; наконецъ удалось мнѣ получить его въ видѣ сплавленныхъ при высокой температурѣ—шариковъ. Въ этомъ состояніи металлъ имѣетъ цвѣтъ бѣлый, мало куется, мало тягучъ и твердостію неуступаетъ стали. Отпиленные отъ него частицы горятъ на воздухѣ, издавая сильный блескъ. По истеченіи нѣкотораго времени, пролежавъ при обыкновенной температурѣ на воздухѣ, металлъ принимаетъ бронзовый, а иногда даже стально-синій оттѣнокъ.

На всемірной выставкѣ въ 1867 году, въ числѣ разныхъ продуктовъ, выставленныхъ г. Менье, было много любопытныхъ предметовъ и рѣдкихъ металловъ, полученныхъ и приготовленныхъ г. Ахилессомъ Валенсіеномъ на Сень-Денискомъ химическомъ заводѣ г. Менье. Между ними былъ и сплавленный металлическій уранъ, въ довольно значительномъ количествѣ. Способъ, употребленный для полученія урана въ метал-

лическомъ видѣ, принятый Г. Валенсіеномъ, состоитъ въ слѣдующемъ:

Смѣсь, состоящая изъ 75 граммовъ хлористаго урана, 150 граммовъ сухаго хлористаго кальція и 50 граммовъ натрія въ кусочкахъ, помѣщается въ форфоровый тигель и смѣсь эта засыпается хлористымъ потасіемъ. Тигель этотъ ставятъ въ другой графитовый и промежутки между ними засыпаются сухимъ мелкоистолченнымъ углемъ. Затѣмъ нагреваютъ смѣсь на древесномъ углѣ въ воздушной печи и быстро увеличиваютъ жаръ, чтобы металлъ расплавился, а флюсъ не улетучился. Въ получаемомъ плотномъ, черномъ шлакѣ, заключаются содержащіе уранъ продукты, которые отдѣляются промывкой.

При этомъ необходимо избѣгать присутствія влажнаго воздуха, который разлагаетъ хлористый уранъ и превращаетъ его въ окись, не возстановляющуюся въ натрій, и защищать металлъ, во время его охлажденія, отъ притока кислорода воздуха.

Я опредѣлилъ снова относительный вѣсъ этого металла по образцу, полученному отъ г. Менье. По прежнему моему опредѣленію, произведенному въ 1856, относительный вѣсъ урана, полученнаго моимъ способомъ, былъ = 18,4. Нынѣ же я получилъ относительный вѣсъ урана приготовленнаго Г. Валенсіеномъ = 18,33.

Слѣдовательно, уранъ есть одинъ изъ наиболѣе плотныхъ металловъ; и хотя по многимъ свойствамъ своимъ, онъ приближается къ металламъ землистымъ, но по относительному вѣсу приближается къ драгоценнымъ или благороднымъ металламъ, каковы золото и платина,

(Comptes rendus, 1868. T. LXVII, стр. 507).

ПРИЛОЖЕНІЕ.

Замѣтка по поводу статьи «Мѣдные рудники Гороблагодатскаго округа» (горнаго инженера Мостовенко), помѣщенной въ «Горномъ Журналѣ» № 1-мъ 1868 г.

Прочитавъ статью «Мѣдные рудники Гороблагодатскаго округа», помѣщенную въ Горномъ Журналѣ въ № 1-мъ, 1868 г., и познакомившись въ ней съ количествомъ и даже нѣсколько съ качествомъ мѣстонахожденій мѣдныхъ рудъ въ Гороблагодатскомъ округѣ, невольно кидается въ глаза какая то неопредѣленность описанія произведенной опытной проплавки мѣдныхъ рудъ въ Кушвинскомъ заводѣ, а также крайне ошибочный критическій взглядъ автора на заводскую обработку ихъ.

Обобщая свѣдѣнія, авторъ статьи «Мѣдные рудники Гороблагодатскаго округа» какъ бы не желаетъ въ изложеніи заводскихъ опытовъ знакомить интересующагося читателя ни съ системою печей, а слѣдовательно и съ размѣрами ихъ, ни съ родомъ и способомъ плавки и наконецъ ни съ качествомъ полученныхъ продуктовъ,—что никогда не можетъ быть лишнимъ, и въ особенноти повергая какъ самыя опыты такъ и критическій обзоръ ихъ на судъ специалистовъ.

Такъ авторъ, на стр. 69-ой своей статьи, между прочимъ говоритъ: «въ 1866 г. съ разрѣшенія главнаго начальника уральскихъ заводовъ, казною построены въ Куш-

винскомъ заводѣ, по примѣру Тагильскихъ, двѣ шахтныхъ пятифурменныхъ печи...» Спрашивается можно-ли изъ этого повѣствованія составить себѣ хоть какое нибудь понятіе о родѣ печей и о размѣрахъ ихъ? Нечего и говорить, что для незнакомаго съ мѣднымъ производствомъ въ Тагильскихъ заводахъ, это не можетъ имѣть смысла, но даже и для коротко знающаго способы плавки мѣдныхъ рудъ въ Н.—Тагильскомъ округѣ покажется это какою то неразгадаемой шарадой.

Вѣдь тамъ употребляются для плавки мѣдныхъ рудъ печи разныхъ системъ, а пятифурменные существуютъ двухъ родовъ. Которая же изъ нихъ принята за образецъ при постройкѣ мѣдиплавильной печи въ Кушвинскомъ заводѣ?

Далѣе авторъ говоритъ: «такъ какъ доставленная руда оказалась болѣе чѣмъ на половину охристая, то плавка производилась на черную мѣдь...» Тутъ уже всякій усумнится въ непреложности взглядовъ автора, безцеремонно окрестившаго руды волховскую (0,16% S), покровскую (0,22% S) и половинную (0,22% S) на половину охристыми.

Наконецъ если плавка производилась по увѣренію г. Мостовенко на черную мѣдь, то для чего-же употреблялись во флюсъ кушайскій и магнитный колчеданъ съ г. Благодати, и въ какомъ количествѣ? Этотъ вопросъ рѣшаетъ самъ авторъ статьи «Мѣдные рудники Гороблагодатскаго округа» слѣдующимъ образомъ: «прежде чѣмъ показать въ какой мѣрѣ необходимъ для правильнаго составленія шихты какъ флюсъ колчеданъ, я приведу здѣсь химическій составъ рудъ...»

Вотъ они. Половинная. Покровская. Волховская.

			23,6%
Cu =	2,3%	3,1%	4,2%
Si =	36,5%	42,3%	23,6%

Al	= 6,3 ^o / _o	10,0 ^o / _o	3,8 ^o / _o
Fe	= 28,97 ^o / _o	20,6 ^o / _o	45,7 ^o / _o
Ca	= 14,95 ^o / _o	9,24 ^o / _o	9,92 ^o / _o
Mg	= 2,17 ^o / _o	1,08 ^o / _o	2,06 ^o / _o
Ka и Na	= 4,29 ^o / _o	9,16 ^o / _o	6,43 ^o / _o (по недостатку).
H и C	= 3,16 ^o / _o	4,4 ^o / _o	—
S	= 0,22 ^o / _o	0,22 ^o / _o	0,16 ^o / _o

Явствуеѣ ли изъ приведенныхъ анализовъ, что слѣдуетъ флюсовать эти руды колчеданами?

Разложеній же колчедановъ, употребляемыхъ во флюсъ, авторъ не счелъ нужнымъ приводить, трактуя о правильномъ шихтованіи рудъ. А съ результатами анализовъ ихъ, и въ особенности кушайскаго, не мѣшало-бы ознакомиться, тѣмъ болѣе что послѣдній чуть ли не вдвое богаче мѣдью, чѣмъ флюсуемая руда,—что въ свою очередь можетъ имѣть большое вліяніе на результаты плавки. Ктому же употребленіе такого флюса можетъ ли соотвѣтствовать цѣли предпринятыхъ опытовъ проплавки мѣдныхъ рудъ?

Какъ видно изъ статьи, автора страшитъ избытокъ магнитнаго желѣзняка, который по его мнѣнію сильно препятствуетъ (не слишкомъ ли смѣло такое предположеніе?) плавкѣ на черную мѣдь, для чего и флюсуютъ руду колчеданами.

Неужели при среднемъ содержаніи въ рудахъ окиси желѣза около 34^o/_o необходимо прибавлять въ шихту колчеданъ, и наконецъ что изъ этого выйдетъ? Въ концѣ концовъ придется опять имѣть дѣло съ обожженными купферштейнами, въ которыхъ содержаніе желѣза будетъ вѣроятно еще больше. Тогда, на основаніи вышеизложеннаго, опять придется прибавлять колчеданы и что же дальше? А дальше будетъ нѣчто въ родѣ *perpetum mobile*, основанное на бесполезномъ жженіи угля.

Обратимся снова къ анализамъ мѣдныхъ рудъ покровской, половинной и волховской. Они какъ нельзя лучше свидѣтельствуютъ за чистоту рудъ и за возможность получить металлъ высокихъ достоинствъ, что должно представлять въ глазахъ заводчика значеніе не послѣдней важности.

Примѣшивая же колчеданы слѣдуетъ предполагать, что качество мѣди будетъ ниже, а угаръ ея долженъ увеличиться. Съ прибавленіемъ колчедановъ самая обработка руды должна усложниться и ясно что угаръ или точнѣе выражаясь разность между процентнымъ содержаніемъ рудъ и полученнымъ количествомъ черной мѣди при большомъ числѣ операций будетъ больше приведенной въ статьѣ величины 0,7% (maximum), тогда какъ расходы чуть ли не удвоятся. Наконецъ полученная черная мѣдь, вслѣдствіе большаго содержанія S, потребуетъ большихъ расходовъ по очисткѣ ея и больше времени, отчего и тутъ угаръ долженъ быть значительнѣе. Все это вмѣстѣ взятое не говоритъ въ пользу сырой плавки этихъ рудъ.

Съ другой стороны анализы же рудъ указываютъ на довольно правильное и благопріятное отношеніе кислорода основаній къ кислороду кислоты, близко подходящее къ полуторно-кремнеземкамъ (первыя двѣ) и къ однокремнеземкамъ (послѣдняя). И такъ какъ при плавкѣ на черную мѣдь за лучшее принято шихтовать руды на однокремнекислые шлаки, то ясно что онѣ потребуютъ незначительнаго количества основныхъ и по всей вѣроятности желѣзистыхъ флюсовъ. Впрочемъ иногда шихту при плавкѣ на черную мѣдь держать на полуторно и даже на двукремнекислый плакъ, къ чему прибѣгаютъ въ весьма рѣдкихъ исключительныхъ случаяхъ.

Если же желѣзо находится въ рудѣ въ видѣ магнитнаго желѣзняка, то послѣдній не можетъ сильно препятствовать плавкѣ на черную мѣдь, тѣмъ болѣе что онъ вообще тру-

дно восстанавливается и при шихтовании руды на однокремне-кислые либо полуторнокремнекислые шлаки, во избежание образования настывлей, легко регулировать действием восстановительных газов, что достигается практически и конечно в большинстве случаев не всегда с первого раза. В видах вышесказанного следовало бы дать известный наклон футеровки печей как в передней, так и в задней стѣнѣ (плавка руды в Агордо), а также определить относительную величину кусков руды и горючаго материала, и если этими средствами невозможно достигнуть цѣли, то за лучшее можно рекомендовать восстановительное обжигание руды.

Тогда вся окись желѣза, входящая в состав магнитнаго желѣзняка, перейдетъ в закись, которая гораздо труднѣе восстанавливаясь, легко переходитъ в шлакъ.

Что же касается до количества желѣза, которое по уверению г. Мостовенко слишкомъ велико, то для доказательства противнаго можно лишь привести результаты разложения шлаковъ, полученныхъ отъ плавки на черную мѣдь (Вгипо Керл I. В.).

Si	Al	Fe	Ca	Mg	Co	
1) 31,72%	2,83%	47,8%	8,06%	3,86%	0,25%	Рихельсдорфъ
2) 38,15%	—	47,22%	11,56%	0,03%	—	} Мансфельдъ
3) 37,9%	—	49,23%	9,07%	1,47%	—	
4) 32,79%	—	66,12%	—	1,58%	—	} Фалунъ
5) 27,36%	3,51%	64,81%	0,32%	2,27%	—	
6) 30,93%	—	69,07%	—	—	—	
7) 32,35%	6,3%	59,5%	—	—	—	Фрейбергъ
8) 18,93%	4,06%	70,68%	0,96%	0,58%	—	Гильсаа

Ca	Mn	Ka	Na	Zn	
1) 1,07%	0,23%	3,68%	1,26%	—	Рихельсдорфъ
2) 2,86%	—	—	—	—	} Мансфельдъ
3) 1,59%	—	—	—	—	

4) слѣды	—	—	—	—	} Фалунъ
5) 0,96%	—	—	—	—	
6) —	—	—	—	—	
7) —	—	—	—	—	
8) 1,32%	—	—	—	0,66%	Фрейбергъ Гильсаа.

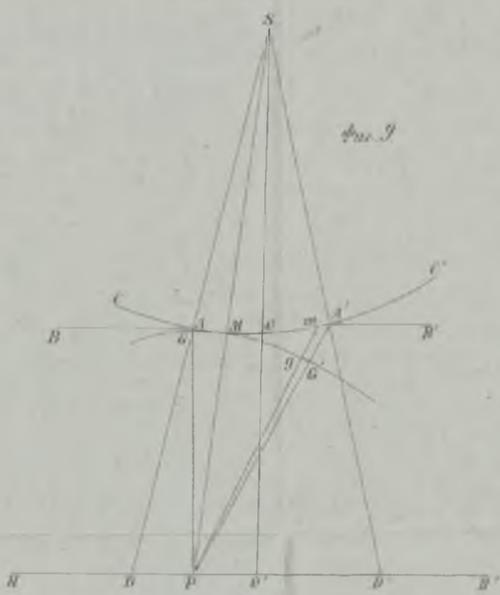
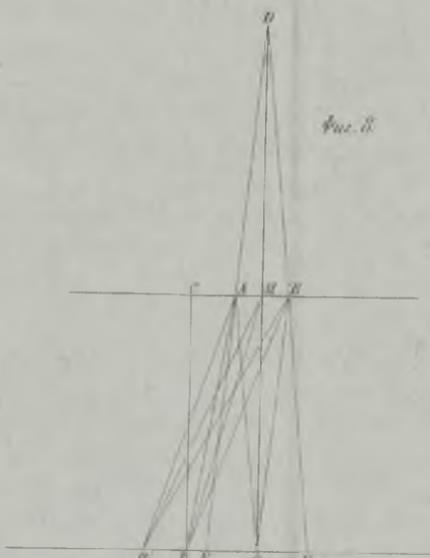
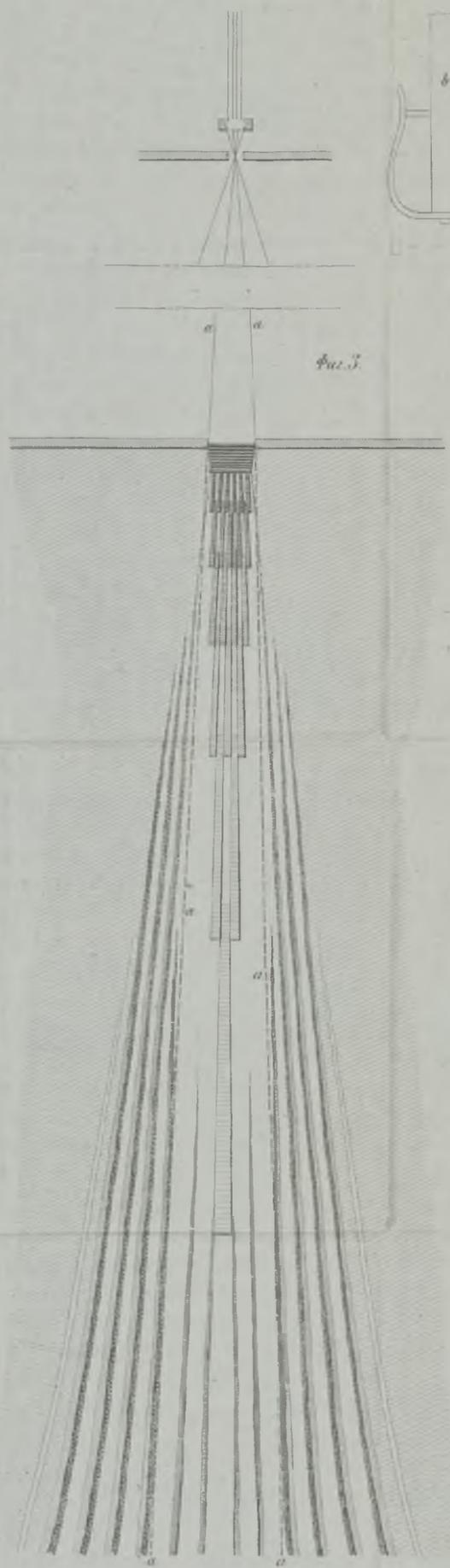
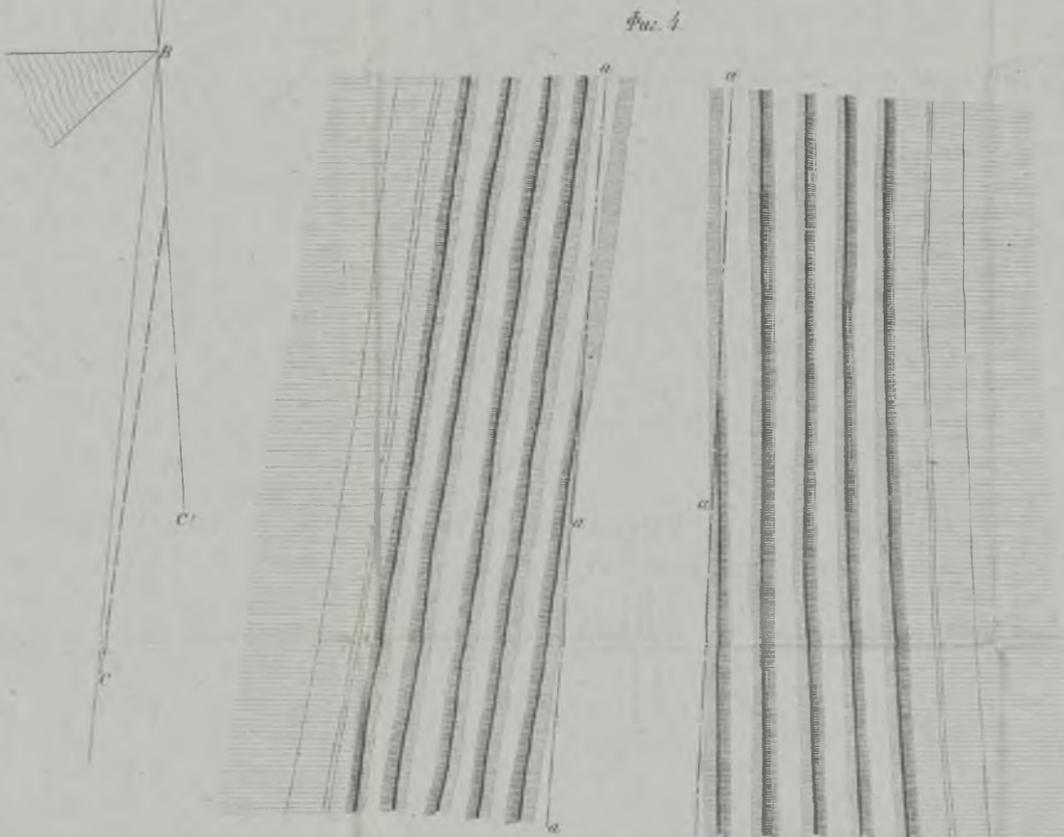
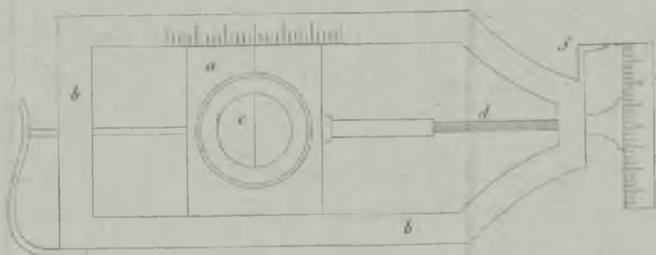
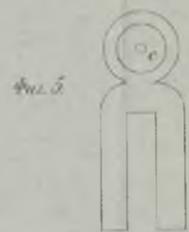
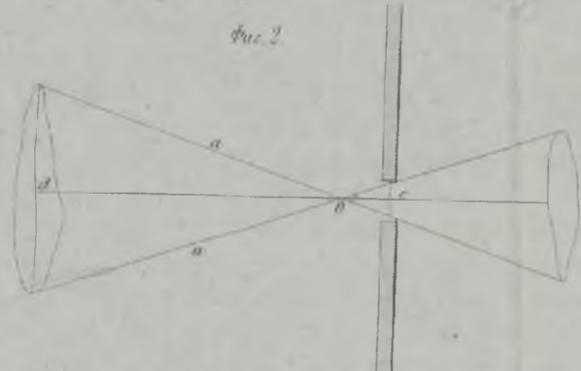
Просмотрѣвъ внимательно эту таблицу, видно что и при весьма значительномъ содержаніи желѣза (какъ напр. №№ 4, 6, 7) бываютъ шлаки безъ всякаго признака присутствія закиси мѣди и слѣдовательно не могутъ ли служить такіе поучительные примѣры яснымъ доказательствомъ возможности плавки рудъ покровской, волховской и песчанской (присутствіе окиси желѣза въ которыхъ гораздо менѣе, среднее около 34%) на черную мѣдь, не опасаясь потери мѣди въ шлакахъ. Наконецъ обыкновенно въ видахъ послѣдней стараются получать шлаки богатые закисью желѣза, чтобы тѣмъ предохранить мѣдь отъ ошлакованія.

Относительно предполагаемой трудности обработки мѣдистыхъ крицъ, можно лишь указать на мѣдное производство въ Выйскомъ заводѣ, гдѣ крицы, выламываемыя изъ печей, весьма удобно и легко проплавляются, не представляя никакихъ особенныхъ трудностей.

И такъ на основаніи всего вышесказаннаго можно заключить, что рациональнѣе, легче и съ значительнымъ уменьшеніемъ расходовъ на обработку, слѣдовало-бы плавку вышеназванныхъ рудъ вести прямо на черную мѣдь.

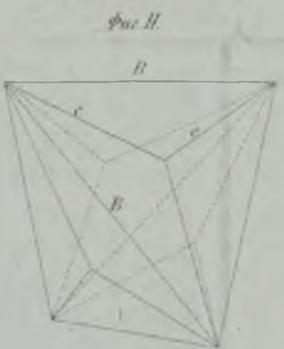
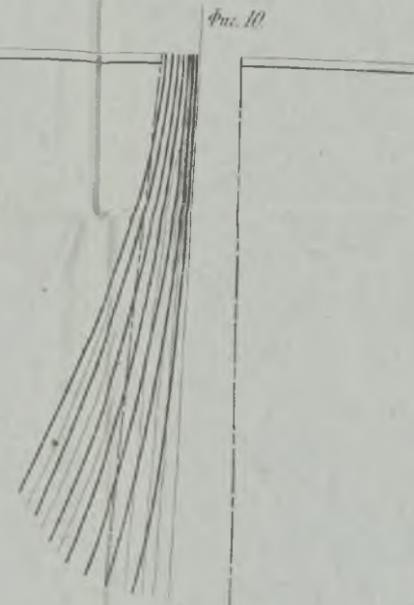
Заканчивая свою замѣтку, вызванную слабымъ изложеніемъ опытной мѣдной плавки, а также не вполне соответствующимъ истинѣ критическимъ обзоромъ ея, нельзя не замѣтить, что при поползновеніи придать ученый отѣнокъ статьѣ, слѣдовало-бы дѣлать обобщеніе фактовъ точнѣе, а критическій обзоръ болѣе согласующійся съ основными началами металлургіи.

А. Жуковский.



а, в, Гелиостатическія границы поля.

а, в, Гелиостатическія границы поля.



У. ИЗВѢСТІА И СМѢСЬ.

Геологическо-геогностическій очеркъ Волинской губерніи г. Готфрида Оссовскаго. ст. Н. Б., стр. 477.—Олигоценые пласты въ Россіи, стр. 481.—Декретъ императора Наполеона III о составленіи геологической карты Франціи, стр. 482.—О составленіи геологической карты Итали, стр. 483.—Способъ Леклерка очищать черную мѣдь, стр. 483.—Естественные сплавы золота и серебра, встрѣчающіеся въ Конгсбергѣ, стр. 484.—Средство предотвращать въ каменноугольныхъ копахъ взрывъ газа гризу, стр. 485.—Каламиты и хвои, стр. 487.—Новый элементъ для гальваническаго столба, стр. 488.—Метеоритъ орнансъ, стр. 488.—Превращеніе углекислоты въ щевелевую кислоту. стр. 490.—Образованіе перекиси серебра отъ дѣйствія озона, ст. Велера, стр. 491.—Полученіе металла уранія, стр. 493.

УІ. ПРИЛОЖЕНІЕ

Замѣтка по поводу статьи «Мѣдные рудники Гороблагодатскаго округа» (горнаго инженера Мостовенко), помѣщенной въ «Горномъ Журналѣ» № 1-мъ 1868 г. ст. А. Жуковскаго 495

(Къ сей книгѣ приложено два чертежа.)

ОБЪЯВЛЕНІЕ.

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ выходитъ ежемѣсячно книгами, составляющими до десяти печатныхъ листовъ и болѣе, съ надлежащими при нихъ картами и чертежами.

Цѣна за все годовое изданіе полагается по **ДЕВЯТИ** рублей въ годъ, съ пересылкою во всѣ мѣста, а въ столицѣ и съ доставкою на домъ по горной и соляной части, обращающихся притомъ съ подпискою по начальству, **ШЕСТЬ** рублей.

Подписка на **ЖУРНАЛЪ** принимается: въ С.-Петербургѣ, въ горномъ ученomъ комитетѣ.

Въ томъ же комитетѣ продаются:

1) **УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ ГОРНАГО ЖУРНАЛА** съ 1849 по 1860 годъ, составленный И. Штильке, по **ДВА РУБЛИ** за экземпляръ, съ пересылкою. Приобрѣтающе этотъ **УКАЗАТЕЛЬ** вмѣстѣ съ прежнимъ указателемъ статей **ГОРНАГО ЖУРНАЛА** съ 1825 по 1849 годъ, составленнымъ Р. Кемпінскимъ и продающимся по **ДВА** руб. за экземпляръ, платятъ только **ТРИ** руб.

2) **ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ** прежнихъ лѣтъ, съ 1826 по 1855 годъ включительно, по **ТРИ** руб. за каждый годъ и отдѣльно книжками по **ТРИДЦАТИ** копѣекъ за каждую.

3) **МЕТАЛЛУРГІЯ ЧУГУНЪ** соч. Валеріуса, переведенная и дополненная В. Ковригинымъ, съ 29 таблицами чертежей въ отдѣльномъ атласѣ, по 6 руб. за экземпляръ, а съ пересылкою въ города и упаковкою атласа по 7 руб.

4) Des Gisements de charbon de terre en Russie par G. de Helmersen. Цѣна 80 коп.

5) **ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО КЪ ВЫДѢЛКѢ ЖЕЛѢЗА И СТАЛИ ПОСРЕДСТВОМЪ ПУДЛИНГОВАНІЯ**, сочиненіе гг. Ансіо и Мазіонъ, переводъ В. Ковригина. Цѣна 3 руб., а съ пересылкою 3 руб. 50 коп.

6) **ОЧЕРКЪ СОВРЕМЕННАГО СОСТОЯНІЯ МЕХАНИЧЕСКАГО ДѢЛА ЗА ГРАНИЦЕЙ**. И. Тиме (горнаго инженера). Цѣна 2 р 50 к., съ пересылкою 3 р.