

# ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ

ИЗДАВАЕМЫЙ

ГОРНЫМЪ УЧЕНЫМЪ КОМИТЕТОМЪ

20658

Томъ Третій.

АВГУСТЪ.

1886 года.

## СОДЕРЖАНІЕ.



### II. Горное и Заводское Дѣло.

- Экономическая тонка системы Лигеля.  
Г. Ф. Шаара (Das Liegel'sche Spar-  
feuerungs-System; von Georg F.  
Schaar) . . . . . 145
- Доменная печь Верхнетуринскаго за-  
вода. Горн. Инж. П. Деви (Der  
Hochofen der Hütte Werhneturinsk;  
von Berg. Ing. P. Devy). . . . . 156
- Теорія клеточнаго строенія стали.  
Осмонда и Верта (Die Theorie der  
Zellen structur des Stahles; von Os-  
mond und Werth). . . . . 158
- Плавка серебряныхъ рудъ на коксѣ  
и древесномъ углѣ въ Конгсбергѣ.  
Канд. минер. Г. С. Форта (Die Schmel-  
zung der Silbererze mit Koks und  
Holzkohle in Kongsberg; von Cand.  
Mineralogiae H. I. Vogt) . . . . . 212
- III. Геологія, Геогнозія и Палеонтологія.
- Отчетъ объ изслѣдованіяхъ, произве-  
денныхъ въ области, прилегающей  
къ хребту Кара-Тав. Горн. Инж.  
Ө. Чернышева (Bericht über geolo-  
gische Untersuchungen in Gebiete der  
Bergkette Kara-Tau; von Berg. Ing.  
Th. Tschernyschew). . . . . 234
- Важнѣйшіе рефераты по геологіи (Die  
wichtigsten Referate im Gebiete der  
Geologie). . . . . 237

### IV. Химія, Физика и Минералогія.

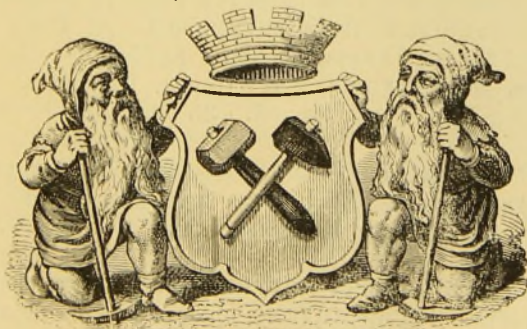
- Новый колориметрический способъ  
опредѣленія стѣры въ желѣзѣ, И.  
Виборга (Neue colorimetrische Schwe-  
felprobe für Eisen; von I. Wiborgh). . . . . 260
- Отчетъ по лабораторіи министерства  
финансовъ и с.-петербургской про-  
бирной палатки за 1885 г. Горн.  
Инж. Ө. Савченкова (Bericht des  
Laboratoriums des Finanz - Ministe-  
riums und der St.-Petersburger Pro-  
bekamer für das Jahr 1885; von Berg-  
Ing. Th. Sawtschenkow) . . . . . 270

### VI. Смѣсь.

- Изъ исторіи фабрикаціи пудлинговой  
стали. Фелланда . . . . . 292
- Вопросъ о лущечной стали заграни-  
цею. М. Левицкаго . . . . . 300
- Новый сплавъ алюминія . . . . . 315
- Сравнительныя изслѣдованія амери-  
канскаго и русскаго керосина . . . . . —
- Глауберова соль въ Кубанской обла-  
сти . . . . . 320
- Вывозъ изъ Англіи въ Россію произве-  
деній горнозаводской промышлен-  
ности за первое полугодіе 1886 г. . . . . 321
- Возвышеніе таможенной пошлины на  
каменный уголь, привозимый къ  
портамъ Чернаго и Азовскаго  
морей . . . . . 322

### Объявленія.

Къ этой книжкѣ приложены четыре таблицы чертежей.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія и Хромолитографія А. Траншеля, Стремянная, № 12.

1886.

# ОБЪЯВЛЕНІЕ.

**Горный Журналъ** выходитъ ежемѣсячно книгами въ восемь листовъ съ надлежащими при нихъ картами и чертежами.

Цѣна за годовое изданіе полагается по девяти рублей въ годъ, съ пересылкою или доставкою на домъ; для служащихъ-же по горной части и обрабатывающихся при томъ съ подпискою по начальству, шесть рублей.

Подписка на журналъ принимается: въ С.-Петербургѣ, въ Горномъ Ученомъ Комитетѣ.

Въ томъ же Комитетѣ продаются:

1) **Указатели статей Горнаго Журнала:** съ 1825 по 1849 годъ, составл. Кемпницкимъ, цѣна 2 р. с.; съ 1849 по 1860, сост. Ив. Штильке, цѣна 2 р. с.; съ 1860 по 1870, составл. Д. Н. Планиеромъ, цѣна 1 р. с. и съ 1870 по 1879 включительно, составл. Д. Лесенко, цѣна 1 р. Приобрѣтающіе одновременно два первые указателя платятъ за нихъ, вмѣсто **четырехъ, три рубля.**

2) **Горный Журналъ** прежнихъ лѣтъ, съ 1826 по 1854 годъ включительно, три руб. за каждый годъ и отдѣльно по **тридцати** к. за книжку, а съ 1855 по 1885 г. включительно—по 6 р. за годъ и по 50 коп. за книжку.

3) **Основы машиностроенія**, соч. Профессора Ив. Тиме.

Томъ I. Выпускъ первый. 458 страницъ текста in 8°, съ 67-ю таблицами чертежей въ отдѣльномъ атласѣ. Цѣна 6 рублей.

Томъ I. Выпускъ второй. 488 стр. текста съ 39 таблицами чертежей въ отдѣльномъ атласѣ. Цѣна 5 рублей.

Томъ II. 484 стр. текста, съ 72 таблицами чертежей въ отдѣльномъ атласѣ. Цѣна 6 руб.

4) **Горнозаводская механика** Профес. Ю. Р. фонъ-Гауера, съ атласомъ изъ 47 таблицъ чертежей. Перевелъ Горн. Инж. В. Бѣлозоровъ. Цѣна 7 рублей.

5) **Справочная книга для горныхъ инженеровъ и техникувъ по горной части**, составленная по порученію Господина Министра Государственныхъ Имуществъ.

Томъ I, Горнозаводская механика, соч. Ив. Тиме, Профессора Горнаго Института. Цѣна книги, вмѣстѣ съ атласомъ изъ 76 таблицъ чертежей, 4 р. 25 коп.

Томъ II. Горное искусство, составилъ Григорій Дорошенко, бывшій Профессоръ Горнаго Института. Цѣна книги, вмѣстѣ съ атласомъ изъ 106 таблицъ чертежей, 5 рублей.

6) **О нивелированіи на дневной поверхности и въ рудничныхъ выработкахъ** Профес. Г. Тиме. Цѣна 40 коп.

7) **Курсъ разработки каменноугольныхъ мѣсторожденій**. Ш. Деманэ. Перевелъ съ французскаго Горн. Инж. Г. Кондратовичъ. Часть первая, 266 стр. in 8° съ 221 рисункомъ въ текстѣ. Цѣна 2 р. Часть вторая; цѣна 2 р.

8) **Современные способы разработки мѣсторожденій каменнаго угля**. Извлеченія изъ отчетовъ по заграничной командировкѣ Горнаго Инженера Сабанѣва и Оберъ-Штейгера К. Шмидта, изданныя подъ редакціей Г. Д. Романовскаго. Съ 12-ю таблицами чертежей въ особомъ атласѣ. Цѣна 1 р. 25 к.

9) **Руководство къ металлургіи**. Д. Перси. Переводъ съ дополненіями Горн. Инж. А. Добролюбова. Томъ второй. 35 листовъ in 8°, съ 62 рисунками въ текстѣ. Цѣна 2 р.

10) **Металлургія чугуна**. Д. Перси. Съ нѣмецкаго изданія, дополненнаго докторомъ Веддингомъ; перевели Н. Гюсса и М. Долгополовъ. Одинъ томъ въ 49 печатныхъ листовъ (въ  $\frac{1}{8}$ ) съ 432 рисунками въ текстѣ. Цѣна 7 руб. На пересылку за 5 фунтовъ.

11) **Дополненія къ металлургіи чугуна** Д-ра Перси, составилъ Н. Гюсса, адъюнкты Горнаго Института. 244 страницы текста съ 9 таблицами чертежей. Цѣна 2 руб. 50 коп.

12) **Металлургія чугуна**, соч. Валеріуса, переведенная и дополненная Вл. Ковригинимъ, съ 29 табл. чертежей въ особомъ атласѣ, цѣна 6 р. с. за экз., а съ пересылкой и упаковкой 7 руб.



# ГОРНОЕ И ЗАВОДСКОЕ ДѢЛО.

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТОПКА СИСТЕМЫ ЛИГЕЛЯ.

(Das Liegel'sche Sparfeuerungs System).

Г. Ф. Шаара <sup>1)</sup>.

Сжиганіе горючаго на рѣшеткахъ, примѣняемое и въ настоящее время во многихъ случаяхъ, какъ извѣстно, даетъ возможность пользоваться только незначительною частью его теоретической нагрѣвательной способности, причемъ весьма большое количество драгоцѣннаго углерода, заключающагося въ горючемъ матеріалѣ, теряется совершенно бесполезно, выдѣляясь изъ трубы въ видѣ дыма. Было сдѣлано много опытовъ и предложено множество устройствъ, съ цѣлью воспользоваться болѣе совершеннымъ способомъ дорого стоящими горючими матеріалами; до сихъ поръ, однако, не удалось воспользоваться ихъ полною теоретическою нагрѣвательною способностью по нижеслѣдующимъ причинамъ:

1) Вслѣдствіе потери теплоты черезъ лучеиспусканіе каменной кладки и провода послѣднюю теплоты въ землю.

2) Вслѣдствіе потери теплоты, заключающейся въ выдѣляющихся газахъ, которые, по меньшей мѣрѣ, имѣютъ температуру сжигаемаго матеріала.

3) Вслѣдствіе потери теплоты, зависящей отъ нечистоты горючаго матеріала. Теплота, какъ извѣстно, развивается, благодаря химическому соединенію углерода и водорода съ кислородомъ. Углеродъ и водородъ находятся въ смѣшеніи съ несгораемыми составными частями, т. е. съ золою, которую мы называемъ въ сплавленномъ состояніи шлаками, и которая точно также должна имѣть температуру сжигаемаго матеріала, а слѣдовательно по-

---

<sup>1)</sup> Переводъ Г. Л.

глощаетъ соотвѣтствующее количество теплоты. Сверхъ того, необходимый для горѣнія атмосферный воздухъ содержитъ въ себѣ баластъ, въ видѣ азота, количество котораго превосходитъ по вѣсу почти въ четыре раза количество кислорода, и который точно также нагревается.

4) Вслѣдствіе потери теплоты, зависящей отъ несовершенства сжиганія, которое обусловливается неправильнымъ притокомъ воздуха.

Потерю тепла, указанную въ пунктѣ 1, не трудно устранить примѣненіемъ матеріаловъ, дурно проводящихъ теплоту; что же касается потерь, указанныхъ въ пунктахъ 2 и 3, то для устраненія ихъ едва ли возможно что либо сдѣлать, такъ какъ притокъ воздуха составляетъ необходимое условіе для дѣйствія всякаго устройства, въ которомъ совершается сжиганіе топлива. При колосниковыхъ топкахъ температура горѣнія, вслѣдствіе неизбежнаго излишка воздуха, въ значительной мѣрѣ понижается; при газовыхъ же топкахъ горючій матеріалъ, вслѣдствіе частнаго сгорания, получается въ такой формѣ, что представляется вполне возможнымъ точно регулировать притокъ воздуха, необходимаго для дальнѣйшаго сжиганія полученныхъ продуктовъ, какъ въ отношеніи его количества и смѣшенія съ газообразными продуктами, такъ и въ отношеніи степени предварительнаго его нагреванія. Процессъ сжиганія ведется такимъ образомъ, что сначала получается возможно большее количество окиси углерода (CO) и возможно меньшее количество углекислоты (CO<sub>2</sub>); послѣ этого, окись углерода сжигается въ угольную кислоту при посредствѣ воздуха, предварительно нагрѣтаго до возможно высокой температуры.

Чтобы уяснить преимущества газовыхъ топокъ передъ колосниковыми, мы воспользуемся теоретическими выводами доктора *Шиллинга*, изложенными въ его сочиненіи «Handbuch für Gasbeleuchtung, Aufl. III, S. 284 и слѣд.» Приэтомъ сдѣлаемъ предположеніе, что горючимъ матеріаломъ будетъ служить коксъ, такъ какъ для каменныхъ углей, бурыхъ и проч., вслѣдствіе отдѣленія ими разнообразныхъ продуктовъ перегонки, процессъ представляется болѣе сложнымъ.

1 килогр. углерода, сгорая въ воздухѣ, дастъ 3,67 кил. угольной кислоты и 8,94 кил. азота, всего 12,61 кил. продуктовъ горѣнія. Если-же допустить, что сжиганіе того-же количества углерода будетъ производиться на рѣшеткѣ, при избыткѣ только 50% воздуха, то получится  $12,61 + 5,81 = 18,42$  кил. продуктовъ сгорания. Принимая

удѣльную теплоту угольной кислоты = 0,2164

„ „ окиси углерода. . = 0,2479

„ „ азота . . . . . = 0,2440

„ „ воздуха. . . . . = 0,2370

мы получимъ для удѣльной теплоты всѣхъ, продуктовъ сгорания

$$3,67 \times 0,2164 + 8,94 \times 0,2440 + 5,81 \times 0,2370 = 0,2366$$

18,42



Такъ какъ, по изслѣдованіямъ *Фавра* и *Зильбермана*, 1 вѣсовая частица углерода, сгорая въ угольную кислоту, даетъ 8080 единицъ теплоты, то слѣдовательно при горѣніи ея разовьется температура:

$$\frac{8080}{18,42 \times 0,2366} = 1854^{\circ} \text{ Ц.}$$

Въ дѣйствительности, при колосниковой топкѣ, избытокъ воздуха достигаетъ 100% и болѣе. При такомъ условіи (при 100%) температура вышеупомянутыхъ продуктовъ горѣнія опредѣлится въ 1400° Ц.

Разсмотримъ теперь раздѣльно процессъ горѣнія, начавъ съ превращенія углерода въ окись углерода.

Послѣдняя состоитъ изъ одного атома углерода и одного атома кислорода, или, принимая во вниманіе атомные вѣса,

12 вѣсов. частицъ	углерода
16 „	кислорода даютъ
28 „	окиси углерода,

или:

1 вѣсов. частица	углерода
1,333 „	кислорода даютъ
2,333 вѣсов. частицы	окиси углерода.

Такъ какъ кислородъ извлекается изъ воздуха, въ которомъ на 1 вѣс. часть кислорода приходится 3,348 вѣс. част. азота, то къ послѣднему количеству должно прибавить еще  $1,333 \times 3,348 = 4,47$  вѣс. част. азота. Такимъ образомъ мы будемъ имѣть всего  $2,333 + 4,47 = 6,803$  кил. продуктовъ горѣнія.

Удѣльная теплота ихъ опредѣляется въ

$$\frac{2,333 \times 0,2479 + 4,47 \times 0,244}{6,803} = 0,2453,$$

а такъ какъ 1 кил. углерода, сгорая въ окись углерода, даетъ 2473 единицы теплоты, то температура горѣнія будетъ равна

$$\frac{2473}{6,803 \times 0,2453} = 1482^{\circ} \text{ Ц.}$$

Если эти продукты горѣнія, при второмъ процессѣ, мы будемъ вполнѣ сжигать въ угольную кислоту, при содѣйствіи 5,81 кил. атмосфернаго воздуха, то получимъ

3,67 кил. угольной кислоты
8,94 „ азота
12,61 кил. продуктовъ горѣнія,

удѣльная теплота, которыхъ будетъ равна

$$\frac{3,67 \times 0,2164 + 8,94 \times 0,244}{12,61} = 0,236.$$

Такъ какъ 1 кил. окиси углерода, сгорая въ угольную кислоту, даетъ

2430 единицъ теплоты, а 2,333 кил. СО—5669 единицъ теплоты, то температура горѣнія будетъ:

$$\frac{5669}{12,61 \times 0,236} = 1905^{\circ} \text{ Ц.}$$

Къ этой температурѣ надо прибавить еще температуру, полученную при первомъ процессѣ горѣнія, при предположеніи, что никакое охлажденіе не имѣло мѣста. Но такъ какъ все количество тепла, развившееся при первомъ процессѣ, должно распредѣлиться уже между 12,61 кил. продуктовъ горѣнія, то температура ихъ, вмѣсто  $1482^{\circ} \text{ Ц.}$  можетъ подняться только на  $800^{\circ} \text{ Ц.}$  Слѣдовательно, температура горѣнія при второмъ процессѣ  $2705^{\circ} \text{ Ц.}$

Воздухъ, притекающій въ топку, пріобрѣтаетъ температуру продуктовъ горѣнія, но вмѣстѣ съ тѣмъ самъ отнимаетъ отъ нихъ необходимое для этой цѣли количество теплоты. Напротивъ того, если нагрѣть воздухъ, передъ поступленіемъ его въ поясъ горѣнія, то не можетъ быть никакого сомнѣнія, что такое нагрѣваніе принесетъ чистую выгоду и что температура будетъ тѣмъ выше, чѣмъ сильнѣе былъ предварительно нагрѣтъ воздухъ. Такъ какъ газы, образующіеся при горѣніи, какъ было упомянуто выше, оставляютъ прострапство, гдѣ происходитъ сожиганіе, по меньшей мѣрѣ съ той температурой, которая имѣетъ мѣсто въ этомъ пространствѣ, то естественно, что значительное количество теплоты, вмѣстѣ съ помянутыми газами, теряется. Этою теряющеюся теплотою можно, однако, воспользоваться вновь, если употребить ее для нагрѣванія воздуха, служащаго для сожиганія. Въ этомъ, какъ извѣстно, и состоитъ принципъ *регенераціи*.

Средняя температура въ генераторахъ для кокса, благодаря неизбежной потерѣ теплоты, достигаетъ только  $2300^{\circ} \text{ Ц.}$  Такъ какъ въ ретортной печи для фабрикаціи свѣтильнаго газа продукты горѣнія оставляютъ печь, имѣя температуру около  $1000^{\circ} \text{ Ц.}$  то при колосниковой топкѣ, которая, какъ было сказано выше, развиваетъ температуру въ  $1400^{\circ} \text{ Ц.}$  остается въ распоряженіи  $400^{\circ} \text{ Ц.}$  а при генераторѣ  $1300^{\circ} \text{ Ц.}$  Итакъ, въ этомъ случаѣ отношеніе между колосниковою топкою и генеративною выразится отношеніемъ 1: 3,25. При паровомъ котлѣ, когда топочные газы выдѣляются съ температурою около  $300^{\circ} \text{ Ц.}$  это отношеніе будетъ равно 1: 1,82.

Отсюда явствуетъ, что газовое отношеніе будетъ тѣмъ выгоднѣе колосниковаго, чѣмъ выше температура, при которой производится работа.

Какъ извѣстно, газовыя топки стали примѣняться для различныхъ цѣлей болѣе 25 лѣтъ тому назадъ и впервые были устроены въ 1856 г. для фабрикаціи свѣтильнаго газа на заводѣ Вассеральфингенъ. Въ 1862 году *Ф. и В. Сименсъ* построили печь для свѣтильнаго газа съ генеративною топкою и регенераціею. Въ началѣ 70-хъ годовъ *Мюллеръ* и *Эйхельбреннеръ* сдѣлали нѣкоторыя упрощенія въ этой системѣ, и съ тѣхъ поръ различныя генеративныя печи стали примѣняться для самыхъ разнообразныхъ цѣлей. Специально для приготовленія свѣтильнаго газа была построена, въ началѣ



60-х годовъ, *Шнуромъ* въ Берлинѣ, на тамошнемъ газовомъ заводѣ, печь, которая также могла быть отапливаема газомъ и которую въ 1864 году *г. Лигель* ввелъ на газовыхъ заводахъ общества Stralsund. Однако, результаты, даваемые этою печью, не удовлетворяли *Лигеля*. Онъ принялся разрабатывать самостоятельно интересовавшій его вопросъ и, послѣ безчисленныхъ опытовъ и неутомимой 20-ти лѣтней дѣятельности, устроилъ печь своей системы, которая въ теченіи многихъ лѣтъ съ успѣхомъ примѣнялась на многихъ газовыхъ заводахъ Германіи, Австріи, Швейцаріи, Италіи, Франціи, Англіи, Россіи, Сѣверной Америки, Швеціи и проч. На фиг. 1—6 (Таб. IV) показано устройство топки *Лигеля* для ретортныхъ печей газовыхъ заводовъ.

Устройство топки по системѣ *Лигеля* основано на слѣдующихъ положеніяхъ:

Для правильнаго сжиганія горючаго необходимо устраивать топку такъ, чтобы въ нее не могъ входить излишній воздухъ. Если представить себѣ, что топка имѣетъ въ поперечномъ сѣченіи видъ прямоугольника, вся нижняя сторона котораго образована рѣшеткою, то воздухъ будетъ стремиться проходить не по каналамъ, образуемымъ горючимъ матеріаломъ, которые имѣютъ различные размѣры, но вдоль гладкихъ стѣнокъ топки, оказывающихъ меньшее сопротивленіе движущемуся воздуху.

Если постепенно уменьшать со всѣхъ сторонъ поверхность рѣшетки, пока ни получится одна только щель, то вышеупомянутый недостатокъ устраняется. Устройство одной подобной щели или *прорѣза* (Schlitz) и составляетъ первый основной принципъ *Лигеля*.

Для того, чтобы воздухъ никогда не могъ направляться къ стѣнкамъ, *Лигель* устраивалъ топку такъ, чтобы отъ прорѣза по направленію кверху она *весьма быстро расширялась*; сверхъ того, онъ дѣлалъ стѣнки топки *не гладкими, а ступенчатыми*. Это составляетъ второй основной принципъ. Благодаря подобной конструкціи, воздухъ постоянно бываетъ принужденъ проходить черезъ горючій матеріалъ.

Далѣе, толщина слоя горючаго должна быть на столько значительна, чтобы весь кислородъ воздуха могъ быть израсходованъ на сжиганіе, ибо въ противномъ случаѣ печь опять будетъ охлаждаться. Почти при всѣхъ сортахъ горючаго матеріала послѣдній располагается слоемъ большей толщины, чѣмъ это допускаетъ колосниковое пламя. Съ другой стороны, толщина слоя горючаго не должна быть слишкомъ велика, чтобы представлялась возможность работать при слабой тягѣ воздуха, такъ какъ чѣмъ послѣдняя слабѣе, тѣмъ меньше будетъ входить въ топку излишняго воздуха.

Чѣмъ мельче горючій матеріалъ и чѣмъ меньше его будетъ сгорать, тѣмъ тоньше можетъ быть его слой. Чтобы имѣть возможность вести работу при различной толщинѣ слоя горючаго и опредѣлить для каждого случая соотвѣтственную толщину, прорѣзъ дѣлается нѣсколько длиннѣе, чѣмъ это нужно. При такомъ устройствѣ толщина слоя горючаго можетъ быть измѣ-

няема перемѣщеніемъ открытой части прорѣза впередъ или назадъ. Воздухъ, который войдетъ съ передней стороны, долженъ будетъ пройти черезъ горючій матеріалъ болѣе длинный путь, чѣмъ тотъ воздухъ, который войдетъ сзади.

Наконецъ, притокъ воздуха долженъ быть по возможности равномернѣе. Для этой цѣли необходимо соблюдать слѣдующія условія:

1) Чтобы *толщина слоя* горючаго оставалась постоянно *одинаковою*.

2) Чтобы несгорающіе остатки, которые постепенно накаплиются, были постоянно удаляемы, дабы воздухъ встрѣчалъ между кусками горючаго матеріала каналы всегда приблизительно одинаковыхъ размѣровъ.

*Непосредственное удаленіе такихъ остатковъ путемъ ихъ сплавленія* составляетъ третій основной принципъ *Лигеля*. Для этого вся зола сплавляется въ шлаки, которые сами собой вытекаютъ черезъ прорѣзъ. Смотря по свойствамъ шлаковъ, устройство прорѣза бываетъ различно. Коксъ, получаемый изъ вестфальскихъ углей, даетъ трудноплавкіе шлаки, тогда какъ коксъ изъ саарскихъ углей даетъ шлаки весьма легкоплавкіе.

Такъ какъ чѣмъ легкоплавче шлаки, тѣмъ сильнѣе они разрушаютъ огнеупорные матеріалы, то *Лигель* счелъ полезнымъ обкладывавъ въ этихъ случаяхъ стѣнки топки затвердѣвшими шлаками, которые защищаютъ ихъ отъ разрушенія; сверхъ того, онъ сталъ устраивать для подобнаго горючаго матеріала прорѣзъ изъ желѣза. При тугоплавкихъ шлакахъ *Лигель* складывалъ стѣнки топки прямо изъ огнеупорныхъ кирпичей, причемъ подъ прорѣзомъ устанавливалъ еще маленькую рѣшетку, на которой поддерживался небольшой вспомогательный огонь кусочками горючаго матеріала, которые проваливались черезъ прорѣзъ.

3) *Сила тяги*, по возможности, должна оставаться *постоянною*. Для этой цѣли примѣняется особый манометръ, который позволяетъ опредѣлять силу тяги по водяному столбу, съ точностью до четверти миллиметра. Согласно показаніямъ такого манометра, тяга въ печи регулируется выдвижными заслонками.

Сообразно мѣстнымъ условіямъ, *Лигель* устраиваетъ *глубокую* и *не столь глубокую* (halbtiief) топку. Такъ-какъ его система предназначалась первоначально для ретортныхъ печей газовыхъ заводовъ, то мы и опишемъ послѣднія нѣсколько подробнѣе. Фиг. 1 и 2 изображаютъ глубокую топку для печи съ девятью ретортами, а фиг. 3—6 не столь глубокую топку для печи съ четырьмя ретортами.

При печи съ глубокою топкою въ полу устраивается герметически запираемое отверстіе *a*, черезъ которое заполняется горючимъ матеріаломъ пространство *b* до самаго верха. Этимъ достигается возможность непрерывно питать топку горючимъ и сохранять постоянную толщину его слоя. Такое устройство удовлетворяетъ также условіямъ, при которыхъ сжиганіе горючаго производится при возможно маломъ отдѣленіи дыма. Дымъ образуется



вслѣдствіе разложенія углеводовъ, причемъ углеродъ выдѣляется. Такое разложеніе не могло-бы имѣть мѣста, если-бы горючій матеріалъ не содержалъ въ себѣ совершенно водорода. Но такъ какъ въ нашемъ распоряженіи нѣтъ ни одного твердаго горючаго матеріала, вполне свободнаго отъ водорода, то мы принуждены только пренятствовать подобному разложенію тѣми или другими способами, какъ-то:

- 1) Питая топку свѣжимъ горючимъ матеріаломъ, по возможности, непрерывно, такъ-какъ притокъ воздуха почти всегдѣ остается постояннымъ, и
- 2) Смѣшивая возможно тѣсно газы, выдѣляющіеся изъ горючаго матеріала, съ воздухомъ, который долженъ быть нагрѣтъ возможно сильнѣе.

Первое условіе удовлетворяется устройствомъ резервуара, изъ котораго топка получаетъ, по мѣрѣ сгоранія, свѣжій горючій матеріалъ, раздробленный, лучше всего, на куски, величиною въ дѣтскій кулакъ.

Второе условіе можетъ быть удовлетворено наилучшимъ образомъ, если воздухъ, необходимый для горѣнія, пропускать сперва черезъ холодное, а затѣмъ черезъ горящее топливо.

Изъ дальнѣйшаго описанія будетъ видно, что непрерывное питаніе горючимъ матеріаломъ совершается только при печахъ съ глубокою топкою *Лигеля*, тогда какъ при неглубокой топкѣ питаніе ея производится болѣе или менѣе правильнымъ забрасываніемъ горючаго, примѣрно черезъ каждые два часа. Второе условіе удовлетворяется здѣсь возможно равномернымъ раздѣленіемъ главной и второстепенной струи воздуха, равно какъ сохраненіемъ одинаковой толщины слоя горючаго.

Лишь только горючій матеріалъ въ *b* опустится до вершины свода *c*, который никогда не долженъ выдаваться изъ слоя горючаго матеріала, необходимо тотчасъ-же забросить его вновь.

Въ *d* находится прорѣзъ для спуска шлаковъ, длина котораго регулируется такимъ образомъ, что тѣ мѣста, которыя не должны быть открыты, нарочно не очищаются отъ шлаковъ.

Прорѣзъ, подъ которымъ помѣщается вспомогательная рѣшетка *e*, ради удобства чистки, производимой при помощи легкой кочерги, опирающейся на брусъ *f*, расположенъ нѣсколько наклонно, но можетъ быть и горизонталенъ. Топка надъ прорѣзомъ, по направленію кверху, быстро расширяется, а потомъ, какъ это видно на фиг. 2, снова суживается. Выше мы упоминали, что при горѣніи здѣсь образуется сперва окись углерода, которая позднѣе, второстепенною струею воздуха, сжигается въ угольную кислоту, и что регенерація даетъ большія выгоды.

Необходимая второстепенная струя воздуха проводится къ горящимъ газамъ, въ суженную часть топки, посредствомъ нѣсколькихъ отверстій *h*, число которыхъ, для болѣе тѣснаго смѣшенія газовъ, должно быть по возможности велико, а поперечное сѣченіе возможно малое.

Эта второстепенная воздушная струя вступаетъ въ *i* въ переднюю

стѣнку топки черезъ два отверстія, не показанныя на чертежѣ, поперечное сѣченіе которыхъ можетъ быть измѣняемо при помощи заслонокъ. Отсюда воздухъ направляется по каналамъ *SL*, переминаясь постепенно снизу вверхъ, до тѣхъ поръ, пока ни выйдетъ черезъ мелкія отверстія, изъ канала *SL*, въ пространство, гдѣ происходитъ сжиганіе. Продукты горѣнія, прежде чѣмъ вступить въ дымовую трубу, направляются въ систему каналовъ *Fg*, расположенныхъ рядомъ съ воздушными каналами и имѣющихъ настолько большое поперечное сѣченіе, что скорость движущихся по нимъ газовъ становится весьма незначительной и послѣдніе успѣваютъ передать *воздушнымъ каналамъ большую часть своей теплоты*. Такимъ образомъ, по принципу обратнаго тока, здѣсь встрѣчаются сильнѣе охлажденные продукты горѣнія съ болѣе холодною струею воздуха. Стѣнки, раздѣляющія каналы *Fg* и *SL*, должны быть совершенно непроницаемы; онѣ складываются обыкновенно изъ тонкихъ огнеупорныхъ кирпичей, снабженныхъ, для лучшей передачи теплоты, ребрами.

При топкѣ *Лигеля* примѣняется также нагрѣваніе и главной струи воздуха. Для этой цѣли каналы *Fg* проводятся еще ниже, а рядомъ съ ними устраивается вторая система воздушныхъ каналовъ, которые открываются подъ прорѣзомъ. При подобномъ устройствѣ паденіе шлаковъ устраняется при помощи желѣзной двери.— Наблюденіе за прорѣзомъ производится тутъ изъ особаго хода, устраиваемаго подъ поломъ.

Чтобы по возможности предотвратить потерю теплоты черезъ лучеиспусканіе, *Лигель* устраивалъ для своихъ печей двойныя переднюю и заднюю стѣнки, причемъ заполнялъ пустые промежутки веществами, дурно проводящими теплоту, напр. смѣсью глины и древесныхъ опилокъ. Такою-же смѣсью онъ покрывалъ печь и сверху.

При печахъ съ не глубоко лежащею топкою (фиг. 3—6), устраиваемою иногда еще на болѣе высокихъ горизонтахъ, чѣмъ это показано на чертежѣ, прорѣзъ *d* располагается въ нижней части печи посерединѣ, а горючій матеріалъ забрасывается въ топку черезъ герметически закрываемое отверстіе *n*, которое находится въ передней стѣнкѣ печи. Такимъ образомъ здѣсь не достааетъ особаго резервуара для горючаго матеріала, вслѣдствіе чего толщина слоя послѣдняго не остается постоянною, а это обстоятельство заставляетъ черезъ каждыя два часа забрасывать горючій матеріалъ вновь. Отсутствіе помянутаго резервуара служить также причиною, по которой неглубокіе генераторы не вполне свободны отъ дыма. Обыкновенно, послѣ каждой засыпки горючаго, изъ нихъ подымается легкій свѣтло-сѣрый дымъ, выдѣленіе котораго прекращается лишь по прошествіи 15 или 20 минутъ.

Въ печахъ съ неглубокою топкою новой конструкціи, дымовой каналъ расположенъ, какъ это показано на фиг. 3, подъ печью съ передней стороны, дабы имѣть возможность позади печи устроить удобный ходъ, изъ котораго наблюдаютъ за прорѣзомъ.



При перестройкѣ старыхъ печей, для приспособленія къ нимъ неглубокой топки *Лигеля*, только въ очень рѣдкихъ случаяхъ представляется возможность проложить дымовой каналъ съ передней стороны печи. При такомъ условіи, для наблюденія за прорѣзомъ, если нѣтъ возможности устроить подземнаго хода, возводятъ передъ печью родъ воздушной шахты, которая закрывается желѣзною заслонкою.

Изъ приложенныхъ рисунковъ видно еще, что при ретортныхъ печахъ генераторъ располагается непосредственно <sup>1</sup>подъ нагреваемымъ предметомъ, вслѣдствіе чего теряется возможно малое количество тепла. Подобное расположеніе возможно, однако, не во всѣхъ случаяхъ. При отопленіи паровыхъ котловъ, въ печахъ для плавки стекла и т. под., генераторъ помѣщаютъ передъ нагреваемымъ предметомъ, насколько возможно ближе къ нему, и соединяютъ его съ этимъ предметомъ помощью канала. Генераторъ можетъ при этомъ находиться весь или частью ниже пола, а также можетъ быть устраиваемъ и выше пола.

Въ отношеніи продолжительности службы генераторовъ, необходимо обращать вниманіе, кромѣ работы, еще на качество матеріала. Между камнями надо различать такіе, которые подвергаются дѣйствію только простаго жара, и такіе, которые приходятъ въ соприкосновеніе съ жидкими шлаками. Жидкіе шлаки дѣйствуютъ на камни разрушающимъ образомъ, и тѣмъ сильнѣе, чѣмъ они легкоплавче. Такъ-какъ химическій составъ шлаковъ никогда не остается постояннымъ, то нѣтъ возможности приготовить такіе камни, которые не подвергались-бы ихъ разрушительному дѣйствію. Однако, чтобы нѣсколько защитить камни, въ самой топкѣ, какъ объ этомъ было упомянуто выше, между горючимъ матеріаломъ и каменною кладкой располагается предохранительный слой затвердѣвшихъ шлаковъ. Чтобы куски этихъ шлаковъ плотнѣе прилегали къ стѣнкамъ, *Лигель* и дѣлаетъ топку съ внутренней стороны ступенчатою. На камняхъ, ограничивающихъ прорѣзы, и на самыхъ краяхъ прорѣза также располагаются затвердѣшіе шлаки. Когда эти края нѣсколько оплавятся, на нихъ вновь накладываютъ шлаки. При такомъ устройствѣ, генераторы *Лигеля* не требуютъ почти никакого ремонта и служатъ очень долго. Здѣсь слѣдуетъ замѣтить, что англійскіе огнеупорные кирпичи, употребляемые въ Германіи весьма часто, оказываются для генеративныхъ топокъ недостаточпо огнеупорными, такъ что построенные изъ нихъ генераторы служатъ относительно короткое время. Напротивъ того, нѣмецкіе огнепостоянные матеріалы, особенно приготовляемые на фабрикѣ *Didier* въ Штеттинѣ, отличаются высокими качествами и служатъ весьма продолжительное время.

Такъ какъ длину открытой части прорѣза, какъ объ этомъ было упомянуто выше, можно измѣнять по желанію, заполняя прорѣзы шлаками или заставляя ихъ постепенно плавиться, то мы можемъ имѣть въ генераторѣ какую угодно высокую температуру.

Для очень высокихъ температуръ *Лигель* устраиваетъ два и болѣе прорѣзовъ, расположенныхъ одинъ возлѣ другаго. Заполняя прорѣзъ расплавленными шлаками, возможно вести работу съ перерывами, причемъ температура не будетъ понижаться замѣтнымъ образомъ; для этой цѣли процессъ горѣнія дѣлаетъ восстановительнымъ, причемъ развивается такой жаръ, что теплота начинаетъ теряться черезъ лучеиспусканіе.

Другое преимущество системы *Лигеля* состоитъ въ томъ, что она требуетъ очень слабой тяги, такъ какъ въ большинствѣ случаевъ вполне достаточно тяги, опредѣляемой высотой водянаго столба въ 1 мм.

Благодаря этому, описываемая система отопленія не требуетъ устройства высокой трубы, съ хорошою тягою, и при всемъ томъ даетъ ничтожное количество копоти.

Названіе „экономическая“, данное *Лигелемъ* его патентованной системѣ, вполне оправдывается, такъ какъ при примѣненіи ея получается значительная экономія горючаго, сравнительно съ колосниковыми топками. Хорошія колосниковыя печи на газовыхъ заводахъ требуютъ, напр., для выдѣленія газовъ изъ 100 килогр. угля, смотря по величинѣ, отъ 22 до 40 кил. кокса, тогда какъ большія печи *Лигеля*, для той-же цѣли, требуютъ всего отъ 10 до 12, а малыя отъ 12 до 15 килогр. кокса. Благодаря равномерному жару, въ послѣднемъ случаѣ газы выдѣляются изъ углей лучше, и печь *Лигеля*, съ такою-же нагревательною поверхностью какъ и колосниковая печь, при одномъ и томъ-же числѣ ретортъ, отличается значительно большею производительностью.

Къ концу 1883 г. на различныхъ газовыхъ заводахъ было построено по этой системѣ свыше 400 ретортныхъ печей, вмѣщавшихъ въ совокупности до 3000 ретортъ.

Для *паровыхъ котловъ* отопленіе по системѣ *Лигеля* можетъ быть примѣняемо также съ пользою, такъ-какъ при хорошемъ углѣ оно даетъ возможность обращать въ паръ весьма большое количество воды.

На фиг. 7—14 показаны различныя устройства топки для паровыхъ котловъ по системѣ *Лигеля*.

Фиг. 7—9 изображаютъ собою цилиндрическій котель съ генераторомъ, расположеннымъ непосредственно подъ котломъ; отверстіе для засыпки горючаго *a* устроено здѣсь въ передней стѣнкѣ, такъ-же какъ въ ретортныхъ печахъ съ неглубокою топкою. Прорѣзъ *b* расположенъ горизонтально и обложенъ желѣзными полосами и огнеупорными кирпичами. Топка эта регенеративная, такъ какъ съ обѣихъ сторонъ каналовъ *Fg* для раскаленныхъ продуктовъ горѣнія здѣсь устроены каналы *SL* для воздуха.

На фиг. 10—12 изображенъ котель съ двумя дымогарными трубами и съ генераторомъ, расположеннымъ спереди. Принципъ регенерации примѣненъ и здѣсь. Передъ генераторомъ, какъ при печахъ съ глубокою топкою,



находится резервуаръ *a* для горючаго матеріала, забрасываемаго черезъ отверстіе *b*.

Генераторъ имѣетъ два прорѣза *ss*, расположенные одинъ возлѣ другаго. Второстепенный токъ воздуха входитъ съ задней стороны черезъ каменную кладку котла и вступаетъ въ *SL*, которые расположены ниже котла, подъ каналомъ *Fg* для отвода раскаленныхъ продуктовъ горѣнія. Въ топку воздухъ входитъ черезъ отверстія *d*. Сверхъ того, здѣсь устроены еще воздушные каналы *SL* наверху, по обѣимъ сторонамъ резервуара для горючаго; они открываются въ топку множествомъ отверстій *e* и имѣютъ назначеніе отнимать теплоту отъ окружающей ихъ каменной кладки.

Фиг. 13 и 14 представляютъ собою паровой котель съ генераторомъ, лежащимъ подъ нимъ, и безъ регенерации. Отверстіе *a* для засыпки горючаго здѣсь также устроено въ передней стѣнкѣ генератора, который имѣетъ три прорѣза *bbb*, расположенныхъ одинъ возлѣ другаго. Второстепенный токъ воздуха поступаетъ съ передней стороны, справа и слѣва, и направляется въ топку черезъ каналы *SL* и мелкія отверстія *c*.

На этомъ короткомъ пути воздухъ пріобрѣтаетъ очень мало теплоты отъ каменной кладки, окружающей генераторъ.

Кромѣ приведенныхъ примѣровъ, возможны еще многія видоизмѣненія этой системы, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій и свойствъ горючаго матеріала. Такъ, напр., если требуется устроить нѣсколько прорѣзовъ, то послѣдніе располагаются не въ одной горизонтальной плоскости, а въ плоскости наклонной, т. е. на различныхъ высотахъ.

Въ новѣйшее время система отопленія *Лигеля* примѣняется также съ успѣхомъ и для другихъ промышленныхъ цѣлей, такъ напр. нынѣ находятся въ дѣйствіи съ топками *Лигеля*: 3 печи для выпариванія сѣрной кислоты, 5 печей для фабрикаціи сѣрнокислыхъ солей, 1 нагревательная печь для хромовыхъ продуктовъ, 1 печь для выплавки стекла на стеклянномъ заводѣ *Crengeldanz* въ Вестфаліи.

Устройство послѣдней печи способствовало значительной экономіи въ расходѣ горючаго, не только сравнительно со старыми колосниковыми печами, но и сравнительно съ другими генеративными печами, дѣйствовавшими на этомъ заводѣ. Нѣтъ сомнѣнія, что система *Лигеля* распространится во всѣхъ отрасляхъ промышленности, гдѣ приходится вести работу при высокихъ температурахъ, лишь только техники и промышленники ближе ознакомятся съ достоинствами этой системы отопленія.



## ДОМЕННАЯ ПЕЧЬ ВЕРХНЕТУРИНСКАГО ЗАВОДА.

Горн. Инж. П. Деви.

Доменная печь № 3, въ Верхнетуринскомъ заводѣ Гороблагодатскаго округа, будучи задута 19-го Ноября 1877 года, дѣйствуетъ по нынѣ. Кампанія ея исполнилась уже такимъ образомъ 8 лѣтъ и 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> мѣсяцевъ. За все время ея дѣйствія, по 1-ое Января настоящаго года, въ ней проплавлено 3,086,124 пуда магнитныхъ желѣзняковъ горы Благодати и 57,050 пуд. бурыхъ желѣзняковъ, причемъ выплавлено 1,800,000 пуд. чугуна, изъ коего 1,147,971 пуд. сѣраго, 317,530 пуд. половинчатаго, 120,169 пуд. бѣлаго, 178,162 пуд. борозняка и 37,068 пудовъ мелочи.

Нижеслѣдующая таблица показываетъ результаты дѣйствія печи:

ПРОПЛАВЛЕНО			ВЫПЛАВЛЕНО ЧУГУНА.					
Магнитнаго желѣзняки.	Бурыхъ желѣзняковъ.	Железа изве- стковаго.	Снаряд- наго.	Сѣраго.	Половин- чатаго.	Бѣлаго.	Бороз- няка.	Мелочи.
3,086,124 п.	57,050 п.	32,544 п.	560,991 п.	586,980 п.	317,530 п.	120,169 п.	178,162 п.	36,068 п.

Шахта сложена изъ клинчатаго огнеупорнаго кирпича длиною 1 аршинъ, толщиною 4 вершка и шириною со лба 4 вершка. Кирпичъ приготовленъ въ заводѣ и состоитъ изъ смѣси 1 части по вѣсу кунгурской глины и 3-хъ частей мѣстнаго кварца. Лещадное гнѣздо набито огнепостоянной смѣсью, поверхъ которой уложены лещадные камни, толщиною въ 10 вершковъ, образующіе дно металло-пріемника. Камни эти представляютъ собою кварцитъ, добываемый въ Палкинскомъ мѣсторожденіи, близъ Невьянскаго завода. Горнъ и заплечики также набивные и набойка ихъ, а равно и лещаднаго гнѣзда, состоитъ изъ смѣси 1 части по вѣсу бѣлой кунгурской глины и 3-хъ частей боя стараго огнеупорнаго кирпича, очищеннаго отъ образовавшагося на немъ шлака.

Печь одѣта стянутымъ обручами желѣзнымъ кожухомъ (Таб. V), который выложенъ внутри въ одинъ кирпичъ на ребро огнепостояннымъ кирпичемъ обыкновенныхъ размѣровъ (6 × 3 × 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> в.). Промежутокъ около двухъ вершковъ, между шахтой и этой кирпичной кладкой засыпанъ толченымъ половьемъ. Шахта домны сложена на чугунномъ поддонѣ поддерживаемомъ шестью чугунными же колоннами. Сѣченіе шахты круглое. Заплечики отъ распара къ

низу переходятъ постепенно изъ круглаго въ прямоугольное сѣченіе. Горнъ прямоугольный. Домна имѣетъ открытую грудь. Объемъ ея 3,190 куб. футовъ. Размѣры ея слѣдующіе: общая высота 44 фута, высота горна 8 футовъ 2 дюйма, высота заплечиковъ 8 футовъ 7 дюймовъ; уголь заплечиковъ 50° и 55°; высота отъ распара до колошника 27 футовъ 3 дюйма. Ширина горна по лещади 2 фута 4 дюйма, ширина его на горизонтѣ фурмъ 2 фута 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub> дюймовъ; ширина въ верхней части 4 фута 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> дюйма. Діаметръ распара 13 футовъ, діаметръ колошника 8 футовъ. Отношеніе высоты печи къ діаметру распара какъ 2,63 : 1; отношеніе діаметра распара къ діаметру колошника какъ 1,62 : 1. Фурмъ 3, расположенныхъ на высотѣ 21 дюйма отъ лещади. Боковыя фурмы расположены—правая на 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> дюйма впереди поперечной оси горна, а лѣвая на 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> дюйма позади той же оси; задняя фурма установлена по продольной оси горна. Фурмы охлаждаются водой. Прекрасныя качества огнеупорныхъ

Употреблено угля коробовъ.	Число колошъ въ сутки.	На 100 пудовъ руды выплавлено чугуна.	Суточная вы- плавка.	Однимъ коробомъ угля.	
				Проплавлено рудъ.	Выплавлено чугуна.
156,282	52,74	57 пуд. 10 фунт.	607 пуд. 18 фунт.	20 пуд. 18,5 фунт.	11 пуд. 20,5 фунт.

матеріаловъ, въ связи съ преобладающей плавкой на сѣрый чугунъ и дѣйствіемъ печи на холодномъ дутьѣ даютъ до нѣкоторой степени объясненіе такой продолжительности кампаніи, но тѣмъ не менѣе подобное явленіе представляется въ заводской практикѣ весьма рѣдкимъ и употребленіе на постройку доменъ такихъ же хорошихъ матеріаловъ, при соблюденіи аналогичныхъ съ названными условій плавки, не даютъ одинаковыхъ результатовъ.

Хотя разгаръ лещади и темпеля довольно значителенъ, но общее состояніе печи и стѣнъ горна даетъ основаніе и надежду рассчитывать, что домна окончитъ благополучно 9-й годъ своего дѣйствія и быть можетъ перейдетъ въ 10-й. Надежду эту поддерживаетъ положеніе хода печи въ самое послѣднее время, когда, при употребленіи въ плавку просѣянныхъ рудъ, она даетъ выплавку на коробъ состоящаго изъ <sup>3</sup>/<sub>4</sub> еловаго и <sup>1</sup>/<sub>4</sub> березоваго угля 12<sup>1</sup>/<sub>2</sub> пудовъ сѣраго чугуна. Результатъ этотъ служитъ выраженіемъ хорошаго состоянія печи и далеко отъ указанія на близость наступленія разстройства ея.



ТЕОРІЯ КЛѢТОЧНАГО СТРОЕНІЯ СТАЛИ. <sup>1)</sup>

Осмонда и Верта.

Первый мемуаръ, заключавшій всѣ относящіеся до настоящаго предмета выводы, былъ представленъ въ Академію Наукъ 9 января 1883 года, открытъ 17 ноября 1884 г. и переданъ на разсмотрѣніе комиссіи, состоявшей изъ Треска, Буссинго и Фреми.

Изслѣдованіе производилось въ лабораторіи завода Крезю, а калориметрическіе опыты—у Треска въ Сорбоннѣ.

При окончательной редакціи приняты во вниманіе послѣднія работы Стѣда, Абея и Диринга.

## ГЛАВА I.

*А. Микроскопическое изслѣдованіе излома.* Если разсматривать подъ микроскопомъ изломъ закаленной стали, представляющійся невооруженному глазу аморфнымъ и почти стекловиднымъ, то онъ оказывается зернистымъ и походить, при надлежащемъ увеличеніи, на изломъ той же стали, но только предвѣрительно отпущенной.

Твердая сталь кажется подъ микроскопомъ сталью мягкой.

Единственное *явное* измѣненіе въ строеніи стали, производимое закалываніемъ ея или увеличеніемъ въ ней содержанія углерода, состоитъ въ уменьшеніи абсолютныхъ размѣровъ зерна.

При одномъ и томъ же достаточно сильномъ увеличеніи (линейное увеличеніе, по меньшей мѣрѣ, равно 100) не наблюдается никакого другаго различія между различными сортами стали, твердой или мягкой, отпущенной или закаленной. То, что называется зерномъ, оказывается скопленіемъ многогранниковъ, маленькія плоскости которыхъ блестятъ и отливаютъ радужными цвѣтами, при освѣщеніи препарата электричествомъ.

Такимъ образомъ, уже на основаніи этого перваго изслѣдованія, можно сказать, что *все сорта стали* (попимая это слово въ смыслѣ обуглероженнаго желѣза, принявшаго или нѣтъ закалку и полученнаго путемъ плавленія) *оказываются составленными изъ одного и того же элементарнаго многогранника*, діаметральные размѣры котораго, впрочемъ нѣсколько неправильные, достигаютъ самое большее  $\frac{1}{100}$  мм.

Представляетъ ли этотъ элементарный многогранникъ, кажуційся послѣдней фигурирующей единицей, доступной нашему наблюденію, нѣчто однородное? Какимъ образомъ онъ слагается въ тѣ болѣе грубыя скопленія, которыя носятъ названіе зеренъ и которыя, какъ это доказываютъ наблюде-

<sup>1)</sup> Изъ „Annales des mines“ 1885 г., huitième serie, перевелъ Горн. Инж. П. Покровский.

нія надъ изломами, обладаютъ явною индивидуальностью? Это мы и собираемся изслѣдовать различными способами и будемъ дѣлать выводы по мѣрѣ того, какъ они будутъ намъ представляться.

*Б. Способъ Уэйля.* Когда дѣйствуютъ на брусокъ натуральной стали по способу, предложенному Уэйлемъ для опредѣленія содержанія въ ней углерода, т. е. когда его разлагаютъ хлористоводородной кислотой при содѣйствіи электрическаго тока, получающагося отъ элемента Бунзена, то углеродистый остатокъ сохраняетъ форму, видъ и размѣры первоначальнаго бруска.

Этотъ остатокъ, будучи разболтанъ въ водѣ или лучше, для избѣжанія окисленія, въ алкоголь, оказывается состоящимъ изъ микроскопическихъ сѣрыхъ, блестящихъ и магнитныхъ чешуекъ. Химическій анализъ указываетъ, какъ на необходимыя составныя части его, на желѣзо, углеродъ, воду, количество которой, хотя и измѣняется вмѣстѣ съ обстоятельствами опыта, но никогда не бываетъ ничтожно. Эти чешуйки представляютъ углеродистое соединеніе желѣза, которое, какъ кажется, нѣсколько подверглось дѣйствію кислоты во время своего продолжительнаго пребыванія въ ней.

Чешуйчатое строеніе этого углеродистаго желѣза ясно показываетъ, что оно внутри стали имѣетъ такую же форму, какую имѣетъ графитъ внутри сѣрыхъ чугуновъ, и располагается между сторонами многогранниковъ, а не однообразно перемѣшивается или растворяется во всей массѣ.

Углеродистое желѣзо, для сохраненія формы первоначальнаго куска, послѣ растворенія свободнаго желѣза, должно составлять обширную сѣтку, въ петляхъ которой было бы расположено свободное желѣзо.

Такимъ образомъ, наши элементарные многогранники образуютъ зерна мягкаго желѣза, покрытаго углеродистымъ желѣзомъ, слои котораго измѣняютъ свою толщину въ зависимости отъ твердости стали и другихъ обстоятельствъ, вліяющихъ на молекулярное распредѣленіе.

Далѣе мы примемъ нѣкоторые термины, хотя и нѣсколько натянутые но представляющіе извѣстное удобство, а именно желѣзное зерно, по аналогіи съ органической клѣткой, назовемъ *ядромъ*, облегающее его углеродистое желѣзо—*оболочкой* такой клѣтки, а все вмѣстѣ—*простой клѣткой*.

Мы также будемъ часто употреблять слово *цементъ* для обозначенія совокупности клѣточныхъ оболочекъ, образующихъ углеродистое соединеніе, которое (вмѣстѣ съ примѣсями, всегда съ нимъ соединенными на практикѣ) связываетъ, такъ сказать, ядра между собою.

Анализъ, сдѣланный нами по способу Уэйля, можетъ служить, въ данномъ случаѣ, только при такой стали, которая была нагрѣта и потомъ медленно охлаждена. Послѣ быстраго закаливанія, остатокъ, особенно около периферическихъ частей, вмѣсто того, чтобы состоять изъ чешуекъ, содержитъ ихъ только въ очень незначительномъ количествѣ; онъ образованъ преимущественно изъ вещества аморфнаго, студенистаго, черноватаго, кажущагося



аналогичнымъ гидрату углерода, и похожаго, по крайней мѣрѣ по виду, на тотъ, который отдѣляютъ хлористой мѣдью. Но такъ какъ, съ другой стороны, микроскопическое изслѣдованіе намъ показало, что закаленная сталь состоитъ изъ тѣхъ же самыхъ многогранниковъ, какъ и сталь обыкновенная, то, для объясненія явленія, нужно допустить, что углеродъ, вслѣдствіе закаливанія, теряетъ по большей части свое свойство входить въ составъ оболочки и равномерно распространяется по всей металлической массѣ. Мы впослѣдствіи постараемся выяснитъ сущность этого превращенія.

*В. Способъ тонкихъ пластинокъ.* Когда при микроскопическихъ изслѣдованіяхъ строенія стали прибѣгаютъ къ помощи тонкихъ пластинокъ, подобныхъ тѣмъ, которыя оказываютъ такія большія услуги новѣйшей петрографіи, то никогда не достигаютъ прозрачности, придающей, какъ извѣстно, наибольшую цѣнность этому способу. Но, не смотря на это, и онѣ, при помощи нѣкоторыхъ приспособленій, могутъ доставить полезныя указанія. Съ этою цѣлью онѣ наклеиваются канадскимъ бальзамомъ на стеклянную пластинку и шлифуются до тѣхъ поръ, пока металлъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ ни будетъ совсѣмъ стираться, послѣ чего подвергаются дѣйствію холодной и разбавленной азотной кислоты. При такихъ условіяхъ кислота растворяетъ только желѣзо, а углеродистое соединеніе превращаетъ въ студенистый продуктъ каштановаго цвѣта, еще мало извѣстный, но который представляетъ каковы бы ни были его свойства, большую часть углерода *въ томъ же самомъ положеніи, какое углеродъ занималъ въ стали.* Разсматривая подъ микроскопомъ мѣста, находящіеся около протертыхъ отверстій, именно тамъ, гдѣ толщина доходить до двухъ-трехъ сотыхъ м. м.; можно убѣдиться, что распределеніе углерода далеко не однообразно; каштановое вещество показываетъ въ разрѣзѣ сѣтъ, существованіе которой мы уже указали непрямымъ способомъ.

Намъ бы хотѣлось дать фотографическій снимокъ одного изъ этихъ препаратовъ, но темный цвѣтъ и нѣкоторыя другія трудности не позволили сдѣлать удовлетворительнаго воспроизведенія.

Впрочемъ фиг. 8 (Таб. VI, увеличено въ 85) даетъ довольно ясное понятіе о такомъ положеніи; она представляетъ остовъ кремнезема, который получается при дѣйствіи газообразной соляной кислоты на накалившую до красна пластинку стали, богатой кремніемъ и бѣдной углеродомъ. Расположеніе этого металлоида похоже на расположеніе углерода.

Независимо отъ простыхъ клѣтокъ тонкія пластинки часто показываютъ, послѣ вытравливанія кислотой, пустыя полосы, иногда довольно широкія. Эти полосы, при необработанныхъ болванкахъ, образуютъ на шлифахъ полигональную сѣтку съ широкими петлями, которыя мало по малу уничтожаются и наконецъ совсѣмъ пропадаютъ по мѣрѣ того, какъ сталь будетъ обрабатываться лучше и лучше.

Такъ какъ приготовленіе тонкихъ пластинокъ весьма затруднительно, то

послѣ того, какъ простая клѣтка была уже установлена, мы ихъ замѣнили, для дальнѣйшихъ изслѣдованій, гладкими сѣченіями, также вытраиваемыми азотной кислотой.

*Вытраиванія гладкихъ сѣченій азотной кислотой.* <sup>1)</sup> Этотъ новый способъ основанъ на тѣхъ же реакціяхъ, какъ и предъидущій. Пустыя линіи тонкихъ шлифовъ, представляющія мягкое желѣзо, принимаютъ на такихъ поверхностяхъ металлическій блескъ, тогда какъ части обуглероженные будутъ казаться темными и матовыми. При нашихъ опытахъ, мы преимущественно употребляли азотную кислоту въ 36° Б. въ которой сталь приходитъ въ пассивное состояніе; дѣйствіе кислоты, вслѣдствіе этого, ограничивается, произвольно, весьма незначительной глубиной. Если перваго погруженія бывало недостаточно, то начинали второе, а потомъ третье и послѣ каждаго погруженія образцы обмывали большимъ количествомъ воды. Отшлифованную и вытраивенную поверхность помѣщали въ спиртъ, а затѣмъ въ эфиръ.

Приведемъ теперь результаты подобныхъ изслѣдованій, произведенныхъ надъ сталью средней твердости (0,50 углерода на 100). При изслѣдованіяхъ сталь брали послѣдовательно необработанную, прокованную и охлажденную безъ предосторожностей, прокованную и отпущенную, закаленную, закаленную и отпущенную, прокованную въ холодномъ состояніи.

Небольшая болванка ABCD 80×80 (фиг. 16, таб. VI) была разсѣчена по  $\alpha\beta$  поперекъ и  $\gamma\delta$  въ длину: верхняя часть АВ  $\alpha\beta$ , была вытянута въ четырехгранную призму 40×40 и конецъ этого четырехгранника, соотвѣтствовавшій плоскости  $\alpha\beta$ , былъ разрѣзанъ на пять кубическихъ кусковъ b, c, d, e, f, которые и подверглись обработкѣ вышеуказанными способами.

а) *Необработанная сталь.* Сѣченія  $\alpha\beta$  и  $\gamma\delta$ , отшлифованныя и вытраивенныя азотной кислотой, представляютъ на темномъ фонѣ сѣтку, видную невооруженнымъ глазомъ и состоящую изъ бѣлыхъ блестящихъ линій, конечно тѣхъ самыхъ, которыя разрѣзывали остовы тонкихъ пластинъ (фиг. 1).

Многоугольники, представляющіе разрѣзы многогранниковъ имѣютъ очень замѣтное стремленіе вытягиваться по направленію, перпендикулярному къ периферическимъ плоскостямъ, затѣмъ они принимаютъ размѣры и форму болѣе правильные и, наконецъ, къ центру теряютъ всю свою чистоту и взаимно уничтожаются.

<sup>1)</sup> Вытраиваніе гладкихъ поверхностей посредствомъ химическихъ реактивовъ испытывалось весьма часто. Напримѣръ сталелитейные заводы Reschitza и Amina представили въ Парижъ, въ 1878 году, интересную коллекцію образчиковъ, вытраивенныхъ двухлористою ртутью.

Чаще употребляютъ разбавленную сѣрную кислоту, но такъ какъ различные сорта стали растворяются неодинаково, вслѣдствіе своей различной твердости, то и излѣданія бываютъ неодинаковы и т. д.; это вытраиваніе можетъ дать указаніе только на самые грубые недостатки стали, вслѣдствіе чего оно не вошло въ практику, такъ какъ подобные недостатки легко обнаруживаются при простомъ разсматриваніи излома. Наше вытраиваніе стремится не къ обнаруженію недостатковъ, но къ выясненію строенія стали.



Если посмотрѣть на фиг. 1 (продольный разрѣзъ  $\gamma\delta$ , основаніе болванки, естественная величина), то тотчасъ на поверхности узнаешь нормальныя призмы въ разрѣзѣ и, за ними, многогранники, которые описалъ Д. К. Черновъ въ своей превосходной монографіи.<sup>1)</sup>

Фиг. 2 и 3 показываютъ, при линейномъ увеличеніи, равномъ 18, строеніе, которое болванка имѣетъ у краевъ и центра.

На этихъ фигурахъ, внутри многоугольниковъ, замѣчаются пучки блестящихъ параллельныхъ нитей, образующихъ, въ одной и той же части, одну или нѣсколько системъ прерывающихся многоугольныхъ сѣтокъ; это разрѣзы независимыхъ дендрическихъ сrostковъ, которые взаимно ограничиваются грубо сглаженными поверхностями. Г. Черновъ указалъ именно на такую организацію и на основаніи ея сдѣлалъ предположеніе о призматическомъ строеніи поверхности болванокъ.

Наши изслѣдованія вполне подтверждаютъ подобное заключеніе. Но, кромѣ того, они прибавляютъ нѣсколько новыхъ данныхъ о томъ способѣ, которымъ ограничиваются нарастающія накопленія.

Поверхности соприкосновенія не содержатъ углеродистаго желѣза, потому что азотная кислота растворяетъ ихъ въ тонкихъ пластинкахъ безъ остатка, а при поверхностныхъ вытравливаніяхъ обозначаетъ металлическими линіями; онѣ представляютъ ряды простыхъ клѣточекъ, лишенныхъ оболочекъ и сокращенныхъ до ядра, полигональныя грани котораго ясно видны подъ микроскопомъ при болѣе сильномъ увеличеніи.

Эти поверхности соприкосновенія, съ точки зрѣнія сопротивленія механическимъ усиліямъ, представляютъ поверхности наименьшей прочности. Это отъ нихъ то и происходятъ трещины и изломы болванокъ. Такимъ образомъ *сѣтка наименьшаго сипленія есть въ то-же время и сѣтка наименьшаго обуглероживанія*. Призмы и поліэдры, которыя мы начнемъ изучать въ настоящее время, всегда представляютъ, независимо отъ формы и ихъ абсолютныхъ размѣровъ, скопленіе простыхъ клѣтокъ; мы предлагаемъ ихъ называть клѣтками сложными.

Наиболѣе характеристичная черта такихъ клѣтокъ заключается въ рѣдкости углеродистаго соединенія желѣза въ ихъ плоскостяхъ соприкосновенія; ихъ легко можно бы было опредѣлить и въ то-же время отличить отъ простыхъ клѣтокъ, сказавъ: *«клѣточки сложныя не имѣютъ оболочки.»*

Но такое опредѣленіе было бы слишкомъ абсолютнымъ. Индивидуальность сложной клѣточки, отличающей ее въ дѣйствительности отъ ея сосѣдокъ, состоитъ въ томъ, что она образуетъ единичную дендрическую систему; еслибы она заключала въ себѣ нѣсколько системъ, то она не была бы болѣе простой единицей.

<sup>1)</sup> Revue universelle des mines et de la metallurgie, 1-er sem. 1880, VII, 129.



Между тѣмъ фиг. 2 ясно показываетъ, что сложная клѣточка безъ оболочки содежитъ въ себѣ вообще нѣсколько дендрическихъ системъ, граница которыхъ опредѣляется расположеніемъ молекулярныхъ линій, не выдѣляющихъ цемента; такое выдѣленіе дѣйствительно требуетъ, какъ мы далѣе объяснимъ (Ш Г), извѣстныхъ специальныхъ условій: определенной ориентировки спаекъ по отношенію къ плоскостямъ болванокъ механическаго давленія и относительной рѣдкости цемента, а эти условія встрѣчаются не всегда и не вездѣ.

Такимъ образомъ слѣдуетъ отличать сложныя клѣточки двухъ родовъ и говорить:

*Простыя клѣточки* слагаются въ дендриты, которые взаимно ограничиваются и которые мы называемъ сложными клѣточками 1-го порядка.

Эти, въ свою очередь, могутъ, при опредѣленныхъ условіяхъ, составлять сложныя накопленія, лишенные оболочки, которыя мы назовемъ сложными клѣточками 2-го порядка.

На практикѣ имѣютъ значеніе только послѣднія, потому что ихъ поверхности соприкосновенія образуютъ въ стальныхъ болванкахъ сѣтку, одаренную специальными свойствами: при дальнѣйшемъ изложеніи мы, употребляя названіе сложныя клѣточки, будемъ подразумѣвать послѣднія.

*б) Прокованная сталь* (фиг. 6; линейн. увел.=18). Отрѣзокъ *b* былъ охлажденъ послѣ проковки безъ особенныхъ предосторожностей.

Послѣ вытравливанія азотной кислотой его поверхности показываютъ полигональную сѣтку, подобную сѣткѣ необработанной стали, но съ тѣмъ отличіемъ, что сложныя клѣточки сдѣлались гораздо меньше и гораздо однообразнѣе; ихъ границы также менѣе ясны и сосѣднія клѣточки представляютъ очень частыя спайки; блестящія металлическія линіи, которыя ихъ разъединяютъ, чаще прерываются.

*с) Сталь прокованная и отпущенная* (фиг. 7; линейн. увел.=18). Свойства прокованной стали увеличиваются еще послѣ тщательнаго отпусканія, сопровождаемаго медленнымъ охлажденіемъ; сложныя клѣточки ея болѣе и болѣе уменьшаются и дѣлаются неясными.

*д) Закаленная сталь* (фиг. 9; линейн. увел.=18). Послѣ быстрого закаливанія сталь принимаетъ, въ соприкосновеніи съ азотной кислотой, весьма однообразный черный оттѣнокъ, который ясно показываетъ равномерное распределеніе углерода, находящагося въ особенномъ состояніи; *поверхность, подвергнутая дѣйствію кислоты, какъ будто покрывается тонкимъ слоемъ черной копоти*; фотографія, для полученія изображенія, была снята послѣ промывки, которая заставила исчезнуть эту пленку; закаленная сталь представляетъ тогда поверхность, вообще болѣе темную и болѣе однообразную, нежели поверхности другихъ сортовъ; сложныя клѣточки исчезли; между тѣмъ какъ поверхность остается еще раздѣленной сѣткой бороздокъ весьма неглубокихъ, тусклыхъ, неправильно спутанныхъ,—бороздокъ, напоми-



нающихъ собою червоточную работу; зерна съ блестящими гранями встрѣчаются рѣдко; блескъ слегка стеклуподобный; порою замѣчаются тонкія трещины съ блестящими краями, происшедшія отъ слишкомъ грубой закалки; черныя пятна показываютъ, по всей вѣроятности, точки наиболѣе обуглероженныя.

е) *Сталь закаленная и отпущенная* (фиг. 10; линейн. увел. = 18). Отпускание послѣ закаливанія заставляеть исчезать всѣ признаки дѣйствія послѣдняго. Фиг. 10 совершенно схожа съ фиг. 7; можетъ быть расположеніе сдѣлалось еще болѣе тонкимъ и болѣе правильнымъ.

ф) *Сталь обработанная въ холодномъ состояніи* посредствомъ проковыванія съ четырехъ сторонъ (фиг. 11 въ натуральную величину). Въ этомъ случаѣ по направленію діагоналей квадрата замѣчаютъ родъ креста, совпадающаго съ направленіями силъ, какъ ихъ опредѣлили Треска.

Въ частяхъ, наиболѣе измѣнявшихся, простыя клѣточки видимо искривляются и удлинняются параллельно плоскостямъ скользянія; между тѣмъ какъ оболочки, менѣе ковкія и менѣе тягучія, разрываются въ тѣхъ же самыхъ плоскостяхъ. Г. Барба справедливо связываетъ это явленіе съ явленіемъ слоистости горныхъ породъ; но между ними нѣтъ ничего общаго, съ точки зрѣнія анатомической, съ проявленіями дѣйствія закаливанія, хотя извѣстныя физическія свойства стали подвергаются въ обоихъ случаяхъ аналогичнымъ измѣненіямъ.

g) Вкратцѣ, всѣ наши изслѣдованія поверхностей, вытравленныхъ азотной кислотой, позволяютъ намъ отождествить повсюду всѣ сложныя клѣточки съ такъ называемымъ зерномъ стали. Такимъ образомъ мы получили точное опредѣленіе зерна и показали какимъ образомъ оно есть продуктъ дендрическаго расположенія простыхъ клѣточекъ, отлагающихся съ разрѣженіемъ цемента въ поверхностяхъ соприкосновенія сосѣднихъ скопленій. Мы приходимъ въ то-же время къ болѣе ясному понятію о томъ, что должно подразумѣвать подъ словомъ однородность стали. Эта однородность не можетъ быть сравниваема съ однородностью жидкихъ или аморфныхъ тѣлъ. *Сталь можетъ быть названа однородной въ томъ случаѣ, когда клѣточки, составляющія ткань, не подчиняются никакому геометрическому порядку и обладаютъ полною ихъ оболочкою.*

Но это состояніе будетъ идеальнымъ, отъ котораго стальные отливки болѣе или менѣе удаляются и къ которому на практикѣ стараются ихъ привести посредствомъ надлежаще направленныхъ операцій.

## ГЛАВА II.

## Непосредственный химическій анализ простой клѣточки.

Элементарный анализ чугуна, стали и желѣза имѣетъ большое значеніе въ металлургическихъ лабораторіяхъ и достигаетъ значительной точности; онъ установилъ отношеніе, иногда математически опредѣленное, между химическимъ составомъ и физическими свойствами этихъ металловъ, но до сихъ поръ ничего еще, или весьма мало, извѣстно о внутреннемъ механизмѣ такого отношенія.

Мы указали въ предыдущей главѣ, что продукты металлургіи желѣза обладаютъ сложнымъ строеніемъ даже въ томъ случаѣ, когда они получены путемъ плавленія. Свойства данного образчика очевидно будутъ по большей части равнодѣйствующею отдѣльныхъ свойствъ ядеръ и покрывающихъ ихъ оболочекъ, и знаніе роли, которую играютъ постороннія тѣла, встрѣчающіяся вмѣстѣ съ желѣзомъ, было бы далеко подвинуто впередъ, еслибы мы могли изучить какимъ образомъ каждое изъ этихъ тѣлъ распредѣляется между двумя элементами клѣточки, какую химическую форму оно имѣетъ и какое дѣйствіе тамъ производить.

Итакъ, мы постараемся сдѣлать непосредственный анализъ простой клѣточки, хотя матеріалы для такого изученія встрѣчаются въ литературѣ весьма рѣдко, а наши личныя изслѣдованія оказываются весьма недостаточными. Но мы все таки попробуемъ, пусть это будетъ только планомъ для будущихъ изслѣдованій, резюмировать все то, что мы могли собрать или приобрѣсть по этому важному вопросу. Сначала мы постараемся основательно изучить соединеніе типа: „Желѣзо и Углеродъ“, въ которое постепенно введемъ, отдѣльно и вмѣстѣ, кремній, сѣру, фосфоръ и марганецъ, т. е. всѣ примѣси, вредныя или полезныя для свойствъ желѣза и обыкновенно попадающія въ него при его полученіи.

## § 1. Желѣзо и углеродъ.

## 1-я часть. Измѣненіе состоянія углерода.

*А. Главные предварительные опыты.* Различныя состоянія углерода, въ которыхъ онъ встрѣчается въ чугунахъ и сталяхъ, обращали на себя въ разныя времена вниманіе многихъ металлурговъ.

Уже Карстенъ <sup>1)</sup>, изучая дѣйствія кислотъ на обуглероженное желѣзо, очень ясно различаетъ въ остаткахъ, полученныхъ послѣ растворенія, два

<sup>1)</sup> Traité de metallurg, traduit par I. F. Culmann, 2-e édition française, Metz, 1830; I, §§ 207 и слѣд.



главныхъ вещества: „вещество графитистое, которое находится въ незакаленной стали, ковкомъ желѣзѣ, нѣкоторыхъ сортахъ сѣраго чугуна, въ бѣломъ чугуна, переходящемъ, вслѣдствіе обуглероживанія, въ сѣрый и мягкій; это вещество, которое такъ легко разлагается кислотами, не состоитъ ни изъ чистаго углерода, ни изъ окисленнаго, но представляетъ дѣйствительное соединеніе желѣза и углерода, отношеніе между количествами которыхъ весьма трудно опредѣлить.“ Авторъ называетъ его пока поликарбюроемъ, и прибавляетъ: „однако его не слѣдуетъ смѣшивать съ окисленнымъ углеродомъ (на повѣйшемъ языкѣ послѣдній называется гидратомъ углерода), который представляетъ черный остатокъ, получающійся послѣ растворенія закаленной стали или бѣлаго чугуна въ хлористоводородной или сѣрной кислотахъ и который отъ дѣйствія азотной кислоты переходитъ въ темнобурый порошокъ“. Эти наблюденія, толково понятыя, быстро привели Карстена къ формулированію идей о различныхъ состояніяхъ углерода и его металлургическихъ видоизмѣненіяхъ,—идей весьма вѣрныхъ и передовыхъ для его времени.

Бертье, <sup>1)</sup> съ своей стороны, выдѣлилъ изъ стали углеродистое желѣзо, которому и далъ формулу  $FeC$ .

Каронъ <sup>2)</sup> нашелъ, что цементная сталь оставляетъ, послѣ растворенія въ соляной кислотѣ, болѣе обильный углеродистый остатокъ, нежели та-же самая сталь, но подвергнутая дѣйствію кислоты послѣ проковыванія, и что закаленная сталь оставляетъ только одинъ кремній. Онъ, не смотря на свои собственные анализы, показавшіе, что углеродъ, заключающійся въ этихъ остаткахъ, находится въ соединеніи съ значительнымъ количествомъ желѣза, допускаетъ, что первый элементъ встрѣчается въ цементной стали въ свободномъ состояніи, но отъ дѣйствія ударовъ молота, или, еще лучше, отъ быстрого охлажденія, т. е. закаливанія, соединяется съ желѣзомъ; такимъ образомъ измѣненіе твердости стали при закаливаніи и отпусканіи объясняется, по его мнѣнію, образованіемъ углеродистаго соединенія желѣза; онъ предложилъ, для объясненія этого явленія, теорію, которая, будучи подкрѣплена Окерманомъ, является и въ настоящее время довольно распространенной.

Въ 1875 году Трусть и Готефѣйль <sup>3)</sup> указали металлургамъ своими калориметрическими опытами, новый способъ, которому, къ сожалѣнію, недостаточно слѣдовали.

Абель и Дирингъ <sup>4)</sup> занимались въ продолженіи многихъ лѣтъ весьма интересными изысканіями; они дѣйствовали на сталь растворомъ двухромовокислаго калия, смѣшаннымъ съ 5 частями (по объему) концентрированной

<sup>1)</sup> Annales des mines, 3-e serie, III, 209.

<sup>2)</sup> Comptes rendus, LVI, 43 и 211.

<sup>3)</sup> Comptes rendus, LXXX, 964.

<sup>4)</sup> Annales de chimie et de physique, 5-e serie XXX, 499.

сѣрной кислоты и получили при этомъ черное магнитное вещество, которому, послѣ долгаго спора, дали формулу  $\text{Fe}_2\text{S}$ . Хотя эта формула и не можетъ быть строго опредѣленной, потому что полученное вещество само подвергается измѣненіямъ и поглощаетъ воду, но это и не важно, такъ какъ наиболѣе существенный выводъ, вытекающій изъ такихъ изслѣдованій, заключается въ томъ, что сталь, отпущенная или прокованная въ холодномъ состояніи, отдаетъ почти весь свой углеродъ въ видѣ углеродистаго желѣза, тогда какъ закаленная сталь оставляетъ только небольшое количество этого соединенія, остальной же углеродъ исчезаетъ.

Наконецъ Стэдъ <sup>1)</sup> сообщилъ, что имъ получены, при дѣйствіи азотной кислоты на сталь, два явственно окрашенныхъ вещества, которыя можно бы было приписать за два различныхъ состоянія углерода; но до насъ не дошло никакихъ другихъ сообщеній, которыя могли бы подтвердить его мнѣніе.

*Б. Изслѣдованіе по способу Уэйля* <sup>2)</sup>. Этотъ способъ позволилъ уже намъ сдѣлать изысканія надъ анатомическимъ строеніемъ клѣточки и найти въ ней ядро и оболочку; теперь мы естественно подошли къ изслѣдованію остатка, который былъ при его помощи изолированъ и который мы назвали цементомъ стали.

Этотъ остатокъ, пренебрегая пока металлическими примѣсями, содержитъ желѣзо, углеродъ, воду и часто кислородъ въ избыткѣ.

Къ несчастію, условія опыта значительно вліяютъ на точность результатовъ. Мы никогда не могли сразу собрать все количество углерода <sup>3)</sup>, постоянно происходила потеря, которая, кажется, возрастала, въ извѣстныхъ предѣлахъ, вмѣстѣ съ возрастаніемъ погруженной поверхности, иначе сказать обратно пропорціонально количеству электричества, проходящаго черезъ единицу поверхности въ единицу времени; кромѣ того, когда уменьшаютъ погруженную поверхность, то, при прочихъ равныхъ условіяхъ, вѣсъ сухаго остатка уменьшается, а содержаніе въ немъ воды и углерода, напротивъ, увеличивается.

Такимъ образомъ, мы не могли надѣяться на абсолютную точность результата, но въ виду того, что, при одинаковыхъ условіяхъ, результаты будутъ относительно правильные и всѣ уклоненія нисколько не зависятъ отъ метода, мы имѣли возможность констатировать и характеризовать различныя состоянія углерода въ одной и той же стали.

<sup>1)</sup> Journal of the Iron and Steel Institute, 1883, I, p. 213.

<sup>2)</sup> Poggendorfs Annalen, 1861, 4-e serie, XXIV, 507.

<sup>3)</sup> Уэйль анализировалъ только, кажется, продажные чугуны, а на подобномъ образцѣ мы всегда находили весь углеродъ.



Ниже помѣщены результаты четырехъ сравнительныхъ опытовъ.

Брусекъ  $40 \times 40$  м. м. былъ по сторонамъ покрытъ гуммилакомъ и погруженъ въ жидкость.

Баня состояла изъ двухъ литровъ хлористоводородной кислоты (15 объемовъ концентрированной кислоты на 85 об. воды).

Источникомъ электричества служилъ элементъ Бунзена, имѣвшій большую поверхность. Отрицательный полюсъ былъ приготовленъ изъ платинового листа.

Условія опытовъ.

Химическій составъ стали.

Углерода . . .	0,49
Кремнія . . .	0,075
Сѣры . . . .	0,024
Фосфора . . .	0,041
Марганца . . .	0,37

Остатокъ, послѣ промыванія водою, спиртомъ и эфиромъ, былъ высушенъ въ пустомъ пространствѣ и взвѣшенъ на тарированной фильтрѣ.

Образцы.		Прокованный и охлад. безъ предо- сторож.	Прокованный и отпушен- ный.	Закаленный въ холодной водѣ.	Закаленный и отпушен- ный.
Анализъ сухаго остатка.	Желѣзо . . . . .	78,40	83,38	52,50	83,22
	Углеродъ . . . . .	12,00	11,27	18,90	9,92
	Вода . . . . .	8,40	6,40	26,07	5,48
	Всего . . . . .	98,80	100,05	97,47	98,62
Вѣсъ сухаго остатка на 100 част. стали .		3,31	4,11	1,61	4,14
Количество угле- рода на 100 частей стали.	Вычисленное по вы- шеприведеннымъ дан- нымъ . . . . .	0,397	0,463	0,306	0,41
	Непосредственно по- лученное . . . . .	0,476	0,497	Несопредѣлен.	0,497
	Потеря углерода . . . . .	0,079	0,034	Около 0,19	0,087
Абсолютный вѣсъ желѣза . . . . .		11,280гр.	9,806	11,520	10,304
Время въ часахъ . . . . .		6	5	5	5

Вышеприведенные анализы и видъ остатка непосредственно показываютъ, что мы имѣемъ дѣло со сложнымъ веществомъ, которое состоитъ, во 1-хъ, изъ сѣрыхъ магнитныхъ чешуекъ, имѣющихъ металлическій блескъ и, во 2-хъ, изъ темноватой аморфной и студенистой матеріи, рѣдко встрѣчающейся въ отпушенной стали, но господствующей въ стали закаленной.

Первая, т. е. чешуйки, представляютъ клѣточные оболочки, несомнѣнно нѣсколько измѣненныя, и постоянно заключаютъ въ себѣ желѣзо и углеродъ, образующіе соединеніе, составъ котораго съ точностью не опредѣленъ до настоящаго времени; вторая оказывается гидратомъ углерода <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Гг. Bartoli и Papasogli обратили вниманіе ученыхъ на тѣло, названное ими Mellogene'омъ, которое образуется при нѣсколько сходныхъ условіяхъ (Il nuovo Cimento, t. VIII, p. 279).

Независимо отъ этой гипотезы было установлено, что, съ возрастаніемъ быстроты перехода стали изъ краснокалильнаго состоянія въ холодное, количество углеродистаго желѣза уменьшается, а количество гидрата углерода увеличивается. Отсюда ясно, что можно доказать существованіе двухъ различныхъ состояній углерода, количественное отношеніе между которыми будетъ измѣняться вмѣстѣ съ быстротою охлажденія.

Мы предлагаемъ называть углеродъ, находящійся въ первомъ состояніи, *углеродомъ отжега*, а находящійся во второмъ—*углеродомъ закала*.

Подобныя названія имѣютъ преимущества въ томъ отношеніи, что не предугадываютъ дѣйствительнаго состоянія углерода, а только указываютъ на существованіе самаго обыкновеннаго видоизмѣненія его <sup>1)</sup>.

*В. Изслѣдованія по способу Эгерца.*—(а) Способъ Эгерца, какъ извѣстно, состоитъ въ томъ, что сталь растворяютъ въ азотной кислотѣ, плотностью 1,20, и полученный растворъ нагрѣваютъ въ продолженіи опредѣленнаго времени и при опредѣленной температурѣ. Углеродъ растворяется и сообщаетъ жидкости темный цвѣтъ, который сравниваютъ съ цвѣтомъ раствора образцовой стали, полученнаго при такихъ же точно условіяхъ. Этотъ способъ подалъ поводъ къ многочисленнымъ изслѣдованіямъ и вызвалъ многочисленные возраженія; такъ. Д-ръ Кольбергъ <sup>2)</sup> въ Стокгольмѣ получаетъ посредствомъ него весьма удовлетворительные результаты для весьма различныхъ продуктовъ. Deshayes, <sup>3)</sup> напротивъ, находитъ, что способъ Эгерца даетъ слишкомъ слабые результаты для стали, содержащей незначительное количество углерода, и слишкомъ высокіе для стали противоположныхъ качествъ; въ присутствіи марганца и фосфора опредѣляемое по цвѣту раствора содержаніе углерода значительно превышаетъ содержаніе.

Закаливаніе стали также имѣетъ, и даже очень большое, вліяніе на точность результатовъ этого способа, на которое указалъ еще самъ проф. Эгерцъ <sup>4)</sup>, по которому онъ, кажется, не придавалъ большаго значенія.

Уудкокъ <sup>5)</sup> между прочимъ указалъ на вліяніе закаливанія и, для объясненія его, снова принялъ гипотезу Жюльена о превращеніи углерода въ алмазъ.

Карно <sup>6)</sup>, съ своей стороны, замѣтилъ, что одна и та-же сталь, испытанная по способу Эгерца на содержаніе углерода, даетъ слѣдующіе результаты:

<sup>1)</sup> Углеродъ углеродистаго соединенія долженъ бы былъ называться *химически соединеннымъ*, но такъ какъ этотъ терминъ употребляется для обозначенія всего углерода, не находящагося въ видѣ графита, то его употребленіе въ этомъ случаѣ вызвало бы многія неясности.

<sup>2)</sup> Berg-und hüttenmännische Zeitung, 1874 p. 468.

<sup>3)</sup> Bulletin de la société chimique, t. XXXI, p. 40.

<sup>4)</sup> Traduit par le Bull. de l'industrie minière 1881. p. 520.

<sup>5)</sup> Engineering, numéro du 19 mai 1882.

<sup>6)</sup> Сообщенія автора.



Въ своемъ первоначальномъ состояніи . . . . . 0,79 углерода.

Послѣ закаливанія . . . . . 0,63 " " " "

Послѣ отпусканія . . . . . 0,79 " " " "

Наконецъ, замѣтимъ еще, что отгѣнокъ, сообщаемый углеродомъ раствору нѣкоторыхъ сортовъ очень мягкой стали, замѣтно измѣняется и переходить изъ чисто темнаго въ темно зеленовато желтый.

Но, не смотря на все эти недостатки, колориметрическій способъ имѣеть преимущества въ томъ отношеніи, что все опредѣленія производятся, при его помощи, просто и быстро; въ послѣднее время его снова начали примѣнять, но только съ тѣми предосторожностями, на которыя указали г-да Эгерцъ и Deshayes. Результаты, благодаря принятому ряду опредѣленныхъ предосторожностей, получаются довольно благопріятными для практики, хотя указанные аномаліи и остались необъясненными.

б) Эти аномаліи могутъ дать полезныя для нашей дѣли указанія и мы постараемся изслѣдовать ихъ возможно тщательно. Видимое уменьшеніе въ содержаніи углерода послѣ закаливанія послужило точкою отправленія для нашихъ дальнѣйшихъ изысканій. Одинъ изъ насъ констатировалъ такое уменьшеніе еще въ началѣ 1881 г. и былъ имъ крайне удивленъ, потому что во французской литературѣ не имѣлось никакихъ указаній на это явленіе.

Такъ какъ опыты производились надъ небольшими обломками металла, то можно было опасаться потери углерода, вслѣдствіе окисленія во время продолжительнаго нагрѣванія; такимъ образомъ, необходимо было контролировать обстоятельство наблюдаемаго явленія. Для этого мы выбрали два способа:

1-й—нагрѣваніе стали въ атмосферѣ не окисляющей и

2-й—повѣрку, чтобы содержаніе углерода повышалось послѣ отпусканія закаленной стали.

Для опытовъ обыкновенно вырѣзали въ полосахъ стали, посредствомъ спеціально приготовленнаго бурава, маленькіе цилиндры *ab*, которые потомъ разрѣзались на небольшіе куски 1, 2, 3, 4 (фиг. 15), вѣсомъ въ 0,500 гр. Каждый изъ такихъ кусковъ растворялся при 85° въ 25 к. с. азотной кислоты (плот. 1,20).

Такимъ образомъ были сдѣланы слѣдующіе опыты:

*а. Нагрѣваніе въ чистомъ и сухомъ азотѣ.*

Четыре куска одной и той-же стали были помѣщены въ два платиновыхъ челночка и нагрѣвались, въ платиновой-же трубкѣ, посредствомъ горѣлки Шлезинга, въ струѣ сухаго и чистаго азота. Черезъ десять минутъ послѣ нагрѣванія, когда трубка въ продолженіи нѣсколькихъ минутъ сохраняла температуру вишневокраснаго каленія, одинъ челночекъ былъ вынутъ и быстро опущенъ въ чашъ съ водою, имѣвшей температуру около 10°, а трубка была тотчасъ закрыта и горѣлка отставлена, такъ что обломки, помѣщенные во второмъ челночѣ, нагрѣвались въ азотѣ то-же самое время, какъ и закален-

ные обломки; два другихъ образца того же цилиндра были оставлены въ первоначальномъ состояніи.

По способу Эгерца найдено:

	% углерода.
Обыкновенная сталь . . . . .	0,578—0,61
Нагрѣтая и охлажденная въ струѣ азота . . . . .	0,482—0,455
Нагрѣтая въ струѣ азота и закаленная . . . . .	0,28—0,27

β. *Нагрѣваніе въ водородѣ.*—Тѣ-же самые опыты были повторены при сухомъ и чистомъ водородѣ:

	% углерода.
Обыкновенная сталь . . . . .	0,92
Нагрѣтая и охлажденная въ струѣ водорода . . . . .	0,452
Нагрѣтая и охлажденная въ струѣ водорода и потомъ на- грѣтая въ кузнечномъ горнѣ . . . . .	0,41
Нагрѣтая въ струѣ водорода и потомъ закаленная . . . . .	0,213 и 0,327
<i>Нагрѣваніе въ кузнечномъ горнѣ.</i>	

	% углерода.
Обыкновенная сталь . . . . .	0,90
Нагрѣтая въ кузнечномъ горнѣ и закаленная . . . . .	0,487 и 0,44
Предварительно закаленная и быстро отпущенная въ кузнечномъ горнѣ . . . . .	0,617 и 0,63

*Нагрѣваніе въ сухомъ пустомъ пространствѣ и закаливаніе въ ртути.*

Фиг. 14 показываетъ расположеніе примѣнявшагося аппарата и способъ, посредствомъ котораго можно употребить, для закаливанія въ пустомъ пространствѣ, толстую манометрическую трубку.

	% углерода.
Обыкновенная сталь . . . . .	0,52
Нагрѣтая и охлажденная въ пустомъ пространствѣ . . . . .	0,50 и 0,49
Нагрѣтая въ пустомъ пространствѣ и закаленная въ ртути . . . . .	0,34 и 0,33

Эти опыты доказываютъ самымъ убѣдительнымъ образомъ, что закаливаніе значительно уменьшаетъ содержаніе углерода, опредѣляемое по способу Эгерца.

с) Пренебрегать углеродомъ <sup>1)</sup>, не поддающимся опредѣленію по способу Эгерца, нельзя, по слѣдующимъ причинамъ:

<sup>1)</sup> Фуркинзонъ въ своемъ замѣчательномъ мемуарѣ (Recherches sur la fonte malléable et le recuit des aciers, Annales de ch. et phys., 5 série t. XXIII) показалъ, что водородъ и азотъ, при красномъ каденіи, медленно увлекаютъ углеродъ стали. Но, при нашихъ опытахъ, продолжавшихся всего нѣсколько минутъ, потеря отъ этой причины должна быть весьма ничтожна. Учету углерода



1. Отпускание, даже очень быстрое, вызываетъ возвратъ значительнаго количества углерода.

2. Стальная проволока вѣсомъ въ 7,1196 гр., отпускаемая въ водородѣ въ продолженіи 5 минутъ, при вышеописанныхъ условіяхъ, теритъ въ вѣсѣ только 0,0005 гр., при содержаніи углерода 0,117 проц., т. е. весьма немного, если даже принимать, что эта потеря вся цѣликомъ относится къ углероду.

3. Рядъ сравнительно сдѣланныхъ опредѣленій по способамъ Эгерца и Буссинго одной и той же стали дали:

	Способы	
	Эгерца.	Буссинго.
Обыкновенная сталь . . . . .	0,50	0,492
Та-же закаленная . . . . .	0,325	0,52
Та-же, сначала закаленная, а потомъ быстро отпущенная въ кузнечномъ горнѣ и охлажденная въ пеплѣ . . . . .	0,48	0,537
Та-же самая прокованная въ холодномъ состояніи <sup>1)</sup> . . . . .	0,52	—

d) Итакъ закаливаніе видоизмѣняетъ углеродъ и этотъ углеродъ закала не поддается опредѣленію по способу Эгерца. Для объясненія такого свойства предложено нѣсколько гипотезъ: одни предполагаютъ, что онъ не растворяется въ азотной кислотѣ; другіе, — что если онъ и растворяется, то даетъ весьма слабое окрашиваніе сравнительно съ такимъ же количествомъ углерода отпуска и, наконецъ, мы думаемъ, что онъ, при дѣйствіи азотной кислоты, выдѣляется въ видѣ газообразныхъ веществъ. Первая гипотеза, хотя ей и слѣдуютъ Жульенъ и Уудкокъ не можетъ быть принята, потому что алмазь и графитъ нерастворимы ни въ какихъ кислотахъ, а закаленная сталь не оставляетъ никакого угольнаго осадка.

Вторая, допускающая два красящихъ вещества, изъ которыхъ одно темное, предложена Стэдомъ и вначалѣ поддерживалась также и съ нашей стороны, но, въ настоящее время, однако, она намъ кажется недостаточной. Всѣ сорта закаленной стали даютъ ослабленное окрашиваніе, и всѣ зеленоватые оттѣнки, по нашему мнѣнію, нужно скорѣе приписать измѣненію отъ дѣйствія кислотъ, нежели измѣненію углерода.

Остается третья гипотеза, которую мы и постараемся подкрѣпить опытомъ.

рода предшествуетъ весьма быстрое видоизмѣненіе, которое Фуркиньонъ ясно доказываетъ для случая съ водороднымъ газомъ. Фактъ, что сорта стали, отпущенные въ этомъ газѣ или азотѣ, въ присутствіи азотной кислоты обнаруживаютъ явленія, сходныя съ тѣми, которыя наблюдаются при опытахъ съ закаленными сортами, подтверждается. Литая сталь всегда содержитъ замѣтное количество включеннаго водорода, который можетъ играть важную роль при диффузіи углерода.

<sup>1)</sup> Нужно замѣтить, что проковываніе въ холодномъ состояніи не дѣйствуетъ подобно закаливанію, какъ это требуется по теоріи Карена.

е) Если внимательно слѣдить за дѣйствіемъ азотной кислоты 24° Боэ (25 к. с. кислоты на 0,50 металла) на одну и ту-же сталь, но съ тѣмъ различіемъ, что въ одномъ случаѣ сталь находится въ обыкновенномъ состояніи, а въ другомъ въ закаленномъ, то мы замѣчаемъ слѣдующее явленіе:

Сталь, опущенная въ стеклянки, помѣщенные, для уменьшенія повышенія температуры, въ водяную баню при 15°, сначала растворяется въ 5—6 минутъ съ выдѣленіемъ, для обоихъ случаевъ, золотистыхъ паровъ. *Въ эту минуту объ жидкости почти безцвѣтны.*

Закаленная сталь оставляетъ на днѣ сосуда интенсивно черный осадокъ, который, при взбалтываніи въ продолженіи трехъ или четырехъ минутъ, почти мгновенно растворяется и окрашиваетъ полученную жидкость въ темно каштановый цвѣтъ; газъ не выдѣляется; въ отложеніи окончательно остается небольшой коричневый студенистый осадокъ, растворяющійся на холоду только весьма медленно.

Обыкновенная сталь, послѣ растворенія желѣза, оставляетъ только небольшой черный, тождественный съ оставляемымъ закаленную сталью, осадокъ, который растворяется такъ-же быстро, какъ и первый, и придаетъ жидкости слабое окрашиваніе. Но зато въ жидкости, полученной отъ растворенія закаленной стали, плаваютъ темныя обильныя хлопья <sup>1)</sup>, которыя постепенно соединяются въ студенистую темную массу, болѣе свѣтлую, чѣмъ таковая-же закаленной стали, но значительно болѣе ея объемистую.

Если отфильтровать нерастворившіеся на холоду осадки и снова растворить ихъ, при нагреваніи до 100°, въ новомъ количествѣ азотной кислоты, уд. в. 1,25 (25 к. с.), то оба растворяются безъ замѣтнаго выдѣленія газа и придаютъ жидкости темное неравномѣрное окрашиваніе, интенсивность котораго кажется пропорціональной объему растворяемыхъ осадковъ.

Если нагрѣть теперь до 100° полученныя первоначально темныя жидкости, отъ которыхъ мы отдѣлили посредствомъ фильтраціи нерастворимую часть, то объ блѣднѣютъ съ выдѣленіемъ газа, но растворъ закаленной стали блѣднѣетъ болѣе, нежели растворъ обыкновенной стали; выдѣленіе газа въ немъ происходитъ болѣе шумно, нежели въ закаленной стали, и кажется обильнѣе.

Еслибы стеклянки не охлаждади водой, а непосредственно нагрѣли бы

<sup>1)</sup> Эти хлопья, отфильтрованные тотчасъ послѣ растворенія углерода закала, дали по анализу

Углерода . . . . .	44,59.
Воды . . . . .	22,50.
Желѣза . . . . .	8,05.
Кислорода и азота . .	24,86
	<hr/> 100,00.

Они, теряя свое желѣзо, становятся студенистыми и прозрачными.



до  $100^{\circ}$ , то, очевидно, тѣ-же явленія слѣдовали бы одно за другимъ въ томъ же порядкѣ, но только быстрѣе.

ѳ) Подтвердимъ вышесказанное нѣкоторыми цифрами, взятыми случайно между многими другими.

Пусть сталь содержитъ 0,85 углерода на 100 ч.

Пусть  $L_1$  жидкости, непосредственно полученныя черезъ раствореніе желѣза и углерода закала и отфильтрованныя отъ нерастворимаго на холоду вещества Р. Пусть  $L_2$  темныя окрашенныя жидкости, полученныя отъ растворенія при  $100^{\circ}$  остатка Р. <sup>1)</sup>

Всѣ растворы, будучи разведены до нормальнаго объема въ 50 куб. сант. и сравнены съ опредѣленнымъ образцомъ, дали:

Явное содержаніе углерода  
на 100 ч. стали.

Обыкновен. сталь.      Закал. сталь <sup>2)</sup>.

$L_1$ (дѣйствіе впродолженіи 2 мин. при $100^{\circ}$ )	0,56	} 1,12	0,91	} 1,17
$L_2$ (дѣйствіе впродолж. 20 мин. при $100^{\circ}$ )	0,56		0,26	

Если снова сдѣлать сравненіе съ образцами растворовъ  $L_1$  и  $L_2$ , послѣ 45 мин. и 1 ч. 45 мин. нагрѣванія, то найдемъ, что послѣ 45 мин.

$L_1$ (сильное выдѣленіе газа)	. . . . .	0,28	} 0,78	0,39	} 0,63
$L_2$ (безъ выдѣленія газа)	. . . . .	0,58		0,24	

Послѣ 1 ч. 45 мин.

$L_1$ (небольшое выдѣленіе газа)	. . . . .	0,24	} 0,69	0,30	} 0,48
$L_2$ (безъ выдѣленія газа)	. . . . .	0,45		0,18	

При нормальныхъ условіяхъ опыта Эгерца получается . 0,81 . 0,41

Такимъ образомъ, жидкости тотчасъ послѣ полного растворенія имѣютъ весьма близкія между собою и полныя (1,12 и 1,17) окрашиванія. Только послѣ дальнѣйшаго нагрѣванія окрашиваніе жидкости  $L_1$  ослабѣваетъ весьма замѣтно, тогда какъ жидкости  $L_2$  весьма немного и правильно.

г) Намъ остается показать, что потеря цвѣта сопровождается потерей углерода въ газообразной формѣ.

Чтобы опредѣлить количество углерода, теряемаго такимъ образомъ, мы заставляли газъ, полученный при нормальной реакціи и смѣшанный съ избыткомъ кислорода, проходить черезъ аппаратъ, составленный слѣдующимъ образомъ:

1-е холодильникъ;

2-е трубка, наполненная мѣдной спиралью и нагрѣтая до красна, назначенная для разрушенія соединеній кислорода съ азотомъ;

<sup>1)</sup> Когда дѣйствуютъ при  $15^{\circ}$  кислотой въ  $12^{\circ}$  Б. или при  $0^{\circ}$  нормальной кислотой въ  $24^{\circ}$  Б., то получаютъ жидкости окрашенными въ зеленоватый цвѣтъ.

<sup>2)</sup> Образчики, подвергнутые закаливанію, были предварительно расплюснуты до 1 м м. толщины, потому что цифры при толстыхъ полосахъ получились бы весьма различныя.

3-е трубка съ окисью мѣди, равномерно нагрѣваемая для того, чтобы въ случаѣ необходимости окончить сожиганіе углерода;

4-е сушильныя трубки;

5-е кали аппаратъ Либиха, для опредѣленія количества полученной угольной кислоты;

Для проверки дѣйствія аппарата заставляли азотную кислоту дѣйствовать на ртуть, вмѣсто стали.

Мы нашли для одной и той-же стали съ содержаніемъ углерода въ 0,85% (среднее изъ многочисленныхъ опытовъ) слѣдующее:

	Обыкновенная.	Закаленная.
Углеродъ, выдѣлившійся въ формѣ		
газа (на 100 ч. стали) . . . . .	0,342	0,500
Остатокъ въ растворѣ (по разности) . . .	0,508	0,350
Всего . . . . .	0,850	0,850

Окраска жидкости показываетъ . . . . . 0,772 0,480.

Отсюда видно, что красящая сила растворовъ какъ будто пропорціо-  
нальна содержанію въ нихъ углерода.

Пусть будетъ  $k$  коэффициентъ, на который нужно умножить видимое  
содержаніе углерода, чтобы получить дѣйствительное; тогда—

для обыкновенной стали . . . . .  $k. 0,772=0,508$ ,

для закаленной . . . . .  $k. 0,480=0,350$ ,

т. е. получаются два значенія для коэффициента  $k$ ,—0,658 и 0,729, значенія,  
которыя нужно считать довольно сходными, если принять въ расчетъ харак-  
теръ опытовъ.

h) Что касается природы газовъ, въ которыхъ выдѣляется углеродъ,  
то она, кажется, измѣняется, въ извѣстной мѣрѣ, вмѣстѣ съ условіями ре-  
акціи.

Мы нашли, при нашихъ опытахъ, угольную кислоту и синеродъ (или  
синильную кислоту). *Часть углерода уходитъ въ видъ газа, который не  
поглощается нѣкимъ кали (окись углерода или углеродистые водороды). Эти  
последніе кажутся характеристичными для углерода закала.*

Опредѣляя, посредствомъ хлористаго барія, углекислый аммоній, дѣйст-  
вительно образующійся во время реакціи, и синеродъ, посредствомъ азотно  
кислаго серебра, мы получимъ:

	Обыкновенная сталь.	Закаленная сталь.
Углеродъ выдѣлившій- ся въ формѣ	Угольной кислоты . . . . .	0,215 0,246.
	Синерода (или $CyH$ ) . . . . .	0,050 0,044
	Окиси углерода или	
	углеродовъ по	
	разности. . . . .	0,77 0,210.
Всего . . . . .	0,342	0,490.



Присутствіе газовъ, не поглощаемыхъ поташемъ, весьма замѣчательно; мы его провѣрили, вставивъ въ вышеописанный аппаратъ, между мѣдной трубкой и трубкой съ окисью мѣди, трубку съ ѣдкимъ кали; вторая либиховская трубка, номѣщенная при выходѣ газовъ изъ сожигаемой колонны, увеличивается въ вѣсѣ для стали закаленной, но не для стали обыкновенной.

і) Эти опыты даютъ, по меньшей мѣрѣ, нѣсколько новыхъ указаній на причину ошибокъ въ способѣ Эгерца <sup>1)</sup> и показываютъ возможность ихъ исправить.

Кромѣ того они подтверждаютъ сдѣланное уже различіе между углеродомъ закала и углеродомъ отжига и характеризуютъ его довольно ясными признаками. Намъ удалось также получить углеродъ въ такихъ состояніяхъ, когда онъ обнаруживаетъ, въ присутствіи азотной кислоты, такія же свойства, какъ двѣ разновидности углерода стали.

Одинъ есть углеродъ углеродистаго соединенія желѣза, полученнаго посредствомъ кальцинаціи желѣза синеродистымъ аммоніемъ; другой—уголь сахара, приготовленный при умѣренной температурѣ <sup>1)</sup>.

Первый обнаруживаетъ тѣ-же явленія, какъ углеродистыя соединенія стали (углеродъ отжига), и при раствореніи оставляетъ темное студенистое вещество, почти нерастворимое въ холодной кислотѣ плотностью 1,20.

Уголь сахара, напротивъ, растворяется на манеръ углерода закала (исключая частей слишкомъ нагрѣтыхъ), и темный растворъ отчасти обезцвѣчивается при 100° и выдѣляетъ газъ.

Но мы не желаемъ настаивать на совпаденіяхъ, можетъ быть случайныхъ, мы только искали и нашли аналогичное явленіе.

*Г. Разные опыты.* Углеродъ, отдѣленный отъ стали посредствомъ двухромистой ртути (способъ Буссинго), не всегда горитъ одинаково постоянно; горѣніе, начавшееся при опредѣленной температурѣ, можетъ остановиться и начаться снова только при температурѣ, болѣе возвышенной; углеродъ закаленной стали, кажется, загорается прежде углерода стали отпущенной. Но это простое указаніе требуетъ еще подтвержденія; на практикѣ очень трудно опредѣлить столь нѣжныя степени горѣнія: быть можетъ этого можно было бы достигнуть, смѣшавъ сожигаемый осадокъ съ большимъ количествомъ коснаго вещества.

Кромѣ этого, мы еще изслѣдовали, не представляютъ ли углеводы образовавшіеся во время растворенія стали въ двойной хлористой соли мѣди

<sup>1)</sup> Колориметрическій способъ можетъ дать точные результаты только въ томъ случаѣ, когда для сравненія употребляютъ сталь съ подобнымъ же отношеніемъ между количествомъ углерода различныхъ состояній, какъ и въ испытуемомъ образцѣ, что предполагаетъ одинаковое физическое состояніе и одинаковый химическій составъ. Такимъ образомъ оправдываются предосторожности, указанныя Deshayes'омъ.

<sup>1)</sup> Кальцинацію останавливаютъ, когда углистая масса перестаетъ растворяться въ водѣ.

и аммонія различный составъ, смотря по тому происходятъ ли они отъ закаленной стали или отъ стали отпущенной. Г-да Шютценбергеръ и Буржуа <sup>1)</sup> дали формулу  $C^3H^2O$  для гидрата, добытаго изъ бѣлаго шведскаго чугуна; г. Забудскій <sup>2)</sup> нашель, что отношеніе между углеродомъ и водой разноеобразится, смотря по испытываемымъ продуктамъ: можно надѣяться, что это различіе мнѣній объяснится, какъ и для способа Эгерца, различными свойствами углерода закала. Мы, между прочимъ, не пришли ни къ какимъ положительнымъ заключеніямъ: одна и та-же сталь, закаленная и отпущенная, доставляетъ продукты лишь немного несходные, составъ которыхъ настолько близокъ, что нельзя считать различіе вполне доказаннымъ, особенно тогда, когда дѣло идетъ о тѣлахъ гидратныхъ, которыя легко переходятъ изъ одного опредѣленнаго состоянія въ другое.

*Д. Заключение.* Опыты, которые мы только что описали, приводятъ насъ къ тому заключенію, что въ обуглероженномъ желѣзѣ углеродъ, называемый вообще „соединеннымъ“, образуетъ двѣ ясныя разновидности.

1) Углеродъ действительно соединенный съ желѣзомъ, или углеродъ отжега, называемый такимъ образомъ потому, что господствуетъ въ отпущенной стали, идъ входитъ въ составъ цемента.

2) Углеродъ закала, впрямую растворенный въ желѣзѣ, можетъ быть находящійся въ связи со включеннымъ водородомъ, но не соединенный съ желѣзомъ; онъ господствуетъ въ периферическихъ частяхъ закаленной стали и распространенъ въ ядрахъ клѣточекъ. Соединенія желѣза съ углеродомъ, впрочемъ, еще недостаточно изслѣдованныя, содержащія углеродъ отпуска, обладаютъ слѣдующими общими свойствами: они трудно растворяются какъ въ двухромистомъ кали, смѣшанномъ съ сѣрной кислотой (Абель и Дирингъ), такъ и въ хлористоводородной кислотѣ, разлагаемой при положительномъ полюсѣ слабого элемента, что и позволяетъ отдѣлять ихъ мало измѣненными; они разлагаются, съ образованіемъ гидрата углерода, посредствомъ хлористой мѣди; азотная кислота (плотностью 1,20) измѣняетъ ихъ въ темное студенистое вещество, очень мало растворимое на холодѣ въ той же кислотѣ, но довольно растворимое при нагрѣваніи, причемъ получаютъ, безъ замѣтнаго выдѣленія газа, темные постоянные растворы. Углеродъ закала исчезаетъ въ двуххромокисломъ кали, смѣшанномъ съ 5% сѣрной кислоты; онъ переходитъ въ гидратное состояніе, при разложеніи желѣза по способу Уоля или посредствомъ хлористой мѣди; онъ растворяется очень быстро въ азотной кислотѣ на холоду (плотностью 1,20), давая темный мало постоянный растворъ, который при нагрѣваніи отчасти обезцвѣчивается съ выдѣленіемъ углеродистыхъ газовъ.

<sup>1)</sup> Comptes rendus, t. LXXX, p. 911.

<sup>2)</sup> Bulletin de la Société chimique, t. XL.I, p. 424; Горн. Журн. 1882 г., Т. III, стр. 116.



Такъ какъ наши заключенія формально представляютъ сходство съ заключеніемъ Карона и Окермана, то мы здѣсь должны замѣтить, что они въ сущности противоположны послѣднимъ. Дѣйствительно, по теоріи Карона, соединяется съ желѣзомъ углеродъ закала, а не углеродъ отжига; проковка въ холодномъ состояніи, которая должна дѣйствовать подобно закалу, не должна, по нашему мнѣнію, оказывать никакого вліянія на состояніе углерода.

## 2. Часть. Измѣненіе состоянія желѣза.

*А. Общее обзоріе.* Закаливаніе и проковываніе въ холодномъ состояніи заставляють обуглероженное желѣзо претерпѣвать настолько аналогичныя видоизмѣненія въ физическихъ свойствахъ, что главныя, предложенныя до настоящаго времени, теоріи относятъ ихъ, какъ для того, такъ и для другаго случая, къ одной и той-же причинѣ, именно къ измѣненію состоянія углерода.

Но измѣненіе состоянія углерода представляетъ-ли единственную причину подобнаго явленія? Каронъ принималъ такъ, но мы только что видѣли, что вышеописанные опыты не подтверждаютъ этого мнѣнія.

Хотя тѣмъ не менѣе достовѣрно, что углеродъ играетъ извѣстную роль при закаливаніи, такъ какъ мало углеродистое желѣзо при закаливаніи не приобретаетъ замѣтной твердости. Но, такъ какъ видоизмѣненія, обязанныя закаливанію, могутъ быть получены хотя и не въ такой степени, посредствомъ проковыванія въ холодномъ состояніи и при томъ при отсутствіи какого-бы то ни было участія углерода, то, очевидно, присутствіе послѣдняго необходимо для ихъ проявленія.

Такимъ образомъ мы пришли къ изученію другой теоріи <sup>1)</sup>, начало которой было положено давно, но которая только недавно была формулирована Треска <sup>2)</sup> съ надлежащею точностью.

Эта теорія приписываетъ явленія, происходящія отъ закаливанія и проковыванія въ холодномъ состояніи, молекулярному измѣненію желѣза. Подобное объясненіе, очевидно, очень удовлетворительно; но такъ какъ не доказано, что когда нибудь реализировали сполна на практикѣ видоизмѣненіе, о которомъ идетъ рѣчь, такъ какъ кромѣ того рѣшеніе вопроса затрудняется присутствіемъ многихъ чуждыхъ элементовъ, которые даютъ возможность часто объяснять наблюдаемые факты различными другими соображеніями, то двѣ предполагаемыя разновидности желѣза не были до настоящаго времени характеризованы какими нибудь абсолютными свойствами, которыми обыкновенно характеризуютъ правильныя разновидности другихъ тѣлъ.

<sup>1)</sup> Смотри „Theorie de la trempe“, par Jullen, Paris, 1865.

<sup>2)</sup> Comptes rendus, XCIX p. 135.

Молекулярное измѣненіе тѣлъ всегда сопровождается измѣненіемъ термическихъ свойствъ, могущихъ служить, по новѣйшимъ возрѣніямъ, наиболѣе вѣрными признаками этого явленія; вслѣдствіе чего мы предположили, что изученія термическихъ явленій, зависящихъ отъ закаливанія и проковыванія въ холодномъ состояніи, доставятъ намъ полезныя указанія.

Опыты для этого были слѣдующіе:

*Б. Калориметрическое изученіе дѣйствія закаливанія и проковыванія въ холодномъ состояніи (ecrouissage) на сталь.*

*а) Выборъ реакціи.* Для этого, очевидно, необходимо было измѣрять количество теплоты, выдѣлявшейся при одной и той же реакціи и при одинаковомъ матеріалѣ, но находящемся въ различныхъ физическихъ состояніяхъ.

Реакція, которую мы выбрали, состояла въ раствореніи желѣза въ двойномъ хлористомъ соединеніи мѣди и аммонія; это раствореніе происходитъ въ нѣсколько минутъ, если только металлъ тонко раздѣленъ, и не оставляетъ, кромѣ гидрата углерода Шутценбергера и Буржуа, никакого другого значительнаго продукта, который могъ бы, непредвидѣнно для экспериментатора, измѣнить результаты реакціи.

Можно было только опасаться, что образующаяся хлористая мѣдь, окисляясь на воздухѣ, измѣнитъ результаты и вслѣдствіе этого придется оперировать въ закрытомъ сосудѣ.

Чтобы опредѣлить величину погрѣшностей, происходящихъ отъ такой причины, мы пробовали дѣйствовать на 250 mg весьма чистаго твердаго чугуна насыщеннымъ растворомъ двойнаго хлористаго соединенія мѣди и аммонія. Послѣ десятиминутнаго оставленія препарата на воздухѣ мы опредѣляли титрованіемъ марганцовокислымъ калиемъ сумму хлористыхъ желѣза и мѣди, причемъ оказалось, что до розоваго окрашиванія нужно было прибавить 71 куб. сант. титрующей жидкости, вмѣсто 73,5 теоретическаго ея количества. Такимъ образомъ, только двадцатая часть хлористой мѣди была видоизмѣнена въ оксихлористую, и притомъ при условіяхъ времени и раствора, гораздо болѣе неблагопріятныхъ, нежели тѣ, которыя мы имѣли для нашихъ изслѣдованій. Кромѣ того, всѣ опыты были ведены совершенно одинаковымъ способомъ, и ошибки, могшія произойти отъ возвышенія наблюдаемыхъ температуръ, вызываемаго раствореніемъ мѣди, первоначально выдѣленной желѣзомъ, были приняты во вниманіе.

Такимъ образомъ было возможно дѣлать опыты на свободномъ воздухѣ безъ замѣтныхъ ошибокъ.

*б) Выборъ и приготовленіе образцовъ.*

Выбранные образцы, числомъ четыре, представляли главные типы сортовъ обуглероженнаго желѣза, получаемого въ промышленности:



- 1) Литая сталь весьма мягкая;
- 2) " " средней твердости;
- 3) " " инструментальная;
- 4) Бѣлый шведскій чугуиъ.

Ихъ химическій составъ былъ слѣдующій:

	1	2	3	4
Углерода . . . . .	0,168	0,542	1,17	4,10
Кремнія . . . . .	0,038	0,105	0,44	0,225
Сѣры . . . . .	0,038	0,027	0,018	0,08
Фосфора . . . . .	0,024	0,058	0,083	0,018
Марганца . . . . .	0,17	0,51	0,18	0,12
Желѣза (по разности)	99,562	98,758	99,159	95,497
	100,00	100,00	100,00	100,00

Пробы, въ 5 mm. толщиною, были закалены въ холодной водѣ (образцы 2 и 3), другіе 20×20 mm., были вытянуты подѣ молотомъ холодные до той же степени толщины 5 mm. (образцы 1, 2, 3), чугуиъ оставленъ безъ измѣненія, такъ какъ онъ самъ по себѣ представлялъ продуктъ закаленный.

Тонкая пыль, которая проходила черезъ сито № 100 и которая получилась при истираниіи или опилованиіи, была предварительно опредѣлена и вычтена для каждаго образца, приготовленнаго надлежащимъ способомъ. Порошокъ, полученный изъ натуральной стали, постепенно доводили до красна и оставляли медленно охлаждаться въ струѣ сухаго и чистаго водорода <sup>1)</sup>).

Весьма мягкая сталь при закаливаніи не увеличиваетъ замѣтно свою твердость, такъ что было совершенно бесполезно подвергать ее этому процессу.

с). *Условія опытовъ.* При опытахъ употреблялись калориметръ Бертело и термометръ Бадена.

Перемѣшиваніе представляло особенныя трудности; недостаточно было только двигать жидкость, необходимо было ее перемѣшивать съ твердымъ, плотнымъ веществомъ и даже освобождать обломки желѣза отъ гидрата углерода, который облекаетъ ихъ по мѣру хода реакціи. Мы, въ этомъ случаѣ, надѣялись на специальный приборъ, состоявшій изъ платинового листа, насаженнаго помощью тренія на термометръ и приводимаго въ движеніе вращеніемъ этого инструмента; нижняя сторона платинового листа, загнутая по формѣ дна калориметра, терла и перемѣшивала металлическую пыль, тогда

<sup>1)</sup> Нельзя, очевидно, считать отпущенными опилки, полученные отъ отпущеннаго куска, потому что самъ по себѣ процессъ опилованія производитъ такое же дѣйствіе, какъ и проковываніе въ холодномъ состояніи; съ другой стороны, отжиганіе въ кузнечномъ горнѣ для опилокъ невозможно, а отжиганіе въ пустомъ пространствѣ мало практично; употребленіе же водорода какъ защиты отъ окисленія не выдерживаетъ строгой критики, не смотря на малую продолжительность операциіи (см. § 1, часть 1-я, с, в).

какъ бока этого листа, согнутые въ спираль, способствовали равномерному распредѣленію теплоты по всей жидкости.

Жидкость была приготовлена раствореніемъ въ 12 литрахъ воды 3,400 кил. продажной хлористой мѣди, дававшей 2,860 кил. чистой гидратной соли ( $\text{CuCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), и 2 килограм. амміачной соли; затѣмъ къ ней прибавляли амміака (105 куб. сант.) до тѣхъ поръ, пока не начиналъ получаться постоянный осадокъ. Послѣ охлажденія до  $9^\circ$  и отстаиванія, свѣтлая часть была слита для опытовъ; ея плотность равнялась, при  $12^\circ$ , 1,1684 и, такимъ образомъ, она должна была содержать, по таблицѣ <sup>1)</sup> Жерваха и Франца, круглымъ числомъ.

$$\begin{array}{l} 12\% \text{ по вѣсу } \text{CuCl}_2, \\ 9,55 \text{ „ „ } \text{NH}_4\text{Cl}. \end{array}$$

d) *Оцѣнка постоянныхъ величинъ количествами воды.* Для всѣхъ опытовъ брали 1,500 гр. металла и растворяли въ 500 куб. сант. раствора хлористаго соединенія. Калорическая вмѣстимость этого послѣдняго съ точностью не была извѣстна, но можно было имѣть приблизительную ея оцѣнку, если разсматривать двойную соль мѣди и аммонія какъ смесь двухъ составныхъ солей, удѣльная теплота которыхъ была опредѣлена Бертело въ различныхъ степеняхъ разжиженія. Такимъ образомъ найдено будетъ 0,791.

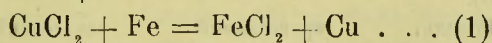
Если допустить эту цифру, то мы будемъ имѣть для оцѣнки постоянныхъ величинъ нашихъ опытовъ въ количествахъ воды слѣдующее:

	Вѣса.	Удѣльная теплота.	Соотвѣтствующее количество воды.
Калориметръ (платиновый). . . .	147,003 гр.	0,0324	4,763 гр.
Перемѣшиватель . . . . .	24,957 „	—	0,808 „
Термометръ (подводная часть). . .	—	—	—
Металлъ (разсмат. какъ Fe). . . .	1,500 „	0,1138	0,171 „
Растворъ (500 к. сант., по меньшей мѣрѣ часть остается прилип. къ стѣнкамъ сосуда) . . . . .	584,206 „	0,791	462,106 „
Всего . . . . .			468,411 гр.

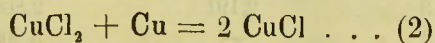
e) *Опыты и результаты.* Maximum температуры обыкновенно достигался вирожденіи 4, 5 минутъ; для прокованной стали, которая трудно смачивается, и для чугуна, реакція шла болѣе медленно и продолжалась отъ 10 до 11 минутъ.

Извѣстно, что эта реакція имѣетъ два періода.

Мѣдь сначала замѣщается желѣзомъ:



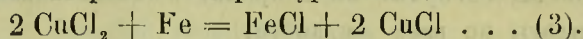
и образуетъ осадокъ, который быстро растворяется въ избыткѣ двухлористой мѣди:



<sup>1)</sup> Agenda du chimiste, 1884, таблица 83 и 96,



Если соединить первое и второе уравненія, то окончательно получимъ:



Возвышеніе наблюдаемыхъ температуръ слѣдуетъ полной реакціи (3); оно помѣщено въ таблицѣ  $\alpha$ , поправки сдѣланы по способу Реньо и Пфаунднера.

Таблица  $\alpha$ .

Металлъ	отпущенный	прокованный	закаленный
1	$2^{\circ},400 \left. \vphantom{2^{\circ},400} \right\} 2^{\circ},408$ $2^{\circ},415$	$2^{\circ},502 \left. \vphantom{2^{\circ},502} \right\} 2^{\circ},504$ $2^{\circ},505$	—
2	$2^{\circ},368 \left. \vphantom{2^{\circ},368} \right\} 2^{\circ},366$ $2^{\circ},364$	$2^{\circ},461 \left. \vphantom{2^{\circ},461} \right\} 2^{\circ},462$ $2^{\circ},463$	$2^{\circ},470 \left. \vphantom{2^{\circ},470} \right\} 2^{\circ},477$ $2^{\circ},484$
3	$2^{\circ},153 \left. \vphantom{2^{\circ},153} \right\} 2^{\circ},148$ $2^{\circ},142$	$2^{\circ},286 \left. \vphantom{2^{\circ},286} \right\} 2^{\circ},271$ $2^{\circ},256$	$2^{\circ},326 \left. \vphantom{2^{\circ},326} \right\} 2^{\circ},309$ $2^{\circ},291$
4	$1^{\circ},662 \left. \vphantom{1^{\circ},662} \right\} 1^{\circ},665$ $1^{\circ},668$	—	$1^{\circ},877 \left. \vphantom{1^{\circ},877} \right\} 1^{\circ},878$ $1^{\circ},879$
Мѣдь <sup>1)</sup>	$0^{\circ},210$	$0^{\circ},210$	—

Если среднія данныя таблицы уменьшить на повышеніе температуры, получаемое при раствореніи мѣди, то остается повышеніе, соотвѣтствующее количеству теплоты, которая выдѣляется при замѣщеніи желѣзомъ мѣди по уравненію (1). Эти разности собраны въ таблицѣ  $\beta$ .

Таблица  $\beta$ ).

Металлъ	отпущенный	прокованный	закаленный.
1	2,151	2,247	—
2	2,111	2,207	2,222
3	1,895	2,018	2,056
4	1,419	—	1,632

<sup>1)</sup> Мѣдь, какъ видно, не выигрываетъ въ выдѣленіи теплоты вслѣдствіе проковыванія, хотя физическія свойства ея, при этомъ, и измѣняются.

<sup>2)</sup> Грубые результаты какъ будто показываютъ, что углеродистое желѣзо составляется съ выдѣленіемъ теплоты, тогда какъ Трустъ и Готфейль показали противное. Это кажущееся различіе можетъ быть приписано гидраціи углерода, происходящей съ поглощеніемъ теплоты.

*Примѣчаніе.* Мы можемъ перевести наши результаты на калоріи, принимая число 0,791 для приблизительной оцѣнки удѣльной теплоты раствора и допуская, что количество теплоты, выдѣляемой и поглощаемой при образованіи двойныхъ солей, малозначительно и противоположные знаки колеблются и могутъ быть пренебрежены. Такимъ образомъ найдемъ:

Таблица  $\delta$ .

Количество теплоты, поглощаемой, въ данныхъ образчикахъ, вслѣдствіе закаливанія или проковыванія атома желѣза (56).

Металлъ.	прокованный	закаленный.
1	1,686	—
2	1,699	1,966
3	2,191	2,868
4	—	3,903

Кромѣ того мы имѣемъ простое средство констатировать точность гипотезъ, получившихъ начало изъ этихъ чиселъ: достаточно опредѣлить, исходя изъ этихъ чиселъ, извѣстное количество теплоты,

Чтобы лучше выяснитъ изучаемое явленіе, мы даемъ ниже (таблица γ) отношеніе возвышеній измѣренныхъ температуръ къ возвышеніямъ данныхъ температуръ, опредѣленныхъ для каждаго образчика посредствомъ отпущенныхъ опилокъ.

Таблица γ.

Металлъ	отпущенный	прокованный	закаленный.
1	1,000	1,045	—
2	1,000	1,045	1,052
3	1,000	1,065	1,084
4	1,000	—	1,150

Такимъ образомъ молекулярное измѣненіе желѣза есть явленіе частное, которое измѣняется вмѣстѣ съ приготовленіемъ каждаго образца, такъ что данныя числа могутъ имѣть только временное значеніе. Но тѣмъ не менѣе общій характеръ результатовъ даетъ право сдѣлать извѣстное заключеніе.

Вездѣ закаливаніе, такъ-же какъ и проковываніе, проявляется увеличеніемъ теплоты, которая возрастаетъ вмѣстѣ съ увеличеніемъ содержанія углерода.

*Итакъ мы думаемъ, что существованіе двухъ аллотропическихъ разновидностей желѣза можно принять установленнымъ.*

*Желѣзо α господствуетъ въ отпущенной стали.*

*Желѣзо α въ смѣси съ желѣзомъ β находится въ закаленной или прокованной стали, въ количествахъ, отношеніе между которыми измѣняется, смотря по силѣ причинъ, заставившихъ желѣзо измѣнить свое состояніе.*

Посмотримъ теперь насколько подтвердится это изученіемъ видоизмѣненій другихъ свойствъ стали, — видоизмѣненій, происходящихъ отъ дѣйствія закаливанія и проковыванія.

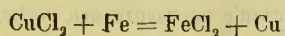
*В) Дѣйствіе закаливанія и проковыванія на нѣкоторыя свойства стали*  
*а) Ковкость.* Мы не станемъ останавливаться на измѣненіи предѣловъ упругости, разрывающаго груза, вытягиванія и сжатія. Эти явленія наиболѣе характерны и всего лучше изучены. Они то сначала и поразили наблюдателей и для ихъ то объясненія и были спеціально предложены различныя теоріи.

*б) Плотность.* Молекулярныя видоизмѣненія обыкновенно сопровождаются перемѣной плотности. Происходитъ ли то-же самое со сталью? Во-

---

выдѣляющейся при замѣщеніи мѣди желѣзомъ. 1.500 гр. весьма мягкой отпущенной стали, которую мы можемъ разсматривать какъ чистое желѣзо, дало намъ повышеніе температуры въ 2,151 (смотри таблицу β). Пусть будетъ для одного атома желѣза, заступающаго мѣсто атома мѣди, произведеніе 37.614 калорій

По Бертело реакція:



выдѣленіе

$$62.600 + 100,000 = 37.400.$$

Видно, что согласіе удовлетворительное.



просъ долго оставался нерѣшеннымъ. Реомюръ <sup>1)</sup> нашелъ, что сталь, послѣ закаливанія увеличивается въ объемѣ, тогда какъ желѣзо возвращается къ первоначальному. Карстенъ <sup>2)</sup> не увѣренъ, чтобы расширение стали было постояннымъ явленіемъ. Каронъ <sup>3)</sup> установилъ для многихъ образцовъ стали уменьшеніе плотности послѣ закаливанія. Наконецъ совсѣмъ недавно Карль Фроммъ <sup>4)</sup> въ интересномъ этюдѣ привелъ результаты изслѣдованія цѣлаго ряда продуктовъ, начиная съ электролитически осажденнаго желѣза и кончая бѣлымъ чугуномъ; заключенія слѣдующія: если подвергать сталь или бѣлый чугунъ послѣдовательнымъ закаливаніямъ и отпусканіямъ, то плотность уменьшается при каждомъ закаливаніи и увеличивается при каждомъ отпусканіи, <sup>5)</sup> не возвращаясь, однако, къ первоначальной величинѣ; въ окончательномъ результатѣ получается очень чувствительное увеличеніе объема. Совсѣмъ не то происходитъ съ мягкимъ желѣзомъ: испытанные образчики дали результаты противоположныхъ признаковъ; въ среднемъ скорѣе было уменьшеніе объема послѣ закаливанія.

Проковываніе, увеличивающее плотность мѣди и серебра, уменьшаетъ, кажется, плотность стали. Мы тянули въ проволоку образчикъ завода Крезо (сопротивленіе=49 к. гр.), плотность котораго была, при 15,° 7,836.

Послѣ перваго пропуска діаметръ уменьшился съ

5,4 mm. до 4,4, а плотностью увеличилась до 7,836.

Послѣ втораго пропуска діаметръ уменьшился

до 3,45 mm, а плотность увеличилась до 7,791.

Послѣдняя колебалась, послѣ дальнѣйшихъ пропусковъ (отъ 3,4 mm. до 0,4), между 7,796 и 7,781.

Уменьшеніе наблюдаемой плотности можетъ быть приписано, для закаливанія, видоизмѣненію углерода <sup>6)</sup>, а для проковыванія—дислокаціи цемента, которую мы констатировали (гл. I, I', f) и которая, можетъ быть, вызываетъ въ прокованномъ металлѣ постоянные разрывы всего находящагося тамъ цемента.

Между тѣмъ, если разсматривать, что, въ аллотропическихъ измѣненіяхъ, увеличеніе объема связано, вообще, съ поглощеніемъ теплоты, то весьма естественно отнести къ той же самой причинѣ, по крайней мѣрѣ отчасти, и уменьшеніе плотности закаленныхъ или прокованныхъ сортовъ стали.

<sup>1)</sup> L'art de convertir le fer en acier, p. 339.

<sup>2)</sup> I. III, p. 380.

<sup>3)</sup> Comptes rendus, LVI, 211.

<sup>4)</sup> Wied. Ann. 1884, 7 livraison.

<sup>5)</sup> При опытахъ Фрамма отпусканіе производилось посредствомъ быстрыхъ нагрѣваній, которыя не вполне переводятъ углеродъ въ первоначальное состояніе.

<sup>6)</sup> Таково объясненіе Фромма, который слѣдуетъ теорія Карона.

с). *Расширяемость*. Мы заимствуемъ изъ физики Дагена <sup>1)</sup> коэффициенты линейнаго расширенія, между 0 и 100°, найденные различными наблюдателями для металловъ, насъ занимающихъ.

По Лавуазье и Лапласу:

Незакаленная сталь . . . . .	0,000, 10,792
Нагрѣтая до желтаго каенія и отпущенная при 65° . . .	12,395
Мягкое прокованное желѣзо. . . . .	12,307
Круглое желѣзо, пропущенное черезъ волоочильню . . .	12,350

По Смитону:

Цементная сталь (непрокованная) . . . . .	11,500
Закаленная. . . . .	12,250
Желѣзо. . . . .	12,583

По Тротену:

Сталь . . . . .	11,918
Желѣзо, прошедшее черезъ волоочильню. . . . .	14,401

Приведенныя данныя нѣсколько противорѣчатъ другъ другу, но это не представляетъ ничего удивительнаго, такъ какъ дѣло идетъ объ образчикахъ, мало опредѣленныхъ. Во всякомъ случаѣ изъ нихъ слѣдуетъ, что закалка для стали и проходъ черезъ волоочильню для желѣза не остаются безъ вліянія на коэффициентъ расширенія.

д) *Термо-электричество и электро-проводность*. Стругаль и С. Барусъ <sup>2)</sup> выяснили, что термо-электрическое свойство и электро-проводность стали измѣняются, подобно твердости, вмѣстѣ съ энергіей закаливанія, температурой и продолжительностью отжиганія; такимъ образомъ измѣненіе этихъ свойствъ можетъ характеризовать физическое состояніе даннаго образца.

Одно изъ наиболѣе интересныхъ заключеній этой работы состоитъ въ томъ, что отжиганіе, при 100° и 66°, лишь бы только оно было продолжительно, не остается безъ вліянія на закаленную сталь; для каждой температуры отжиганіе стремится установить состояніе равновѣсія, которое зависитъ отъ этой температуры.

е) *Магнетизмъ*. Извѣстно, по работамъ Жамена, Треска, Дюрасье, Ри-

<sup>1)</sup> 3-е изданіе, II, 118,

<sup>2)</sup> Ueber Anlassen des Stahls und Messung seines Hartes und Standes. Würzburg, 1880,



дѣла, Гюгса и многихъ другихъ физиковъ, что временной и постоянный магнетизмъ стали зависить отъ:

1-е ея химическаго состава;

2-е ея физическаго состоянія, представляющаго результатъ различныхъ операций, которымъ сталь была подвергнута.

Если принять во вниманіе, что мягкое желѣзо принимаетъ maximum намагничиванія, но почти совсѣмъ не сохраняетъ его послѣ прерыванія тока, тогда какъ, по Жамену <sup>1)</sup>, нѣкоторые сорта стали значительной твердости, послѣ быстрого закаливанія, сопротивляются намагничиванію и если, съ другой стороны, приписывать эти феномены аллотропіи желѣза, то можетъ быть возбуждательную силу (la force coercitive) придется приписать не тому или другому изомерическому состоянію, а скорѣе ихъ смѣси и количественному отношенію, по которому они распредѣляются.

f) *Растворимость въ кислотахъ*. Грюнеръ <sup>2)</sup> показалъ, что бѣлый чугуны растворяется въ морской водѣ гораздо быстрѣе, нежели сталь. Въ подкисленной водѣ, по изслѣдованіямъ того же ученаго, бѣлый чугуны изъѣдается болѣе, нежели сталь; марганцовистые сорта стали болѣе, нежели углеродистая сталь; твердые сорта болѣе, нежели мягкіе; закаленная сталь болѣе, нежели отпущенная.

Нѣсколько личныхъ нашихъ опытовъ дали аналогичные результаты и мы не стали бы о нихъ говорить, если бы не имѣли случая замѣтить одной довольно любопытной особенности: разбавленная сѣрная кислота (1 объемъ кислоты на 4 объема воды) гравировала на нѣкоторыхъ закаленныхъ кускахъ твердой и полутвердой стали фигуры, наминавшія розетки; эти фигуры имѣютъ, можетъ быть, связь съ попеременно сгущенными и разрѣженными поясами, на которые указалъ Фромъ <sup>3)</sup> въ своихъ проволокахъ изъ закаленной стали; они по меньшей мѣрѣ указываютъ на замѣтныя неровности въ распредѣленіи углерода, или въ молекулярномъ измѣненіи желѣза;—неровности, проявляющіяся послѣ дѣйствія закаливанія.

Всѣ кислоты дѣйствуютъ гораздо быстрѣе на прокованную сталь, нежели на ту-же самую сталь, но отпущенную. Вотъ нѣсколько опытовъ надъ проволокой, толщиною въ 1 миллиметръ, приготовленной изъ весьма мягкой литой стали.

1-й. Въ хлористоводородной кислотѣ, разбавленной 4 объемами воды, при 21°,5.

Отпущенная проволока потеряла въ 2 часа 45 м. . . . .	на 630 ч.	6 ч.
Прокованная на ходлоу. . . . .	—	321 ч.

<sup>1)</sup> Comtes rendus, LXXVII, 89.

<sup>2)</sup> Comptes rendus XCVI, 195.

<sup>3)</sup> Loc. citato.

2-й. Въ хлористоводородной кислотѣ, разбавленной 9 объемами воды, разность между потерями достигаетъ еще большей величины.

3-й. Въ азотной кислотѣ, 24°Б, при температурѣ, измѣнявшейся отъ 20° до 35° и 33°, отпущенная проволока въ 630 миллиграммовъ растворилась въ 17 минутъ, прокованная на холоду, такого же вѣса, въ 8 минутъ.

4-й. Въ азотной кислотѣ, 36°Б, отпущенная проволока пришла въ пассивное состояніе; прокованная проволока растворилась.

5-й. Въ сѣрной кислотѣ, разбавленной 4 объемами воды, при 20°  
Отпущенная проволока потеряла въ 1 ч. 45 м. на 630 ч. — 13 ч.  
Прокованная . . . . . — 240 „

6-й. Въ указанной кислотѣ, разбавленной 3 объемами воды, при 20°  
Отпущенная проволока потеряла въ 9 дней . на 630 ч — 25 ч.  
Прокованная . . . . . — 138 „

Быстрое раствореніе прокованной стали зависитъ, конечно, отъ увеличенія поверхности соприкосновенія съ кислотою, — увеличенія, происходящаго отъ дислокаціи цемента; можно предположить также, что диффузія углерода въ стали производить нѣчто подобное; кромѣ того можно думать, что избытокъ теплоты, удерживаемой закаленной или прокованной сталью, способствуетъ дѣйствію кислоты. Таковая же разновидность сѣры характеризуется растворимостью въ сѣроуглеродѣ; мы думаемъ, что можно найти реактивъ, который будетъ дѣйствовать на желѣзо, видоизмѣненное закалкой, и не окажетъ дѣйствія на отпущенную сталь.

g). *Строеніе*. Вообще принимаютъ, что закалываніе заставляетъ желѣзо въ стали переходить въ аморфное состояніе. По крайней мѣрѣ извѣстно, что быстрая закалка стали заставляетъ исчезать сложныя клѣточки; однако, продажные чугуны, марганцовые или нѣтъ, не смотря на то, что они закалены и обладаютъ значительною твердостью, очевидно кристалличны; вслѣдствіе этого вопросъ кажется намъ рѣшеннымъ не вполне.

Г. *Заключенія*. Теперь мы можемъ опредѣлить, съ большею или меньшею точностью, характеръ желѣза  $\alpha$  и желѣза  $\beta$ .

Когда желѣзо переходитъ изъ разновидности  $\alpha$  въ разновидность  $\beta$ , оно поглощаетъ теплоту, его ковкость значительно уменьшается, его плотность уменьшается, его коэффициентъ расширенія увеличивается (?), его постоянное термоэлектрическое количество уменьшается, его электропроводность уменьшается, его химическія реакціи дѣлаются болѣе энергичными,

Желѣзо переходитъ болѣе или менѣе вполне изъ разновидности  $\alpha$  въ разновидность  $\beta$ :



1-е при всякомъ проковываніи и всякомъ давленіи, производящемъ постоянное измѣненіе температуры ниже точки темнокраснаго каленія;

2-е при быстромъ охлажденіи, при температурахъ, превосходящихъ температуру темнокраснаго каленія, но только въ присутствіи углерода и нѣкоторыхъ другихъ тѣлъ (марганца, вольфрама), которыя производятъ или прямо, или посредствомъ второстепеннаго вліянія на углеродъ, аналогичное углеродному дѣйствіе на свойства стали.

Обратно, желѣзо переходитъ, вслѣдствіе отжиганія, изъ состоянія  $\beta$  въ состояніе  $\alpha$  и тѣмъ болѣе полно, чѣмъ этотъ процессъ продолжительнѣе и чѣмъ температура его возвышеннѣе.

Почти бесполезно прибавлять, что всѣ видоизмѣненія должны стремиться, въ каждомъ частномъ случаѣ, къ опредѣленному равновѣсію.

## § 2. Желѣзо, углеродъ и кремній.

Соединеніе „желѣзо, углеродъ и кремній“ практически получено только при извѣстныхъ плавкахъ на древесномъ углѣ и при плавленіи тигельной стали, приготовленной изъ такихъ чугуновъ; количество кремнія, обыкновенно, незначительно въ такихъ продуктахъ.

Извѣстно, что кремній, лишь только онъ достигаетъ извѣстнаго minimum'a, измѣняющагося, при томъ, съ условіями охлажденія (пусть будетъ около 0,75 проц. для штыковъ средней величины, отлитыхъ въ раковину) обуславливаетъ въ чугунахъ выдѣленіе графита, который естественно прибавляется къ цементу. Образованіе графита предполагаетъ существованіе, въ расплавленномъ металлѣ, свободнаго углерода, который можетъ принимать особенное молекулярное состояніе; кремній-же оказывается замѣняющимъ углеродъ въ его соединеніяхъ съ желѣзомъ или, что одно и то-же, препятствующимъ образованію ихъ. Обратно, въ конверторѣ Бессемера и пудлинговой печи, графитъ исчезаетъ по мѣрѣ того, какъ совершается окисленіе кремнія.

Это согласно съ термохимическими данными, потому что Трустъ и Готфейль нашли, что кремній и желѣзо образуютъ очень прочное <sup>1)</sup> соединеніе, но экзотермическое, между тѣмъ какъ соединеніе желѣза съ углеродомъ было бы эндотермическимъ.

Итакъ, можно считать очень вѣроятнымъ, что кремнистое желѣзо играетъ роль въ оболочкѣ клѣточки чистыхъ сѣрыхъ чугуновъ.

По Уудкоку <sup>2)</sup> кремній понизилъ бы содержаніе углерода, опредѣленнаго способомъ Эгерца.

Кольсонъ <sup>3)</sup> приготовилъ кремнеуглеродистое желѣзо  $\text{Fe}_6\text{Si}_2\text{C}$ , которое интересно было бы изслѣдовать въ продуктахъ металлургіи.

<sup>1)</sup> Comptes rendus, E XXXI, 264.

<sup>2)</sup> Loc. cit.

<sup>3)</sup> Comptes rendus, XCIV, 1316.

### § 3 Желѣзо, углеродъ и сѣра.

Г. Ролле <sup>1)</sup>, изучая способъ Буссенго, <sup>2)</sup> предложенный послѣднимъ для опредѣленія сѣры въ стали, нашелъ, что это тѣло не всегда вполне освобождается хлористоводородной или сѣрной кислотами подъ формою сѣрнистаго водорода, что осажденное серебро получается не вполне въ состояніи сѣрнистомъ и что сѣра остается послѣ реакціи.

Нижеприведенная таблица ясно показываетъ эту тройную причину ошибки:

		Сталь Бессемера.		
		До обезугле- роживанія.	Послѣ обезуг- лероживанія.	Послѣ обезуг- лероживанія.
Результаты дѣй- ствія сѣрной кисло- ты, разбавленной 5 объемами воды.	Металлическое серебро по вѣсу (на четыре грамма металла) . .	0,0084 г.	0,030	0,019
	Отсюда вычисленная сѣра . .	0,031	0,111	0,069
	Сѣра дѣйствительно содержа- вшаяся въ осадкѣ. . . . .	0,009	0,024	0,014
	Сѣра опредѣленная посредст- вомъ хлористоводородной кислоты	0,021	0,03	0,026
	Все количество сѣры . . . . .	0,042	0,043	0,045

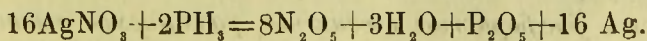
Изъ этихъ цифръ выходить:

1) что часть сѣры не находится въ состояніи сѣрнистаго желѣза или марганца, потому что эти сѣрнистыя соединенія вполне разложимы кис-  
лотами.

2) что углеродъ (или марганецъ) имѣетъ вліяніе на количество опре-  
дѣляемой сѣры (какъ это видно изъ сравненія чиселъ до и послѣ обезуг-  
лероживанія).

### § 4 Жѣлезо, углеродъ и фосфоръ.

А. Мы только что видѣли относительно сѣры, что при раствореніи стали въ хлористо-водородной кислотѣ, осажденное серебро не вполне на-  
ходится въ сѣрнистомъ соединеніи. Уклоненія эти становятся еще болѣе чувствительными и могутъ сдѣлаться огромными, если замѣнить азотно-кис-  
лый растворъ серебра амміачнымъ. При этихъ условіяхъ излишекъ вѣса за-  
виситъ отъ металлическаго серебра, возстановленнаго фосфористымъ водоро-  
домъ, по уравненію:



<sup>1)</sup> Archives du laboratoire du Creusot, 1878.

<sup>2)</sup> Annales de chimie et de physique, 5-e serie, V, 174.



(откуда выводять, что 1 часть фосфора, въ состояніи фосфористаго водорода, осаждаетъ 27,9 серебра).

Мы опредѣляли количество возстановленнаго серебра, т. е. количество фосфористаго водорода, выдѣляемаго цѣлымъ рядомъ очень различныхъ продуктовъ.

Ниже помѣщены результаты, полученные при раствореніи 4 грам. каждаго металла въ 35 куб. сант. хлористоводородной кислоты, концентрированной и прогрессивно нагреваемой до полного растворенія.

Исслѣдовавшіеся металлы.	Химическій составъ.					Количество фосфора, выдѣляющагося въ видѣ $\text{PH}_3$ и вычисленнаго по возстановленному серебру.
	C	Mn	Si	S	P	
1. Бессемеровская сталь до прибавленія зеркальнаго чугуна . . . . .	"	"	"	"	0,065	0,044
2. Тоже послѣ прибавленія . . . . .	"	"	"	"	0,065	0,028
3. Основная сталь до приб. зерк. чугуна . . . . .	"	"	"	0,038	0,046	0,03
4. Тоже послѣ прибавленія . . . . .	"	"	"	0,022	0,046	0,018
5. Мартеновская сталь до приб. зерк. чугуна . . . . .	"	"	"	"	0,033	0,022
6. Тоже послѣ прибавленія . . . . .	0,49	0,37	0,075	0,024	0,041	0,014
7. Тоже закаленная . . . . .	0,49	0,37	0,075	0,024	0,041	0,013
8. Весьма мягкая красномолкая сталь . . . . .	0,18	0,10	"	0,06	0,07	0,049
9. Алмазная сталь № 1 . . . . .	1,17	0,18	0,44	0,018	0,033	0,005
10. Обыкновенная бессемеровская сталь № 3186 . . . . .	0,50	0,59	0,11	0,042	0,065	0,03
11. Обыкновенная бессем. сталь № 3187 . . . . .	0,49	0,74	0,23	0,022	0,065	0,026
12. Необработанное желѣзо . . . . .	"	"	"	"	0,055	0,041
13. Перегрѣтое Мозельское желѣзо, находящееся въ псевдокристаллахъ . . . . .	0,11	слѣды	0,058	0,033	0,81	0,147
14. Зеркальный чугуны . . . . .	4,00	19,84	"	"	0,145	0,004
15. Основной бессемеровскій чугуны . . . . .	3,00	2,16	1,71	0,13	2,50	0,0037
16. Рафинированный мозельскій чугуны . . . . .	3,00	0,07	0,37	0,48	1,75	0,038

Эта таблица ясно показываетъ, что нѣтъ никакого отношенія между полнымъ содержаніемъ фосфора и дробью, помѣщенной надъ формулою  $\text{PH}_3$ ; послѣдняя величина скорѣе зависитъ отъ содержанія углерода; дѣйствительно, самые фосфористые чугуны отдѣляютъ фосфористый водородъ въ ничтожномъ количествѣ, между тѣмъ какъ мягкое желѣзо и сталь даютъ его, при тѣхъ же обстоятельствахъ, въ количествахъ относительно значительныхъ; одна и та же сталь выдѣляетъ болѣе фосфористаго водорода послѣ обезуглероживанія нежели послѣ новаго обуглероживанія; марганецъ не оказываетъ вліянія, потому что какъ зеркальный чугуны, такъ и чугуны мозельскій относятся совершенно одинаково.

Часть фосфора оказывается соединившеюся съ жельзомъ, съ которымъ она составляетъ фосфористое соединеніе, разлагаемое отчасти хлористоводородной кислотой, <sup>1)</sup> между тѣмъ какъ остальное количество его вхо-

<sup>1)</sup> Количество выдѣленнаго  $\text{PH}_3$  измѣняется, при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ, вмѣстѣ съ концентраціей кислоты.

дитъ въ сложное соединеніе съ углеродомъ отжсга или, иначе говоря, углеродомъ цемента.

Б. Способъ Уэйля даетъ подобныя же результаты.

Если опредѣлять количество фосфора въ остаткѣ, отдѣленномъ по способу Уэйля, то найдемъ, для выше разсмотрѣнныхъ образцовъ (гл. II, §§ 1, Б), слѣдующіе результаты:

Сталь.	Прокованная и охлажденная безъ предосторожностей.	Прокованная и отожженная.	Закаленная въ холодной водѣ.	Закаленная и отпущенная.	Средняя.
Сухой остатокъ. . . . .	3,31	4,11	1,62	4,14	
Фосфоръ опредѣленный на 100 частей сухаго остатка. . .	0,84	0,64	1,92	0,76	
Фосфоръ, вычисленный на 100 частей стали. . . . .	0,028	0,026	0,031	0,031	0,029

Среднее содержаніе фосфора одной и той-же стали равно 0,04, а выдѣленного въ формѣ  $\text{PH}^3$ —только 0,0135 (№№ 6-й 7-й предыдущей таблицы).

Такимъ образомъ остатокъ, выдѣленный по способу Уэйля, содержитъ, для разсматриваемаго металла, около  $\frac{3}{4}$  всего количества фосфора, тогда какъ хлористоводородная кислота выдѣляетъ остальное его количество въ видѣ фосфористаго водорода. Совокупность этихъ фактовъ и фигурная форма цемента даютъ намъ право заключить, съ довольно большою вѣроятностью, что фосфоръ подраздѣляется между ядромъ клѣточки и ея оболочкой. Въ чугунахъ почти все количество находится въ оболочкѣ, потому что хлористоводородная кислота выдѣляетъ его въ весьма ничтожномъ количествѣ; въ разныхъ же сортахъ желѣза, на оборотъ, значительная часть его входитъ въ ядро или, по крайней мѣрѣ, имѣетъ независимое существованіе.

Deshayes и Уудкокъ приписываютъ фосфору вліяніе на результаты, получаемые по способу Эгерца; но оба эти наблюдателя не согласны въ признакахъ этого вліянія. Прямая и косвенныя причины, оказывающія вліяніе на состояніе углерода и, вслѣдствіе этого, на окрашиваніе азотнокислыхъ растворовъ, въ дѣйствительности настолько многочисленны, что подобное противорѣчіе не имѣетъ въ себѣ ничего удивительнаго.

Въ фосфористомъ желѣзѣ и въ основной бессемеровской стали, взятой послѣ обезуглероживанія и передъ процессомъ передуванія (sursoiflage), способъ Уэйля выдѣляетъ черный осадокъ, который горитъ ниже  $100^\circ$  и состоитъ частью изъ блестящихъ блестокъ, разлагающихъ воду, частью изъ аморфнаго клееобразнаго вещества; анализъ находитъ въ немъ,—кромѣ небольшого количества углерода,—желѣзо, фосфоръ, воду и кислородъ.

Этотъ любопытный осадокъ заслуживаетъ болѣе тщательнаго изученія.



Онъ служить для насъ признакомъ того, что извѣстное фосфористое соединеніе желѣза можетъ играть въ клѣточкѣ, при недостаткѣ углерода, роль клѣточной оболочки, которая, при обыкновенныхъ обстоятельствахъ, состоитъ изъ углеродистыхъ соединеній.

### § 5. Желѣзо, углеродъ и марганецъ.

Марганецъ, по Трусту и Готфѣйлю, образуетъ съ углеродомъ соединеніе, составленное съ большимъ выдѣленіемъ теплоты и слѣдовательно очень прочное. Вслѣдствіе этого, было бы вполне естественно найти въ чугунахъ и сталяхъ углеродистыя соединенія, которыя содержатъ этотъ металлъ.

Однако многочисленные опыты показали намъ, что марганецъ распределенъ въ отливкахъ стали съ замѣчательнымъ однообразіемъ, тогда какъ углеродъ, сѣра и фосфоръ сосредоточиваются вверху, вслѣдствіе хорошо извѣстнаго явленія ликваціи <sup>1)</sup>. Еслибы въ желѣзѣ углеродъ былъ соединенъ съ марганцемъ, то оба бы они должны были увеличиваться или уменьшаться одновременно, что однако не встрѣчается.

Марганецъ не скопляется также и въ остаткахъ, получаемыхъ по способу Уэйля. Семь опредѣленій дали намъ въ этихъ остаткахъ среднимъ числомъ 0,75 процента для стали, которая содержала его 0,37 проц.; подобная концентрація весьма незначительна и имѣетъ, какъ мы увидимъ далѣе, болѣе тѣсное соотношеніе съ концентраціей сѣры, нежели съ концентраціей углерода. Отношеніе желѣза къ марганцу для зеркальныхъ чугуновъ изъ С. Луи, круглымъ числомъ, было отъ 9—1 въ цементѣ и отъ 10—1 въ металлѣ. Въ цементѣ бессемеровскаго чугуна съ 3,84 проц. марганца содержалось только 0,90 на 18,40 желѣза.

Такимъ образомъ извѣстные факты опровергаютъ существованіе въ чугунахъ и сталяхъ особыхъ соединеній марганца и углерода и, при отсутствіи кремнія и сѣры, показываютъ намъ это тѣло однообразно раствореннымъ въ массѣ желѣза, съ которымъ оно образуетъ однородный сплавъ.

### § 6. Желѣзо, углеродъ, кремній и сѣра.

А. Кольсонъ, <sup>2)</sup> изучая дѣйствіе сѣрнистаго углерода на кремній, открылъ сѣрнистыя соединенія:  $\text{SiS}$  и смѣсь  $\text{Si}^4\text{C}^4\text{S}$ . Онъ указалъ, что въ этихъ тѣлахъ, и въ нѣкоторыхъ другихъ того же свойства, сѣра четырехатомна, а углеродъ не можетъ быть обнаруженъ обыкновенными путями. Является во-

<sup>1)</sup> См. труды Снелуса, помѣщенные въ отчетахъ Iron and Steel Institute, Revue universelle des mines et de la metallurgie, 2-e serie XI, 693.

<sup>2)</sup> Comptes rendus, XCIV, 1526.

прось, не были ли получены нечаянно эти новыя соединенія при металлургическихъ процессахъ, такъ какъ образованія ихъ достигли сухимъ путемъ и при высокой температурѣ? Это не невозможно и работа Кольсона заслуживаетъ полнаго вниманія заводскихъ химиковъ.

### § 7. Желѣзо, углеродъ, кремній и марганецъ.

Трусть и Готфѣйлъ, на калориметрическіе опыты которыхъ мы ссылались такъ часто, показали, что марганецъ образуетъ съ кремніемъ очень прочное соединеніе, тогда какъ соединенія, соотвѣтствующія желѣзу, получаютъ съ незначительнымъ выдѣленіемъ теплоты.

Термохимическіе опыты даютъ возможность предугадать образованія кремнистаго марганца въ чугуны и стали и эта догадка подтверждается слѣдующими знаменательными фактами:

1) Піонъ, главный начальникъ доменныхъ печей въ Крезе, передалъ намъ въ январѣ 1881 года оплакованныя чешуйки, найденныя имъ на поверхности бesseмеровскаго чугуна. Составъ ихъ былъ слѣдующій:

Кремнезема . . . . .	34,90
Глинозема . . . . .	3,70
Извести . . . . .	0,00
Закиси марганца . . . . .	56,07
Закиси желѣза . . . . .	3,82
Фосфорной кислоты . . . . .	0,13
Сѣры . . . . .	3,14
	<hr/>
	101,76
Вычитая кислородъ соотв. S. . . . .	1,57
	<hr/>
	100,19

Подобныя чешуйки происходятъ, вѣроятно, отъ ликвиціи сѣры и кремнистаго марганца; кремнистый марганецъ, дойдя до поверхности, окислился.

2) Извѣстно, что марганецъ отбѣливаетъ чугуны; образованіе кремнистаго марганца очень хорошо объясняетъ это явленіе, потому что часть кремнія въ этомъ случаѣ связывается и перестаетъ вытѣснять углеродъ изъ его соединенія съ желѣзомъ.

3) Фазы процесса Бессемера; литая сталь до прибавленія зеркальнаго чугуна содержитъ въ себѣ кремній и марганецъ въ количествахъ, отношеніе между которыми довольно постоянно во все время хода процесса.

Способъ Уэйля не даетъ въ остаткѣ скопленій кремнистаго марганца.

Примѣры:

		Мартеновская сталь отпу- щенная (уже изученная).	Бессемеровскій чугунъ до 8,60 ч. на 100 цемента.
Примѣры	Цементнаго. { на 100 ч. цемента. . . . . 0, 13 { на 100 ч. металла (вычислено). . . . . 0,005	3 согласныхъ опредѣленія различными способами, среднее которыхъ дало 3,82 цемента на 100 стали	12,85
	металлическаго на 100 ч. . . . . 0,075		1,11
			2,20



		Маруеновская сталь отпу- щенная (уже изученная).		Бессемеровскій чугуны до 8,60 ч. на 100 цемента.	
		на 100 ч. цемента. . . . .	0,75	Среднее изъ 6 различныхъ опредѣлений дало 3,95 це- мента на 100 стали.	0,90
Марганца	Цементнаго.	на 100 ч. металла (вычислено).	0,029		0,079
	Металлическаго . . . . .		0,37		3,84

Отсюда видно, что локализовать въ оболочкѣ клѣточки кремнистый марганецъ очень трудно; ликвиція этого тѣла не позволяетъ также считать его однообразно распредѣленнымъ въ ядрѣ; всего вѣроятнѣе онъ представляетъ независимое соединеніе, сохраняющее свою индивидуальность, подобную индивидуальности кристаллическаго минерала, заключеннаго въ горной породѣ.

### § 3. Желѣзо, углеродъ, сѣра и марганецъ.

Сѣрнистый марганецъ осаждается . . . . .  $MnS=43,5$   
съ выдѣленіемъ . . . . . 22,6 кал.  
Сѣрнистое желѣзо . . . . .  $FeS=44, -11,9$  кал.

По Трусту и Готфѣйлю: <sup>1)</sup>

Сѣрнистое желѣзо до 1,8 ч. на 100 сѣры выдѣляетъ на граммъ,  
когда растворяютъ въ двухлористой ртути . . . . . 810 кал.  
Сѣрнистое желѣзо до 5,4 S, при тѣхъ же самыхъ условіяхъ. . . 840 кал.  
И желѣзо, когда оно продолжаетъ выдѣляться одно . . . 810 и 780

Такимъ образомъ сѣрнистое желѣзо образуется съ поглощеніемъ теплоты, тогда какъ сѣрнистый марганецъ, съ трудомъ разлагаемый хлористою ртутью, представляетъ весьма прочное соединеніе.

Отсюда ясно, что металлургическая практика для кремнія вполне подтверждаетъ указанія термохиміи. Употребленіе марганца какъ средства, выдѣляющаго сѣру при доменной, пудлинговой и тому подобныхъ операціяхъ, настолько часто и успѣшно, что было бы вполне излишне ссылаться на доказательства, находящіеся въ металлургической литературѣ.

Въ конверторѣ Бессемера прибавленіе зеркальнаго чугуна заставляетъ извѣстное количество сѣры переходить въ шлакъ.

Мы нашли (§ 7) въ чешуйкахъ, образовавшихся на поверхности очень чистыхъ чугуновъ, совмѣстныя скопленія марганца, кремнія и сѣры. Можно было бы сослаться на много другихъ примѣровъ, аналогичныхъ этому.

Сѣрнистый марганецъ находится въ остаткѣ, полученномъ по способу Уэйля.

<sup>1)</sup> Comptes rendus, LXXXI, 1263.

Примѣры:

		Мартеновская сталь отпущен. (уже изуч.) до 3,95 цемента.	Бессемеровскій чугунъ до 8,60 цемента.
{ Цементнаго	на 100 цем. (5 опр.). . . .	0,28	0,33
	на 100 мет. (выч.). . . .	0,011	0,028
	металлическаго на 100 (найдено) . . . .	0,024	0,048
{ Цементнаго	на 100 цем. (6 опр.). . . .	0,75	0,90
	на 100 мет. (выч.). . . .	0,029	0,078
	металлическаго на 100 (найдено) . . . .	0,37	3,84

Анализъ находить въ этихъ остаткахъ почти половину всей сѣры. Въ другомъ мѣстѣ мы видѣли, что марганецъ не имѣлъ никакой связи съ углеродомъ и кремніемъ; что же касается фосфора, то металлъ не образуетъ съ нимъ какого нибудь фосфористаго соединенія, и, такимъ образомъ, остается соединеніе „сѣрнистаго марганца“, на которое указываютъ и опытъ и наблюденіе. Мы не будемъ пытаться вывести химическую формулу для полнаго состава электролитическаго остатка и остановимся только на слѣдующемъ выводѣ: въ чугунахъ и въ различныхъ сортахъ стали значительная часть сѣры соединяется съ марганцемъ и локализуется въ цементѣ.

### § 9. Желѣзо, углеродъ, фосфоръ и марганецъ.

Въ то время какъ кремній и сѣра образуютъ съ желѣзомъ соединенія, гораздо менѣе прочныя, нежели соединенія тѣхъ же тѣлъ съ марганцемъ, образованіе фосфористаго желѣза происходитъ при значительномъ выдѣленіи теплоты.

Трустъ и Готфѣйль находятъ, что фосфористое желѣзо, содержащее 5 проц. фосфора, выдѣляетъ, при раствореніи въ двухлористой ртути, на каждый граммъ 790 калор., а сталь, содержащая 10 проц.,—480 к.; фосфористое соединеніе марганца разлагается очень трудно. Нѣтъ ни одного достовѣрнаго металлургическаго факта, который указывалъ бы на прямое дѣйствіе марганца на фосфоръ; въ цементѣ, изолированномъ по способу Уэйля, гдѣ находится большая часть фосфора, совсѣмъ не оказывается фосфористаго марганца; сталь Томаса, взятая передъ процессомъ передуванія и содержащая:

$$C=0,15 \quad S=0,05 \quad Ph=1,28 \quad Mn=0,91$$

дала намъ въ цементѣ: 21,6 фосфора, 16,60 желѣза и 0,00 марганца, что кажется можетъ служить вполне убѣдительнымъ доказательствомъ вышеизложеннаго соображенія.

Такимъ образомъ, марганецъ не замѣщаетъ желѣза въ фосфористыхъ соединеніяхъ, и его присутствіе въ желѣзѣ нисколько не измѣняетъ тѣ соображенія, которыя мы уже высказали въ § 4 этой главы.



## § 10. Желѣзо, углеродъ, кремній, сѣра, фосфоръ и марганецъ.

Въ слѣдующей таблицѣ мы помѣщаемъ всѣ результаты, которые мы могли собрать въ этомъ отношеніи.

### Анализъ чугуна и стали.

	К л ь т о ч к а .		Пезависимые элементы.
	Ядро.	Оболочка.	
Fe	Составляетъ основаніе ядра, являясь въ видѣ грубо-полиэдрическихъ грануляцій. Разновидность $\alpha$ преобладаетъ въ сортахъ отпущенной стали. Разновидность $\beta$ получается вслѣдствіе закаливанія и обработки въ холодномъ состояніи; количество ея зависитъ отъ содержанія углерода и энергіи видоизмѣняющихъ причинъ.	Оболочка состоитъ изъ желѣза, находящагося въ соединеніи съ углеродомъ и другими металлами.	—
C	Углеродъ закала вѣроятно растворенъ въ желѣзѣ, но ни въ какомъ случаѣ не соединенъ съ нимъ; углеродъ отжига соединяется съ желѣзомъ и потомъ переходитъ въ оболочку; въ чугунахъ послѣдній, оставляя ядро, превращается въ графитъ.	Углеродъ отжига соединяется съ желѣзомъ, образуя съ нимъ одинъ или нѣсколько недостаточно опредѣленныхъ въ настоящее время карбуровъ, которые составляютъ главнымъ образомъ оболочку.	Графитъ.
Si	Кремній при отсутствіи марганца какъ и углеродъ и замѣняетъ послѣдній.	играть, кажется, ту-же самую роль,	Въ присутствіи марганца образуетъ кремнистый марганецъ?
Ph	Фосфоръ образуетъ фосфористое желѣзо, отчасти разлагаемое соляной кислотой съ выдѣленіемъ фосфористаго водорода.	Образуетъ фосфористое или фосфуглеродистое желѣзо, неразлагаемое соляной кислотой.	Фосфористое желѣзо?
S	—	Въ присутствіи марганца образуетъ сѣрнистый марганецъ, въ противномъ же случаѣ—сѣрнистое желѣзо.	—
Mn	Когда марганецъ находится въ избыткѣ относительно кремнія и сѣры, то однообразно смѣшивается съ желѣзомъ.	—	—

Желѣзо обладаетъ также цементомъ, аналогичнымъ цементу стали, но, обыкновенно, болѣе рѣдкимъ, потому что содержаніе углерода всегда въ

цемъ незначительно и форма его болѣе однообразна. Элементы, которые легко окисляются (кремній и марганецъ), никогда не находятся въ немъ въ свободномъ состояніи.

Кромѣ того, шлакъ, находящійся внутри желѣза, образуетъ въ немъ вторую оболочку, наиболѣе характеризующую пудлинговые металлы, и составляетъ сѣтку меньшаго сопротивленія, присутствіе которой легко обнаруживается при изломѣ, скручиваніи, сгибаніи и дѣйствіи кислотъ <sup>1)</sup>.

### ГЛАВА III.

#### Теоретическое объясненіе данныхъ опыта.

До сихъ поръ мы только описывали и группировали результаты опытовъ, но не добирались до ихъ происхожденія и не распространяли заключеній за границы наблюденій.

Между тѣмъ нужно признаться, что знакомство со сталью очень и очень неполно. Мы считаемъ нужнымъ и полезнымъ передъ рѣшеніемъ неразрѣшенныхъ еще проблемъ объяснить разбросанные факты и привести ихъ къ небольшому числу общихъ причинъ и простыхъ предложеній.

*А. Возможная причина измѣненій состоянія углерода, происходящихъ въ углеродистыхъ сортахъ желѣза, предполагаемыхъ свободными отъ другихъ элементовъ.* Въ настоящее время вполне установлено, что въ стали, нагрѣтой до красна и медленно охлажденной, большая часть углерода химически соединяется съ желѣзомъ (гл. II, §§ 1, 1 часть), съ другой стороны также установлено, что извѣстные металлургическіе продукты заключаютъ въ себѣ свободный углеродъ. Не говоря уже объ сѣрыхъ чугунахъ, гдѣ присутствіе кремнія обуславливаетъ присутствіе графита, мы напомнимъ читателю интересный опытъ Форкиньюпа <sup>2)</sup>, когда онъ, нагрѣвая въ пустомъ пространствѣ, при 900°—1000°, бѣлый чугунъ, опредѣлилъ въ немъ образованіе *невидимаго* (invisible) графита.

Такимъ образомъ, если углеродъ можетъ переходить изъ состоянія углеродистаго желѣза въ состояніе свободного углерода, то нужно допустить, что углеродистое желѣзо разлагается при извѣстной температурѣ и освобождаетъ при этомъ часть углерода, которая, переходя въ форму графита, сохраняетъ свою новую индивидуальность.

Если образованіе графита, видимаго или невидимаго, не всегда происходитъ въ бѣлыхъ чугунахъ и стали, то это только доказываетъ, что оно требуетъ извѣстныхъ условій; но достаточно достигнуть этого образованія

<sup>1)</sup> Ле Шателье, изолируя этотъ шлакъ хлоромъ, имѣлъ возможность изучить роль, которую онъ играетъ при образованіи волоконъ. (Comptes rendus I.XXXII, 1057).

<sup>2)</sup> Comptes rendus, XCIX, 237.



при извѣстныхъ обстоятельствахъ, чтобы имѣть уже полное право считать очень вѣроятной диссоціацію углеродистаго желѣза при возвышенныхъ температурахъ.

Мы говоримъ, диссоціація, а не разложеніе, потому что дѣло идетъ о явленіи возвратномъ; по общему правилу явленій диссоціаціи и въ этомъ случаѣ, послѣ каждаго новаго разогрѣванія, за которымъ слѣдуетъ медленное охлажденіе, углеродъ снова находятъ въ первоначальной формѣ углеродистаго желѣза. Но когда углеродъ принимаетъ, благодаря средѣ или свойствамъ горючаго, форму графита, то часть его можетъ избѣгнуть обратнаго соединенія съ желѣзомъ. Такимъ образомъ, понятіе о диссоціаціи, по крайней мѣрѣ, доставляетъ очень простое объясненіе перемѣнъ состоянія углерода.

Дѣйствительно, если углеродистое желѣзо диссоціируетъ при извѣстной температурѣ <sup>1)</sup>, то при внезапномъ охлажденіи стали, нагрѣтой до температуры высшей, закаливаніе будетъ играть ту-же роль, какую играютъ горячія и холодныя трубы Сенъ Клеръ Девиля при раздѣленіи диссоціированныхъ газовъ. Закаливаніе въ этомъ случаѣ заставитъ элементы сохранить то состояніе, въ которомъ оно ихъ захватило и, вслѣдствіе этого, свободный углеродъ явится въ видѣ углерода закала. Такимъ образомъ, вполнѣ естественно, что мы и Абель и Дирингъ могли получить изъ закаленной стали, помощью разныхъ способовъ, только весьма небольшое количество углеродистаго желѣза. Отсюда также вполнѣ понятно, что проковываніе въ холодномъ состояніи, дѣйствующее при обыкновенной температурѣ, не можетъ имѣть и дѣйствительно не имѣетъ никакого вліянія на состояніе углерода.

Намъ вполнѣ справедливо могутъ возразить, что углеродъ закала, который мы считаемъ свободнымъ, имѣетъ довольно странныя свойства: онъ исчезаетъ въ холодномъ растворѣ двухромистокислаго кали, къ которому прибавлено 5 частей по объему сѣрной кислоты; онъ растворяется въ азотной кислотѣ плотностью 1,20 и даже гораздо болѣе разбавленной; онъ соединяется съ водой, подобно углероду отжеса, при раствореніи желѣза въ соляныхъ реактивахъ.

Такимъ образомъ, нужно предположить существованіе особой, еще неизвѣстной разновидности углерода и приписать ему всѣ вышеозначенныя свойства. Это самая смѣлая часть нашей гипотезы. Но мы можемъ, для подтвержденія вѣроятности нашей гипотезы, прибѣгнуть къ авторитету Бертелло <sup>2)</sup>, который, для объясненія образованія нѣкоторыхъ эндотермическихъ и въ то-же время очень прочныхъ соединений, былъ принужденъ допустить существованіе особаго сгущеннаго углерода, одареннаго энергіей, достаточ-

<sup>1)</sup> Кажется диссоціація начинается съ голубаго цвѣта.

<sup>2)</sup> Изслѣдованіе состояній углерода, Ann. de chimie et de phys. 4-e serie, XIX, 392.

ной для того, чтобы прямо и съ выдѣленіемъ теплоты соединиться съ водородомъ и азотомъ. Для связи столь различныхъ предположеній, какъ наша гипотеза и гипотеза Бертелло, мы приведемъ здѣсь сущность заключенія Форкинсона <sup>1)</sup>, который нашелъ, что водородъ и азотъ, находящіеся въ стали и чугунахъ, при красномъ каленіи непосредственно соединяются съ углеродомъ и даютъ углеродистый водородъ и синеродъ.

Другія соображенія также могутъ привести къ подобной же мысли относительно природы углерода закала. Мы знаемъ, что въ необработанной стали углеродистое желѣзо вѣклѣточное, тогда какъ углеродъ закала, напротивъ, внутрикѣлочный, т. е. распространенъ по всей металлической массѣ. Такое различіе предполагаетъ, что углеродъ, начиная съ температуры, при которой закаливаніе начинаетъ обнаруживать свое дѣйствіе, обладаетъ движеніемъ, проявляющимся, напримѣръ, при цементации желѣза и другихъ аналогичныхъ явленіяхъ. Это движеніе нельзя приписать растворенію углеродистаго желѣза въ избытокъ свободнаго желѣза, потому что углеродистое желѣзо стремится вполне исчезнуть изъ закаленной стали <sup>2)</sup>.

Такимъ образомъ, гипотеза наша оказывается достаточно вѣроятной, и если намъ позволить приложить обыкновенные законы диссоціаціи къ углеродистому желѣзу, то полоса стали, накаливаемой до красна, *будетъ, по нашему мнѣнію, одновременно содержать желѣзо въ избытокъ, одно или нѣсколько углеродистыхъ соединений желѣза и свободный углеродъ.*

По мѣрѣ того, какъ будутъ все болѣе и болѣе повышать температуру, количество не диссоциировавшаго углеродистаго желѣза будетъ уменьшаться, количество свободнаго углерода увеличиваться и, при всякой температурѣ, стремиться къ состоянію равновѣсія, которое будетъ или не будетъ достигнуто, смотря по тому будетъ или не будетъ разсматриваемая температура поддерживаться достаточно долгое время. Если, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, растворимость углерода, который не можетъ растворяться въ твердой однородной средѣ, уступить его стремленію къ диссоціаціи, то диссоціація сдѣлается полнымъ разложеніемъ, и нерастворимый свободный углеродъ принужденъ будетъ принять новую форму, и именно форму графита. Maximum обуглероживанія чугуновъ будетъ тогда соответствовать растворимости углерода въ банѣ, находящейся при температурѣ горна доменныхъ печей; можно также найти равновѣсіе между окисляющими и восстанавливающими дѣйствіями, которыя существуютъ въ каждомъ поясѣ, но въ немъ незамѣтно ничего общаго съ образованіемъ опредѣленнаго углеродистаго соединенія.

<sup>1)</sup> Поименованная статья.

<sup>2)</sup> Возможно, что включенный водородъ играетъ нѣкоторую роль въ перемѣщеніи углерода. Мы замѣтили, что отпущенная въ водородѣ сталь относится къ азотной кислотѣ подобно стали закаленной.



*Б. Измѣненія состоянія желѣза и ихъ отношеніе къ измѣненіямъ состоянія углерода.* Во II главѣ (1, 2 часть) мы отнесли измѣненія желѣза  $\alpha$  въ желѣзо  $\beta$  къ двумъ обыкновеннымъ причинамъ.

Одна изъ этихъ причинъ состоитъ въ измѣненіи формы отъ дѣйствія удара и давленія при обыкновенной температурѣ,—причина настолько естественная, что можно найти и другія молекулярныя видоизмѣненія, происходящія при подобныхъ условіяхъ.

Вторая есть закаливаніе, которое также часто вызываетъ аллотропическое превращеніе; желѣзо, въ этомъ случаѣ, представляетъ ту особенность, что оно видоизмѣняется отъ закаливанія только тогда, когда присутствуетъ углеродъ, и, притомъ, тѣмъ полнѣе, чѣмъ содержаніе углерода значительнѣе. Это, безъ сомнѣнія, фактъ весьма любопытный, но онъ, однако, не единственный. Кальете <sup>1)</sup> показалъ, что желѣзо, получаемое помощью электролиза изъ раствора хлористаго желѣза, къ которому была прибавлена амміачная соль, содержитъ водородъ, сообщающій ему большую твердость и значительную возбуждательную (coercitive) силу. Водородъ дѣйствуетъ въ этомъ случаѣ на подобіе углерода закала. Вслѣдствіе этого, мы позволимъ себѣ сблизить эти два явленія и, тѣмъ болѣе, что изученіе закаленной стали показало намъ углеродъ, находящимся въ желѣзномъ тѣстѣ въ состояніи полного разсѣянія. Углеродъ и водородъ будутъ просто противодѣйствующими агентами, мѣшающими желѣзу, въ которомъ они находятся, принять обыкновенную форму равновѣсія и заставляющими его сохранять излишекъ теплоты.

*В. Генезисъ простой клѣточки.* Все сказанное не зависитъ отъ морфологическаго строенія стали, но самостроеніе представляетъ результатъ физико-химическихъ условій, которыя мы постараемся выяснитъ.

Положимъ, что мы имѣемъ массу расплавленной стали, которая недавно вылита въ форму; постепенное охлажденіе вызываетъ постепенное соединеніе диссоціировавшихъ желѣза и углерода, а послѣ этого и отвердѣваніе избытка свободнаго желѣза, плавящагося при температурѣ высшей, нежели его углеродистое соединеніе.

Какъ же совершается это отвердѣваніе? Мы могли подъ микроскопомъ разложить сталь на простыя клѣточки, ядра которыхъ, представляя небольшія грануляціи желѣза, являются первобытной анатомической единицей клѣточной ткани. Эти грануляціи можно сравнить съ „маленькими изотропическими сферами, которыя Фогельзангъ называетъ глобулитами и которыя онъ видѣлъ рожденными подъ микроскопомъ. Онъ ихъ принимаетъ за первыя проявленія кристаллическихъ силъ, стремящихся индивидуализировать какую нибудь субстанцію <sup>2)</sup>“. Этотъ общій фактъ можетъ считаться вѣр-

<sup>1)</sup> Comptes rendus LXXX, 319

<sup>2)</sup> Строки, помѣщенные между кавычками взяты изъ „Memoire sur les divers modes de structure des roches éruptives“ de M. Michel Lévy. Annales des mines, 7 serie, VIII, 350.

нымъ, какъ показываетъ опытъ, и для стали. Въ данномъ частномъ случаѣ, такіе глобулиты желѣза стремятся внутрь первоначальной жидкости, необходимо состоящей изъ углеродистаго желѣза и содержащей, кромѣ того, различныя соединенія желѣза съ металлоидами; глобулиты частью зацѣпляются за стѣнки уже отвердѣвшія, частью собираются на днѣ сосуда; тамъ, или вслѣдствіе своей собственной тяжести, или отъ давленія, производимаго сжманиемъ наружныхъ слоевъ, они придавливаются другъ къ другу и, такъ какъ они обладаютъ большею пластичностью при температурѣ, близкой къ точкѣ плавленія,—то взаимно обезображиваются и ограничиваются полиэдрическими поверхностями. Но, при меньшихъ мѣстныхъ давленіяхъ, грануляціи остаются смоченными своимъ, если такъ можно выразиться, *маточнымъ рассоломъ* (eau—mère), который распредѣляется тонкими слоями въ капиллярныхъ промежуткахъ.

При продолжающемся охлажденіи начнутъ выдѣляться и матеріалы втораго порядка: фосфористое желѣзо, кремнистый марганецъ и т. д., смотря по силѣ сродства и высотѣ точки плавленія. Наконецъ въ жидкомъ состояніи останется болѣе или менѣе сложная смѣсь, гдѣ преобладающимъ веществомъ обыкновенно бываетъ углеродистое желѣзо, которое, отвердѣвая въ свою очередь въ промежуткахъ между полиэдрическими глобулитами, соединяетъ ихъ въ одну массу: это цементъ.

Однако, углеродъ не весь еще, послѣ полного отвердѣванія, соединится съ желѣзомъ; часть его будетъ находиться въ свободномъ состояніи и можетъ остаться въ таковомъ, если сталь подвергаютъ закаливанію, или же вполне соединится съ желѣзомъ, если сталь медленно охлаждается. Возвращается ли, при этомъ соединеніи, углеродъ въ цементъ, который, вслѣдствіе этого, долженъ принять новую, болѣе обуглероженную форму, или же, напротивъ, онъ соединяется съ желѣзомъ внутри ядра, выдѣляющаго, по мѣрѣ образованія, углеродистое соединеніе желѣза,—это будутъ два предположенія, изъ которыхъ намъ кажется болѣе вѣроятнымъ послѣднее, хотя и оно требуетъ проверки.

*Г. Генезисъ сложной клѣтки.* Глобулиты, составляющіе ядро простой клѣтки, не представляютъ независимыя единицы. Фогельзангъ и минералогіи показали, какимъ образомъ изъ нихъ образуются высшія сцѣпленія, которымъ они дали названіе маргаритовъ (соединенія глобулитовъ по прямой линіи), кристалитовъ (правильное звѣздообразное расположеніе маргаритовъ), микролитовъ (послѣдовательное скопленіе кристаллитовъ, переходящихъ, говоря въ собственномъ смыслѣ, въ кристаллы <sup>1)</sup>). То же самое можно сказать и про желѣзо, представляющее агрегацію глобулитовъ въ дендритообразномъ строеніи, которое первый замѣтилъ г. Черновъ въ

<sup>1)</sup> По Michel Levy, упомянутая выше замѣтка.



центрѣ отливокъ, гдѣ онѣ являются видимыми и, если можно такъ выразиться, обсохшими, и которое ясно видно при вытравленіи гладкихъ сѣченій.

Хотя такія скопленія и маскируются обыкновенно остальной массой, но тѣмъ не менѣе онѣ существуютъ и даютъ возможность объяснить образование сложныхъ клѣточекъ. Фигура 2 и 3 (Таб. VI) не оставляютъ въ этомъ отношеніи никакого сомнѣнія.

Каждый глобулитъ или можетъ служить центромъ, къ которому притягиваются другіе, образующіеся послѣ него, или же самъ присоединяется къ скопленію, если встрѣчаетъ въ немъ силу, способную его привлечь.

Всякое дендрическое скопленіе стремится развернуться по тремъ прямоугольнымъ осямъ и дѣйствительно болѣе или менѣе разворачивается до тѣхъ поръ, пока ни встрѣтитъ сосѣдняго скопленія; тогда они оба ограничиваются одно отъ другаго нѣкоторою общюю поверхностью.

Но, между прочимъ, нужно замѣтить, что центръ скопленія, при началѣ своего образованія, можетъ или прикрѣпиться къ вполне уже отвердѣвшимъ стѣнкамъ, или же остаться плавающимъ въ жидкой средѣ, которая въ это время не имѣетъ надлежащей температуры для того, чтобы снова растворить это скопленіе. Отсюда являются два способа возрастанія.

Въ первомъ случаѣ (фиг. 12 Таб. VI), какъ видно изъ чертежа, извѣстное скопленіе, центръ котораго находится около  $\alpha$ , а границу его распространенія съ одной стороны представляетъ отвердѣвшая часть  $pq$ , будетъ стремиться развернуться по полукругу, имѣющему  $\alpha$  въ центрѣ; по сосѣднія съ нимъ скопленія, образующіяся около центровъ  $\beta$  и  $\gamma$  также возрастаютъ и мѣшаютъ ему правильно развиваться; вслѣдствіе этого происходитъ образование поверхности, направленной перпендикулярно къ стѣнкѣ формы или, если взять болѣе общее выраженіе, къ поверхности охлажденія. Такимъ образомъ, наружное строеніе стали въ видѣ призмъ, направленныхъ перпендикулярно къ поверхности охлажденія, становится вполне яснымъ и понятнымъ.

Во второмъ случаѣ плавающий центръ можетъ возрасти во всѣхъ направленіяхъ и вышеупомянутыя скопленія являются въ видѣ многогранниковъ.

Эти двѣ системы обыкновенно являются на практикѣ, и какъ видно онѣ легко объяснимы. Въ каждой отливкѣ, по мѣрѣ отвердѣванія (фиг. 13, Таб. VI), образуются три пояса:

1) *Твердый поясъ*, заключающійся между стѣнками формы и нѣкоторою плоскостью затвердѣванія  $pq$  и имѣющій температуру, лежащую ниже температуры плавленія.

2) *Затвердѣвающій поясъ*  $pq mn$ , температура котораго равна температурѣ плавленія и который состоитъ изъ сѣтчатого сплетенія возрастающихъ дендритовъ и промежуточной жидкости.

3) *Внутренній поясъ* за  $mn$ , представляющій жидкость, температура которой выше температуры плавленія; эта жидкость, какъ и всякая другая, охлаждающаяся снаружи, оживляется движеніями, которыя регулируютъ въ

ней температуру, вслѣдствіе чего мы и будемъ смотрѣть на послѣднюю какъ на одинаковую во всей массѣ.

Первый поясъ состоитъ изъ призмъ, которыя продолжаются и во второмъ. Но, вслѣдствіе общаго охлажденія массы, наступаетъ моментъ, когда внутренность отливки достигаетъ температуры отвердѣванія. Тогда внутри этой массы образуются центры скопленій, и такъ какъ они могутъ возрасти по всѣмъ направленіямъ, то и заставляютъ внутреннюю часть принять полиэдрическое строеніе.

Такимъ образомъ двойное строеніе стали, призматическое по окружности и полиэдрическое внутри, объясняется очень легко <sup>1)</sup>.

Физическія явленія отвердѣванія сопровождаются механическими явленіями, вызываемыми осѣданіемъ наружныхъ частей отвердѣвшей массы.

Барба математически доказалъ, что процессъ охлажденія слитковъ можетъ дѣлиться на два періода: одинъ, во время котораго наружная часть отливки охлаждается быстрѣе нежели внутренняя и, вслѣдствіе этого, происходитъ сжиманіе послѣдней; другой,—во время котораго внутренняя часть охлаждается быстрѣе нежели наружная, какъ бы подвергающаяся дѣйствию волоченія.

Попробуемъ соединить теперь эти оба ряда явленій, т. е. физическія и механическія и посмотримъ, что изъ этого выйдетъ.

Мы уже выше видѣли, какимъ образомъ сосѣднія скопленія взаимно ограничиваются неровными поверхностями и, вслѣдствіе этого, принимаютъ призматическія или полиэдрическія формы. Эти призмы и полиэдры представляютъ скопленія твердыхъ уже глобулитовъ, которые со всѣхъ сторонъ обволочены жидкимъ еще цементомъ. Если мы ихъ подвергнемъ давленію, какъ это дѣйствительно и происходитъ въ первый періодъ охлажденія, то мы заставимъ жидкій цементъ уйти снаружи отливки внутрь ея и при томъ между плоскостями противулежащими, которыя, представляя для него открытыя дороги, послѣ его ухода, примкнутъ одна къ другой; такимъ образомъ сложныя клѣточки втораго порядка явятся безъ оболочки.

Въ центральной части, отвердѣвающей безъ давленія, цементъ можетъ быть удаленъ только тяжестью самихъ полиэдровъ; впрочемъ и въ этомъ случаѣ рѣдко находятъ полиэдры, обладающіе ясными гранями, внутри слитковъ; сложныя клѣточки втораго порядка болѣе или менѣе соединяются здѣсь между собою и теряютъ, вслѣдствіе этого, опредѣленную индивидуальность (фиг. 3, Таб. VI) <sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Нѣтъ ничего легче какъ синтетически подражать такимъ формамъ, если сжать шары или цилиндры изъ какого нибудь пластичнаго тѣла. Посредствомъ свинцовыхъ шариковъ можно въ совершенствѣ воспроизвести форму полиэдровъ (фиг. 4, Таб. VI) пережатой стали (фиг. 5, Таб. VI), которые имѣютъ одинаковое происхожденіе съ полиэдрами литой стали.

<sup>2)</sup> Цементъ перемѣщается снаружи внутрь вслѣдствіе давленія, происходящаго отъ сжиманія отвердѣвшихъ слоевъ, а снизу вверхъ—вслѣдствіе своего меньшаго удѣльнаго вѣса; эти двѣ причины, дѣйствуя вмѣстѣ, стремятся собрать цементъ въ верхнюю центральную часть отливокъ. Отсюда



Образованіе сложныхъ клѣточекъ, состоящее изъ правильнаго возростанія около центровъ организаціи, происходитъ, какъ и всякій другой процессъ этого рода, при содѣйствіи необходимаго фактора—*времени*. Существуетъ извѣстная опредѣленная скорость охлажденія, при отсутствіи которой сложныя клѣточки или вовсе не образуются, или образуются очень несовершенно; вообще извѣстное геометрическое строеніе свободно проявляется только въ такихъ литыхъ болванкахъ стали, которыя имѣютъ достаточно высокую температуру.

По сую сторону такой скорости, образованіе сложныхъ клѣточекъ происходитъ легко и объемъ ихъ увеличивается по мѣрѣ того, какъ охлажденіе замедляется. Еслибы мы знали законъ охлажденія, то мы могли бы впередъ, помощью вычисленій, для каждой данной температуры опредѣлить размѣры сложныхъ клѣточекъ.

*Д. Заключение.* Изложеніе и разборъ опытовъ привели насъ къ четыремъ слѣдующимъ основнымъ принципамъ, точный смыслъ которыхъ, думаемъ мы, настолько выясненъ, что намъ достаточно здѣсь ихъ только перечислить:

- 1) образованіе простыхъ клѣточекъ;
- 2) образованіе сложныхъ клѣточекъ;
- 3) аллотропическое измѣненіе желѣза;
- 4) диссоціація углеродистаго желѣза.

Эти четыре принципа и составляютъ основу теоріи, которую мы предлагаемъ подъ названіемъ: теоріи клѣточного строенія стали.

## ГЛАВА IV.

### Общія свойства стали по клѣточной теоріи.

Теперь намъ остается, принимая во вниманіе клѣточную теорію, объяснить свойства стали, которыя мы еще не разсматривали, и главное явленіе, постоянно наблюдаемое при работѣ и опытахъ съ этимъ металломъ.

*А. Свойство стали въ нагрѣтомъ состояніи.* Въ третьей главѣ мы прослѣдили шагъ за шагомъ отвердѣваніе стали и генезисъ ея строенія. Теперь мы возьмемъ охлажденную уже болванку, которая на стальныхъ заводахъ должна подвергнуться проковыванію и прокаткѣ, и разогрѣемъ ее, начиная отъ температуры обыкновенной до точки плавленія. Нагрѣваніе

---

является накопленіе углерода, сѣры, фосфора, которые встрѣчаются внутри верхнихъ частей отливовъ и присутствіе которыхъ оправдываетъ употребленіе прибыли, по крайней мѣрѣ, при большихъ отливкахъ, охлаждающихся очень медленно.

можно раздѣлить на три періода, которые ограничиваются точками  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , Чернова <sup>1)</sup>).

*1-й періодъ.* Онъ продолжается отъ обыкновенной температуры до точки  $a$ , которую г. Черновъ характеризуетъ слѣдующимъ образомъ: „когда температура не превосходитъ  $a$ , сталь не принимаетъ закала“. Для насъ же  $a$  представляетъ такую температуру, при которой диссоціація углеродистаго желѣза пріобрѣтаетъ напряженіе, достаточное для своего проявленія въ физическихъ признакахъ. Во время этого періода, сталь замѣтно не отличается отъ той, какою она была при обыкновенной температурѣ. Однако Гюстонъ <sup>2)</sup> нашелъ, что сопротивленіе излому, отнесенное къ первоначальному сѣченію, значительно больше при 300 и 500 градусахъ, нежели при 10 градусахъ. Извѣстно также, что сталь между 225° и 350° обладаетъ замѣтною хрупкостью. Эти факты показываютъ, что въ этотъ моментъ происходитъ молекулярное измѣненіе желѣза. Ниже точки  $a$  молотъ и прокатная машина могутъ еще, при достаточномъ давленіи, измѣнять сталь, но только обработанную въ холодномъ состояніи. Впрочемъ изученіе вліянія холодной обработки будетъ разобрано въ своемъ мѣстѣ, когда мы будемъ говорить о свойствахъ стали, находящейся при обыкновенной температурѣ.

*2-ой періодъ.* Диссоціація углеродистаго желѣза, начавшаяся при  $a$ , продолжается согласно опредѣленному закону.

Здѣсь является вопросъ, происходитъ ли диссоціація непосредственно между элементарными или черезъ посредство ряда углеродистыхъ соединений, которыя, при быстромъ закалываніи, остаются въ стали. Вопросъ этотъ съ точностью рѣшить трудно. Невозможность отдѣлить какое нибудь хорошо опредѣленное соединеніе желѣза и углерода и многочисленность углеводородовъ, выделяющихся при дѣйствіи водородныхъ кислотъ, заставляютъ думать, какъ намъ кажется, о многочисленности углеродистыхъ соединений желѣза; впрочемъ это недостаточно выяснено. Кромѣ того, это обстоятельство не имѣетъ особаго значенія, потому что при существованіи даже одного углеродистаго соединенія измѣняться будетъ количество самаго цемента, въ противномъ же случаѣ,—содержаніе углерода въ цементѣ; окончательный результатъ въ обоихъ случаяхъ будетъ почти одинаковъ. Высшая температура  $b$  есть температура плавленія цемента.

Второй періодъ характеризуется возрастающей пластичностью клѣточного ядра и стремленіемъ оболочки къ тѣстообразному состоянію. Отъ предъидущаго онъ отличается химическимъ присутствіемъ свободнаго, находящагося въ растворенномъ состояніи, углерода, количество котораго увеличивается вмѣстѣ съ температурой. На практикѣ второй періодъ продолжается отъ темнокраснаго до вишневокраснаго каленія.

<sup>1)</sup> Loc. cit.

<sup>2)</sup> „Bulletin de l'association amicale des anciens élèves de l'École des mines“, 1878—79, p. 175, по даннымъ „Journal of the Franklin Institute“.



Если сталь, нагрѣтую до температуры, находящейся между  $a$  и  $b$ , внезапно охладить, то свободный углеродъ не будетъ имѣть времени снова соединиться съ желѣзомъ и останется въ состояніи углерода закала; желѣзо ядра отчасти перейдетъ въ состояніе  $\beta$ <sup>1)</sup>.

Если, напротивъ, охлажденіе будетъ происходить медленно, то свободный углеродъ снова соединится съ желѣзомъ и ядро останется или снова перейдетъ въ состояніе  $\alpha$ . Это будетъ случай отжиганія стали.

Конечно, на практикѣ, вслѣдствіе того, что охлажденіе никогда не происходитъ ни безконечно медленно, ни безконечно быстро,—углеродъ закала и углеродъ отжига, желѣзо  $\alpha$  и желѣзо  $\beta$  вообще всегда существуютъ вмѣстѣ, хотя ихъ относительныя количества и измѣняются весьма значительно.

Все вышесказанное не объясняетъ въ достаточной степени вліяніе отжиганія на литую необработанную сталь, нагрѣтую до-красна; вліяніе это чисто физическое; оно до извѣстной степени разрушаетъ сложныя вѣточки и заставляетъ свободный углеродъ, при продолжительномъ нагрѣваніи, медленно распространяться по всей массѣ; во время охлажденія, вокругъ каждаго ядра снова образуется углеродистое желѣзо, а вслѣдствіе этого и является цементъ въ такихъ мѣстахъ, гдѣ его прежде не было. Очевидно, такой процессъ недостаточенъ для того, чтобы получить, при помощи его одного, литую сталь надлежащихъ качествъ. Въ самомъ дѣлѣ, диффузія углерода, или внутренняя цементация, совершается, при температурѣ относительно низкой, весьма медленно, тогда какъ повышеніе температуры вызываетъ другія неудобства: часть не диссоциировавшаго цемента остается на мѣстѣ и увеличиваетъ неравномѣрность строенія стали.

Такимъ образомъ, посредствомъ простаго отжиганія, нельзя достигнуть достаточной однородности; необходимо, чтобы проковываніе и прокатка, перемеживая металлъ, механически кончили распредѣленіе цемента.

Этотъ взглядъ намъ кажется вполне доказаннымъ послѣ сравненія микрофотографіи Таб. VI-ой

Второй періодъ есть періодъ обработки стали, особенно той части, которая приближается къ точкѣ  $b$ , оставаясь вмѣстѣ съ тѣмъ нѣсколько ниже ея. Сталь, нагрѣтая до температуры, лежащей около  $a$ , обрабатывается только съ большимъ трудомъ и притомъ если она прокована уже въ холодномъ состояніи, нагрѣтая же до температуры, лежащей выше точки  $b$ , имѣетъ жидкій цементъ, который подъ давленіемъ и ударами вытекаетъ и оставляетъ поверхности наименьшаго сопротивленія, подобныя поверхностямъ литой стали.

<sup>1)</sup> Или же сохранить свое состояніе, если оно было приобретено при 300°.

Однако, несмотря на это, на практикѣ весьма часто приходится начинать работу при температурѣ, нѣсколько высокой, для того, чтобы скорѣе придти къ опредѣленной формѣ обрабатываемой болванки. Обработку нужно кончать при опредѣленной температурѣ, а иначе слишкомъ сильно нагрѣтая сталь легко можетъ измѣнить свое строеніе, придаваемое обыкновенно ей съ большимъ трудомъ. Мелкіе сорта, напримѣръ мягкое листовое желѣзо, кончаютъ обрабатывать обыкновенно при слишкомъ низкой температурѣ; но этотъ недостатокъ легко поправить новымъ отжиганіемъ.

*3-й періодъ.* Третій періодъ простирается отъ плавленія цемента до полного расплавленія стали. Вначалѣ этого періода можно еще, при надлежащихъ предосторожностяхъ, подвергать сталь обработкѣ, проковывая ее легкими соединяющими ударами. Въ противномъ же случаѣ, ядра, не имѣя связи между собою, будутъ скользить другъ по другу; цементъ вытечетъ и оставитъ одни желѣзные зерна безъ связи.

Какъ только цементъ расплавится, зерна желѣза будутъ повиноваться своимъ молекулярнымъ свойствамъ и, перемѣщаясь, образуютъ, если имъ дать время, новые скопленія и сростки.

Физическія условія въ этомъ случаѣ будутъ аналогичны тѣмъ, которыя мы нашли для внутренности болванокъ во время ихъ затвердѣванія, съ тою только разницею, что новое размѣщеніе станетъ совершаться тѣмъ медленнѣе и затруднительнѣе, чѣмъ точка отправленія охлажденія будетъ болѣе приближаться къ *b*. Кромѣ того, здѣсь происходитъ образованіе поліэдровъ, если надлежащая температура поддерживается достаточно долгое время; вслѣдствіе нѣсколько медленнаго охлажденія происходитъ давленіе верхнихъ ствердѣвшихъ слоевъ на внутреннія части, имѣющія температуру болѣе высокую, нежели *b*, и изгнаніе цемента изъ промежутковъ между поверхностями соприкосновенія; что и вызываетъ образованіе поліэдровъ. Проходя черезъ валки производитъ подобное же дѣйствіе на перегрѣтую сталь.

Такимъ образомъ объясняется наружный видъ такъ называемаго перегрѣтаго желѣза, два образчика котораго представлены на фигурахъ 4-й и 5-й. Одна изъ фигуръ представляетъ снимокъ съ натурального образца, а другая со слѣпка, полученнаго сдавливаніемъ свинцовыхъ шаровъ въ литейной формѣ. Если закалывать сталь между *b* и *c*, то цементъ, вслѣдствіе возрастающей диссоціаціи углеродистыхъ соединений, уменьшается въ количествѣ, количество желѣза  $\beta$  возрастаетъ и вновь образуются сложныя клѣтки; закаленный металлъ становится весьма твердымъ, но плотность его не увеличивается.

Для большей ясности, мы всѣ предыдущіе выводы собрали въ таблицу, сравниваемую съ діаграммой, предложенной г. Черновымъ, съ тѣмъ однако измѣненіемъ, что точки *b* и *c* у насъ не постоянны, а измѣняются или вмѣстѣ съ твердостью стали, или вмѣстѣ съ ея чистотой.



## По к л ѣ т о ч н о й т е о р і и.

## Діаграмма Чернова.

Состояніе цемента.	Твердый и хрупкій.	Не измѣняется, если употребляютъ отпущенную сталь, при закаленной же стали подвергается нагрыванію опредѣленно новому видоизмѣненію.	Твердый, потому тѣстообразный.	Жидкій.
Измѣненіе строения вѣдательна охладженіи.	Медленное вѣдательна быстрое.	Никакого. Никакого.	Зерна становятся правильнѣе, сложныя кѣточки стремятся къ уничтоженію. Принимаетъ закладку все болѣе и болѣе быструю.	Сложныя кѣточки образуются вновь. Металл является перепрѣтѣлымъ. Закаленный металл не увеличиваетъ своей плотности.
Механическая обработка.	Трудно проковывается; помалѣйшей слоистость.	Обрабатывается все легче и легче. (Нормальный помы работы).	Обработывается трудно, но возможно съ известными предосторожностями.	Невозможно.
Свариваніе.	Невозможно.	Минимое (аррагенте).	Послѣ свариванія.	Свариваніе легко, но практически не можетъ быть выношено.

Температура голубаго цѣта.

Начало диссоціаціи углеродистаго желѣза.

П л а в л е н і е ц е м е н т а.

П л а в л е н і е с т а л и.

1) Точка *b* и *c* измѣняются вмѣстѣ съ твердостью стали, потому что цементъ въ твердой стали будетъ въ зависимости отъ того, состоитъ ли онъ изъ одного опредѣленнаго углеродистаго соединенія или изъ смѣси нѣсколькихъ, будетъ ли онъ болѣе обуглероженъ или болѣе массивенъ, нежели въ стали мягкой. Въ первомъ случаѣ онъ будетъ плавиться при температурѣ болѣе низкой, а во второмъ—имѣть постоянную точку плавленія; но плавкость массы будетъ тѣмъ большая при одной и той же температурѣ, чѣмъ количество жидкихъ частей будетъ больше при этой же температурѣ. Такимъ образомъ точки *b* и *c* во всякомъ случаѣ понизятся, если содержаніе углерода увеличится.

2) Вмѣстѣ съ чистотой, потому что, при одинаковомъ содержаніи углерода, увеличеніе количества другихъ примѣсей, отлагающихся въ цементѣ, также понижаетъ точку плавленія.

Отсюда видно, что всѣ свойства стали, проявляемыя при нагрѣваніи, находятся въ зависимости отъ свойствъ цемента. Такимъ образомъ всякое тѣло, избирающее своимъ мѣстопробываніемъ цементъ, будетъ имѣть опредѣленное вліяніе на свойства стали. Такое вліяніе будетъ дурнымъ, если точка плавленія отъ этого понижается, потому что поясъ работы уменьшается при этомъ и группированіе глобулитъ начинается при болѣе низкой температурѣ. Подобнымъ образомъ дѣйствуютъ сѣра и фосфоръ, особенно вредные въ присутствіи значительнаго количества углерода, такъ какъ, въ этомъ случаѣ, вмѣстѣ съ увеличеніемъ количества цемента, понижается и точка плавленія.

Кромѣ того фосфоръ, кажется, образуетъ съ углеродистымъ желѣзомъ особое сложное соединеніе, которое неспособно диссоціировать; фосфористая сталь, послѣ закаливанія, увеличиваетъ свою твердость весьма незначительно.

Марганецъ, соединяясь съ сѣрой, нѣсколько уменьшаетъ ея дурное вліяніе; кромѣ того онъ кажется увеличиваетъ растворимость свободнаго углерода въ желѣзѣ и такимъ образомъ способствуетъ диссоціаціи углеродистаго желѣза; вслѣдствіе этого, дѣйствіе его на закалываніе совершенно противоположно дѣйствію фосфора.

Дальнѣйшее развитіе этихъ указаній, вполне достаточное для того, чтобы предвидѣть вліяніе примѣсей еще не изученныхъ, намъ кажется совершенно бесполезнымъ; мы ограничимся только указаніемъ, что въ пудлинговомъ желѣзѣ плакъ играетъ такую же роль, какъ цементъ въ стали.

*Б. Свойства стали при обыкновенной температурѣ.* Свойства стали при обыкновенной температурѣ зависятъ:

1) Отъ пластичности ядра, понимая подъ этимъ словомъ *minimum* давленія на единицу поверхности, отъ котораго ядро измѣняетъ свою форму или вытекаетъ, по удачному выраженію Треска;

2) Отъ сопротивленія, которое оболочка противопоставляетъ измѣненію ядра.



Пластичность ядра, въ свою очередь, зависитъ отъ относительныхъ количествъ желѣза  $\alpha$  и желѣза  $\beta$ , находящихся въ немъ смѣшанными. Желѣзо  $\beta$ , какъ мы видѣли, увеличивается вмѣстѣ съ содержаніемъ углерода, а, при одинаковомъ содержаніи послѣдняго, — съ энергіей закаливанія и холодной обработки.

Постороннія тѣла, которыя, подобно марганцу, увеличиваютъ твердость, возбуждающую силу, уменьшаютъ электропроводность и т. д., должны способствовать образованію желѣза  $\beta$  и, притомъ, или прямо, или облегчая диссоціацію углеродистаго желѣза.

При холодной обработкѣ, пластичность ядра не представляетъ единственнаго фактора, на который нужно обратить вниманіе: измѣненіе ядра предполагаетъ также и надлежащее измѣненіе оболочки. Оболочка же, заключая въ себѣ соединеніе желѣза съ углеродомъ и другими металлоидами, является весьма хрупкой и мало растяжимой; она противопоставляетъ движеніямъ своего содержимаго извѣстное сопротивленіе, которое зависитъ отъ ея толщины и ея химическаго состава.

Теперь, руководствуясь этими предварительными объясненіями, рассмотримъ свойства стали, проявляемые ею при обыкновенномъ случаѣ волоченія.

Подъ вліяніемъ возрастающей нагрузки, полоса подвергается продольному усилю и соотвѣтствующему ему поперечному давленію. Здѣсь намъ нечего сказать о періодѣ упругости, который свойственъ всѣмъ твердымъ тѣламъ.

Но, начиная съ нѣкотораго момента, подъ вліяніемъ нагрузки, называемой границей упругости, начинается періодъ постоянныхъ измѣримыхъ измѣненій. Мы уже сказали выше, что предѣлъ упругости можно опредѣлить какъ грузъ, подъ вліяніемъ котораго измѣняющееся ядро разрываетъ оболочку.

Но такъ какъ цементъ никогда не распределяется вполнѣ однообразно, то нѣкоторыя ядра, имѣющія оболочку болѣе мягкую, разрываютъ ее подъ давленіемъ относительно меньшимъ; другія же, имѣющія оболочку только съ одной или нѣсколькихъ сторонъ, измѣняются еще легче; отсюда происходятъ разрывы, видимые иногда на поверхности испытываемыхъ образцовъ, и трескъ, слышимый во время опытовъ; каждая клѣточка *имѣетъ свой собственный предѣлъ упругости*, и то, что называется предѣломъ упругости стали, представляетъ только сумму явленій, болѣе или менѣе неправильныхъ.

Съ другой стороны, давленіе ядра зависитъ отъ его температурнаго состоянія, а это состояніе измѣняется, въ свою очередь, вмѣстѣ съ холодной обработкой; каждое же измѣненіе производитъ на металлъ такое же дѣйствіе, какъ и холодная обработка, такъ что при дѣйствіи, которому подвергаются металлъ во время опыта, онъ становится тѣмъ менѣе пластиченъ, чѣмъ болѣе значительную работу онъ претерпѣлъ. Отъ этого и зависитъ тотъ фактъ,



что устанавливается постоянный рядъ равновѣсій подъ дѣйствіемъ возрастающихъ грузовъ, переходящихъ за предѣлъ упругости.

Разъ оболочка разорвана, ядро можетъ измѣняться свободно. Разрывы, происходящіе всегда по спаямъ, а не поперекъ ядеръ, являются въ томъ случаѣ, когда связь между ядромъ и оболочкой въ самомъ слабомъ сѣченіи уравнивается грузомъ. Кромѣ того, мы знаемъ, что наибольшій грузъ, отнесенный къ соотвѣтствующему сѣченію, весьма мало измѣняется съ твердостью стали.

Измѣненіе главнымъ образомъ зависитъ отъ пластичности ядра. Если эта пластичность настолько незначительна, что не допускаетъ измѣненія подъ грузомъ, который уравниваетъ связь ядра съ оболочкой, то происходитъ внезапный разрывъ и изломъ является зернистымъ. При большей пластичности, происходитъ измѣненіе и стягиваніе до тѣхъ поръ, пока сѣченіе не будетъ уменьшено и грузъ достигнетъ надлежащей для этого величины; ядра, при этомъ, принимаютъ форму веретенъ и изломъ является жилистымъ. Положимъ, что  $q$  есть полный грузъ, который можетъ выдержать полоса въ данный моментъ, при величинѣ площади сѣченія  $S$ .  $Q$  грузъ, вызывающій разрывъ и  $S$  абсолютный minimum сѣченія <sup>1)</sup>.  $R$  есть нѣкоторая постоянная величина, равная силѣ сцепленія ядра съ оболочкой,—силѣ, приходящейся на единицу поверхности.

Разрывъ произойдетъ тогда, когда

$$q = Q = SR$$

Явленія измѣненія, предшествующія этому равновѣсію, не имѣютъ съ нимъ ничего общаго; обычай относить наибольшій грузъ къ первоначальному сѣченію, хотя и можетъ дать на практикѣ полезные сравнимые результаты, въ теоріи не имѣетъ значенія.

Между прочимъ, замѣтимъ, что  $S$  не представляетъ строго всего измѣряемаго сѣченія, а только ту часть его, на которой дѣйствительно находится связь между ядрами и клѣточкой. Самъ цементъ всегда отчасти разрывается при опытахъ; кромѣ того, его можетъ не быть въ нѣкоторыхъ мѣстахъ и, притомъ, какъ при непрокованной стали, на очень большихъ поверхностяхъ, напр. поверхностяхъ соприкосновенія сложныхъ клѣточекъ; разрывающій грузъ, отнесенный къ первоначальному сѣченію, будетъ тогда очень невеликъ; точно также не будетъ высокъ и предѣлъ упругости, хотя ядра и имѣютъ возможность измѣняться въ такихъ поверхностяхъ соприкосновенія, не измѣняя оболочекъ.

Теперь понятно, отчего металлическія части, употребляемыя при постройкѣ машинъ и другихъ сооружений, никогда не должны выносить нагрузку, равную ихъ предѣлу упругости; такая нагрузка, при неблагоприятныхъ обстоятельствахъ и въ мѣстахъ, наиболѣе подвергающихся ея дѣйствию, начнетъ дѣло разрушенія.

<sup>1)</sup> Площадь сѣченія, уменьшившагося передъ разрывомъ,



Удары и сотрясенія, ведущіе за собой медленную дезорганизацію желѣза и стали, дѣйствуютъ подобнымъ же образомъ, но только посредствомъ ряда послѣдовательныхъ, частныхъ и мѣстныхъ, разрывовъ цемента, и, въ концѣ концовъ, заставляютъ металлъ обратиться въ родъ металлическаго песка, не имѣющаго связи.

Идеи, которыя мы только что развили, можно приложить не только къ продуктамъ металлургіи желѣза, но и ко многимъ другимъ веществамъ; только такое приложеніе увлекло бы насъ за предѣлы нашихъ опытовъ.

Уже въ томъ планѣ, который мы себѣ начертили, мы принуждены были оставить нѣкоторые пункты темными, а во многихъ случаяхъ прибѣгнуть къ помощи гипотезъ, могущихъ оказаться вѣрными или невѣрными, какъ и многія другія. Впрочемъ, такова уже участь всѣхъ оставленныхъ гипотезъ и теорій; оправданіе ихъ появленій состоитъ въ томъ, что онѣ вызываютъ новые опыты. Про нихъ можно сказать, что онѣ существовали не бесполезно въ томъ случаѣ, если онѣ оставили факты, послужившіе къ ихъ подтвержденію или опроверженію и способствовавшіе ихъ созиданію или разрушенію.

## ПЛАВКА СЕРЕБРЯНЫХЪ РУДЪ НА КОКСѢ И ДРЕВЕСНОМЪ УГЛѢ ВЪ КОНГСВЕРГѢ.

Канд. минер. Г. С. Фогта.

Введеніе кокса въ послѣднее время на скандинавскихъ заводахъ возбудило много преній, а потому я полагаю, что изученіе этого предмета не лишено интереса, какъ въ теоретическомъ, такъ и въ практическомъ отношеніяхъ.

Главнѣйшая руда Конгсбергскаго рудника, какъ извѣстно, есть самородное серебро; кромѣ того добывается серебряный блескъ, а также, въ незначительномъ количествѣ, красная серебряная руда, стефанитъ и др.; послѣднія можно причислить къ минералогическимъ рѣдкостямъ; можно считать, что на 10 частей самороднаго серебра приходится не болѣе 1 части сѣрнистаго серебра.

Руды, получаемыя изъ рудниковъ и изъ обогатительныхъ фабрикъ, имѣютъ различную форму; можно раздѣлить ихъ на двѣ большія группы, именно штуфы самороднаго серебра и серебросодержащіе шлихи.

Самородное серебро получается простою ручною разборкою и также при обогащеніи; оно прямо рафинируется, слѣдовательно не смѣшивается съ серебросодержащими шлихами. Въ послѣдніе годы получали серебро приблизительно въ одинаковомъ количествѣ какъ изъ самороднаго серебра, такъ и изъ шлиховъ.



По содержанію серебра шлихи распадаются на два сорта: на богатые и бѣдные шлихи. Богатые, получаемые преимущественно изъ такъ называемыхъ отборныхъ рудъ, нѣсколько богаче другихъ и содержатъ среднимъ числомъ отъ 0,50—0,63% серебра (16—20 лот. въ центнерѣ), въ предѣлахъ между 0,19 и 1,13% (отъ 6 до 36 лот. въ центнер.). Бѣдные шлихи имѣютъ среднее содержаніе 0,08% ( $2\frac{1}{2}$  лота), въ предѣлахъ отъ 0,04 до 0,19% (отъ  $1\frac{1}{4}$  до 6 лотъ). По крупности зерна шлихи раздѣляются на настоящіе шлихи (съ болѣе крупными зернами) и шламы (съ самыми мелкими зернами); разбитую руду, для дальнѣйшей обработки, просѣиваютъ черезъ сито или грохотъ съ отверстіями въ квадратный миллиметръ.

Въ нижеслѣдующемъ описывается плавка шлиховъ. Цѣль этой плавки состоитъ въ томъ, чтобы сосредоточить во 1-хъ все серебро въ желѣзистомъ штейнѣ и во 2-хъ перевести серебро изъ штейна въ веркблей; этотъ послѣдній трейбуется и полученное серебро рафинируется. Когда сѣрнистыя соединенія (напр. сѣрный колчеданъ  $\text{FeS}_2$ ) плавятся вмѣстѣ съ серебромъ, то получаютъ сѣрнистое серебро, сплавляющееся съ другими сѣрнистыми соединеніями. Если прибавить въ этотъ сплавъ свинца, то часть его поглотитъ сѣру, другая же часть соединится съ металлическимъ серебромъ. Если шлихи сами по себѣ содержатъ мало сѣрнистыхъ металловъ, то нарочно прибавляютъ сѣрный колчеданъ.

При плавкѣ на роштейнѣ сначала плавятъ бѣдные шлихи съ сѣрнымъ колчеданомъ, прибавляя тяжелые основные шлаки отъ слѣдующей плавки; послѣдніе прибавляются какъ флюсъ къ кремнистымъ шлихамъ, причемъ попутно изъ нихъ извлекается серебро.

Сѣрный колчеданъ или роштейнъ принимаетъ въ себя серебро. Шлихи въ смѣшеніи съ тяжелыми шлаками даютъ шлакъ, содержащій самое ничтожное количество серебра; этотъ шлакъ идетъ въ отвалъ. Роштейнъ пожигается отъ 3 до 4 разъ и потомъ плавится съ обогащенными шлихами (отборныхъ рудъ). При этой плавкѣ получается штейнъ, въ которомъ сконцентрировано все серебро; этотъ штейнъ выпускаютъ въ свинецъ, въ который приэтомъ серебро и переходитъ. Для лучшаго обогащенія свинца одно и то-же количество его примѣняется послѣдовательно нѣсколько разъ для обезсеребренія штейна до тѣхъ поръ пока получится веркблей съ содержаніемъ 12—15% серебра, который затѣмъ поступаетъ въ трейбофенъ. Обезсеребренный штейнъ или такъ называемый блейштейнъ все же еще содержитъ часть серебра, и потому подвергается той же операціи какъ и первый роштейнъ; его обжигаютъ, плавятъ со шлихами и получаемый штейнъ обезсеребляютъ свинцомъ. При каждой плавкѣ шлакуется желѣзо, но такъ какъ штейнъ содержитъ также и мѣдь, то процентное содержаніе послѣдняго металла постепенно увеличивается и блейштейнъ переходитъ въ купферштейнъ.

Займемся теперь описаніемъ обжиганія и плавки роштейна, такъ какъ



эти 2 операціи представляют особый интерес въ металлургическомъ отношеніи.

Плавка производится въ шахтных печахъ, задѣланныхъ черезъ зумфъ имѣющихъ 4,5 метра высоты и 1 метръ ширины. Стѣны печи вертикальныя, длина зумфа у фурменной стѣны имѣетъ около 0,9 метра, ширина его около 0,5 и глубины 0,4 метра. Фурмы расположены 0,25—0,30 метровъ надъ краемъ шестка. Печи имѣютъ почти свободно стоящій горнъ, поэтому плавильная кампанія можетъ быть очень продолжительна. Печь снабжена 3-мя мѣдными фурмами, одна въ задней стѣнѣ и по одной въ боковыхъ; вообще въ каждой фурмѣ просверлены 7 дыръ, въ палецъ діаметромъ, чрезъ которыя вдувается воздухъ. Мѣдь постепенно шлакуется, большая часть этого металла переходитъ въ штейнъ, изъ котораго въ концѣ концѣвъ извлекается.

Какъ уже прежде было сказано, шлихи довольно кремнисты. Серебро въ рудникѣ встрѣчается частію въ жилахъ известковаго шпата, частію тонкими жилками и прослойками въ слюдяномъ сланцѣ, роговообманковомъ сланцѣ, гнейсѣ и другихъ породахъ, въ которыхъ залегаетъ рудоносная жила известковаго шпата. Шлихи поэтому содержатъ составныя части упомянутыхъ породъ, а именно: кварцъ, слюду, роговую обманку, полевой шпатъ, гранаты и т. д., частію же известковый шпатъ и другіе минералы, находимые въ самой рудоносной жилѣ. Въ шлихахъ встрѣчается также колчеданъ, изъ зальбандовъ, но въ такомъ маломъ количествѣ, что при плавкѣ онъ не можетъ играть какой либо роли.

По составу кремнистыхъ (густыхъ) шлаковъ, полученныхъ отъ плавки рудъ на роштейнъ и присаженного основнаго тяжелаго шлака и принимая во вниманіе то количество желѣза, которое при плавкѣ перешло изъ тяжелаго основнаго шлака въ роштейнъ, можно опредѣлить приблизительно составъ убогихъ шлиховъ. Точно также по получаемымъ тяжелымъ шлакамъ при роштейновой плавкѣ можно разсчитать въ богатыхъ шлихахъ количество кремнезема, глинозема, извести, магнезій и щелочей; эти тѣла исключительно явились изъ шлиховъ, а не изъ обозженнаго роштейна. Этимъ путемъ однако же нельзя вывести прямого заключенія о содержаніи закиси желѣза въ богатыхъ шлихахъ; можно предположить, что содержаніе закиси желѣза почти одинаково какъ въ богатыхъ, такъ и въ бѣдныхъ шлихахъ. Такимъ образомъ выведены слѣдующіе составы для бѣднаго и богатаго шлиховъ:

	Бѣдный шлихъ.	Богатый шлихъ.
$\text{SiO}_2$ . . . . .	60% . . . . .	56% . . . . .
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	15 . . . . .	14,0 . . . . .
$\text{FeO}$ . . . . .	12 . . . . .	11,5 . . . . .
$\text{CaO}$ . . . . .	5,5 . . . . .	12 . . . . .
$\text{MgO}$ . . . . .	5 . . . . .	4 . . . . .
$\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ . . . . .	2,5 . . . . .	2,5 . . . . .



Если исключить часть количества извести (наприм. 1,5 % въ бѣдныхъ шлихахъ, 8% въ богатыхъ), то составъ обоихъ шлиховъ будетъ одинаковъ, —результатъ весьма понятный, такъ какъ оба шлиха произошли изъ одинаковыхъ породъ. Содержаніе извести объясняется преобладаніемъ известковаго шпата, составляющаго рудоносную породу. Богатые серебромъ шлихи содержатъ поэтому больше известковаго шпата, чѣмъ бѣдные. Содержаніе извести въ тяжелыхъ основныхъ шлакахъ составляло 13,85% въ 1849 году, 13,25% въ 1854 году и около 6—7% въ послѣдніе годы; это уменьшеніе содержанія извести находится въ зависимости отъ постепеннаго истощенія рудниковъ послѣ пятидесятихъ годовъ. Въ послѣднія 10—15 лѣтъ однако же составъ шлиховъ почти не измѣнился.

Прежде чѣмъ перейти къ описанію самой плавки, слѣдуетъ уяснить себѣ составъ штейновъ (роштейна и блейштейна). Профессоръ Е. В. Мюнстеръ въ своемъ трактатѣ „О заводскомъ продуктѣ—штейнѣ“ (Archiv for Mathematique og natur binebl, 1876) указываетъ, что желѣзистые штейны состоятъ изъ сѣрнистыхъ соединений:  $\text{FeS}$ ,  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{PbS}$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{NiS}$ ,  $\text{CoS}$ ,  $\text{Ag}_2\text{S}$  и т. д., механически соединенныхъ съ металлами, главнѣйшимъ образомъ съ желѣзомъ, кромѣ того со свинцомъ, никкелемъ и кобальтомъ, мѣдью, серебромъ. Третья составная часть штейновъ—окислы, которые впрочемъ играютъ такую незначительную роль, что ихъ можно оставить безъ вниманія. Роштейнъ въ Конгсбергѣ выпускается въ гнѣздо (Stulhtiegel); во время охлажденія механически растворенное желѣзо осѣдаетъ внизъ, вслѣдствіи чего нижній слой—самый богатый желѣзомъ и потому тяжелѣе и плотнѣе верхняго. Покойный гиттенмейстеръ Самуелсенъ говоритъ, что и золото большею частію осѣдаетъ внизъ; когда, напр., верхній слой выпуска содержитъ 0,0049% золота, нижній слой того же выпуска содержитъ его 0,0104 процен. стало быть почти въ двое больше. Изъ сказаннаго можно заключить, что золото въ роштейнѣ находится въ металлическомъ видѣ, что согласуется вполнѣ со свойствами сродства этого благороднаго металла. Одновременно были сдѣланы пробы нижняго и верхняго слоевъ, для опредѣленія въ нихъ серебра; первый слой содержалъ 0,369 % (или 11,812 лот.), послѣдній—0,452 %—(14,465 лот.); нижній слой, слѣдовательно, содержалъ меньше серебра, чѣмъ верхній.—Результатъ для серебра, поэтому, получился совершенно противоположный, чѣмъ для золота. Если принять во вниманіе, что нижній слой содержитъ болѣе желѣза и относительно менѣе сѣрнистыхъ соединений, то легко усмотрѣть, что серебро болѣе или менѣе равномерно распредѣлено въ сѣрнистыхъ соединенияхъ. Примемъ, что два изслѣдованныхъ Самуелсеномъ слоя имѣли одинаковый составъ съ слоями профессора Мюнстера: верхній слой состоитъ тогда изъ 12% желѣза, изъ 88%  $\text{FeS}$ , а нижній изъ 33% желѣза и 67%  $\text{FeS}$ ; въ верхнемъ слоѣ 0,514 % серебра въ  $\text{FeS}$ , а въ нижнемъ 0,551, стало быть распредѣленіе серебра будетъ почти равномерное. Это явленіе наврядъ-



ли можно объяснить тѣмъ, что серебро находится въ штейнѣ въ видѣ сѣрнистаго ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ), сплавляющагося просто съ  $\text{FeS}$ . Изъ сказаннаго вытекаетъ прямое заключеніе, что сѣрнистыя соединенія могутъ служить собирательною примѣсью для концентраціи одного лишь серебра, но не для золота, — фактъ, давно извѣстный на Сибирскихъ заводахъ. Въ Конгсбергѣ золото содержится въ сѣрномъ колчеданѣ и поэтому прямо переходитъ въ штейнъ. Профессоръ Мюнстеръ подробно изслѣдовалъ составъ Конгсбергскихъ рощтейновъ; въ нижеслѣдующемъ приводится короткое резюме его изслѣдованій:

	1	2	3	4	5	6
Сѣры . . . . .	28,75	28,75	17,35	5,59	2,19	32,84
Желѣза . . . . .	58,77	60,34	73,33	86,34	90,87	57,57
Кобальта . . . . .	—	{ 0,61	1,14	1,44	1,68	0,25
Никеля . . . . .	—		0,24	0,37	0,45	0,03
Мѣди . . . . .	4,07	3,91	2,95	1,95	1,56	3,55
Свинца . . . . .	0,28	0,45	0,23	0,16	0,16	0,32
Серебра . . . . .	0,58	0,58	0,33	0,42	0,42	0,21
Осадокъ . . . . .	6,92	3,80	2,94	2,16	1,18	4,11
Сумма . . .	99,38	98,49	98,51	98,43	98,51	98,88

Анализы № 1 и 2 выясняютъ составъ верхняго, № 3 нижняго слоя, такъ называемаго „konge“ (королекъ). Удѣльный вѣсъ верхняго слоя = 5,055, а нижняго 5,905, стало быть послѣдній значительно тяжелѣе перваго. Чтобы доказать, что штейнъ есть продуктъ сложный, порошокъ нижняго слоя (анализъ № 3) помощью магнита былъ раздѣленъ на двѣ части, одна дѣйствующая на магнитъ и состоящая изъ желѣза, и другая не дѣйствующая на магнитъ и состоящая преимущественно изъ сѣрнистаго желѣза ( $\text{FeS}$ ) и другихъ сѣрнистыхъ металловъ. № 4 анализъ первой части, № 5 анализъ того же порошка, но предварительно подвергнутаго отмывкѣ алкоголемъ, для удаленія частицъ породы и шлаковъ, № 6 анализъ второй части порошка.

При конгсбергской шлиховой плавкѣ идетъ нескончаемая борьба съ желѣзомъ, такъ какъ штейны изобилуютъ имъ, вслѣдствіе чего крайне затрудняется обжиганіе, а во время самой плавки легко образуются настыли, нарушающія нормальный ходъ операціи. Въ послѣднее время начали употреблять при плавкѣ смѣсь кокса съ древеснымъ углемъ въ одинаковыхъ количествахъ. Съ этихъ поръ вышеуказанныя неудобства выказались еще рельефнѣе.

Составъ рощтейновъ, какъ показываетъ слѣдующая таблица, въ послѣдніе годы значительно измѣнился:

## Анализъ роштейновъ.

	Профес. Мюнстеръ.			Гуллих- сентъ.	Профес. Мюнстеръ.		Фохтъ.	
	1849.			1859.	1873.		1879.	1880.
Нерастворим. остатковъ . . .	—	—	—	—	6,92	3,80	0,29	0,31
Сѣры . . . . .	29,62	29,99	29,75	29,97	28,75 <sup>3</sup> )	28,75 <sup>3</sup> )	27,88	26,81
Селена . . . . .	—	—	—	0,05	—	—	—	—
Желѣза . . . . .	65,46	65,75	65,44	63,53	58,77 <sup>3</sup> )	60,34 <sup>3</sup> )	67,52	67,97
Мѣди . . . . .	1,83	1,85	1,88	2,50	4,07	3,91	2,21	2,26
Свинца . . . . .	—	—	—	—	0,28	0,45	—	—
Серебра . . . . .	0,23	0,23	0,30	0,33	0,58	0,58	0,82	0,33
Марганца . . . . .	—	—	—	0,15	—	—	—	—
Цинка . . . . .	—	—	—	1,01	—	—	0,28	0,40
Никели . . . . .	—	—	—	0,15	—	0,61	0,14	0,18
Кобальта . . . . .	—	—	—	0,13	—			
Сумма . . . . .	—	—	—	98,83	99,38	98,44	98,62	98,23

Для анализовъ 1859 года и всѣхъ другихъ навѣски взяты изъ генеральныхъ пробъ, служившихъ для опредѣленія содержанія серебра. Роштейнъ, какъ уже было сказано, весьма измѣнчиваго состава, но, принимая во вниманіе, что во время всей плавильной кампаніи было взято minimum 3000 пробъ, можно считать полученные въ вышеприведенныхъ анализахъ результаты весьма близкими къ дѣйствительному среднему составу штейна. Такъ какъ роштейнъ преимущественно характеризуется содержаніемъ въ немъ серебра, то авторъ сдѣлалъ нѣсколько опредѣленій сѣры въ роштейнахъ послѣднихъ лѣтъ.

	1877 г.	1878 г.
Нераствор. остатковъ.	0,31—0,32	0,61—0,65
	0,32	0,63
Сѣры . . . . .	28,05—28,23	28,69—28,80
	28,14	28,75
Нераствор. остатковъ.	1879 г.	1880 г.
	0,22	0,27—0,31
		0,29
Сѣры . . . . .	27,83—27,92	26,81—26,56 <sup>1</sup> )
	27,88	26,81.

Содержаніе сѣры въ роштейнахъ прежнихъ лѣтъ, въ сравненіи съ результатами опредѣленій этого металлоида въ роштейнахъ послѣднихъ лѣтъ, не показываетъ большихъ колебаній, и заключается въ предѣлахъ отъ  $\frac{1}{2}$  до  $3\%$ .



Практика однако-же показала, что достаточно этого содержанія, чтобы возникли большія затрудненія при плавкѣ. Исходя изъ того, что серебро, мѣдь, свинецъ, цинкъ, никель и кобальтъ всецѣло находятся въ штейнѣ въ видѣ сѣрнистыхъ соединений; избытокъ же сѣры соединяется съ желѣзомъ, образуя сѣрнистое желѣзо ( $\text{FeS}$ ) и наконецъ избытокъ желѣза остается въ металлическомъ видѣ, можно придти къ слѣдующимъ выводамъ относительно состава роштейна.

Для роштейна 1859 г.

2,50%	Cu	требуютъ	0,63%	S	для образованія	$\text{Cu}_2\text{S}$ .
0,33 "	Ag	"	0,04	"	"	$\text{Ag}_2\text{S}$ .
1,01 "	Zn	"	0,50	"	"	$\text{ZnS}$ .
0,28 "	Ni, Co	"	0,15	"	"	$\text{Ni, CoS}$ .
0,15 "	Mn	"	0,09	"	"	$\text{MnS}$ .

4,27 % метал. требуютъ 1,41 % S чтобы дать . . . 5,68 % сѣрнистаго соединенія.

Но  $29,97\% \text{S} + 0,05\% \text{Se} - 1,41\% \text{S} = 28,61\% \text{S}$ . Слѣдовательно необходимо  $\frac{28,61}{2} \times \frac{56}{32} \text{Fe} = 50,07\% \text{Fe}$ , чтобы образовать  $\text{FeS}$ .  $63,53\% \text{Fe} - 50,07\% \text{Fe} = 13,46\% \text{Fe}$ , которое остается какъ бы раствореннымъ въ  $84,36\%$  сѣристыхъ соединений, т. е. на одну часть металлическаго желѣза ( $\text{Fe}$ ) приходится 6,27 частей сѣристыхъ соединений.

Другіе анализы старыхъ роштейновъ, разсчитанные точно также, даютъ 1 ч.  $\text{Fe}$  на 5,83 ч. сѣристыхъ соединений (1849). 1 ч.  $\text{Fe}$  на 6,73 и 7,51 ч. сѣристыхъ соединений (1873). Среднимъ числомъ можно принять, что при употребленіи древеснаго угля роштейнъ состоялъ: изъ 1 ч. желѣза  $\text{Fe}$  на 6,59 ч. сѣристыхъ соединений ( $\text{FeS}$  и др.).

Подобными же вычисленіями можно опредѣлить составъ роштейна 1880 года, а именно 1 ч.  $\text{Fe}$  на 3,34 ч. сѣристыхъ соединений, въ 1879—1 ч.  $\text{Fe}$  на 3,90 сѣристыхъ соединений; исходя изъ опредѣленій сѣры въ роштейнахъ 1877 и 1878 получается, что при роштейнахъ этихъ годовъ на 1 ч.  $\text{Fe}$  приходилось соотвѣтственно 4,0 и 4,5 ч. сѣристыхъ соединений. Различіе въ составѣ роштейна за послѣдніе годы происходитъ, какъ дальше будетъ пояснено, отъ колебаній въ составѣ шихты.

Ходъ плавки вообще показалъ, что увеличеніе количества желѣза (или уменьшеніе сѣры) влечетъ за собой довольно значительныя неудобства. Во первыхъ при плавкѣ роштейна теперь получается болѣе желѣзистыхъ настывлей, чѣмъ получалось прежде. Въ прежнее время при плавкѣ не получались желѣзистыя настыви, въ полномъ смыслѣ слова, а выдѣлялись, какъ утверждаютъ старыя плавильщики (въ протоколахъ), тягучіе, желѣзистые роштейны, пристававшіе ко дну горна.

По причинѣ большаго количества металлическаго желѣза, нынѣшній роштейнъ гораздо хуже обжигается, чѣмъ прежде; это особенно рельефно

сказывается при плавкѣ обожженного роштейна; нынѣ получается въ  $1\frac{1}{2}$  раза болѣе блейштейна, чѣмъ прежде (по отношенію къ садкѣ роштейна), причемъ этотъ продуктъ, кромѣ того, отличается большимъ содержаніемъ желѣза. Анализъ блейштейна извѣстно 3—всѣ взяты изъ генеральныхъ пробъ. Разсчеты по вышеприведенному способу показываютъ, что блейштейнъ 1859 г. состоялъ изъ;

	Гулликсенъ.		Фоктъ.
	1859	1864	1880
Нераствор. остатковъ . .	—	0,91	0,73
S. . . . .	23,44	24,49	24,76
Ag. . . . .	1,00	?	1,43
Pb. . . . .	6,76	11,12	0,49
Cu. . . . .	13,57	7,33	8,22
As и Sb. . . . .	1,71	0,43	—
Fe . . . . .	49,40	51,44	62,50 <sup>3)</sup>
Ni . . . . .	0,49	1,58	} 0,43
Co . . . . .	0,30	0,79	
Zn . . . . .	0,45	—	0,30
Mn . . . . .	—	—	0,10
Сумма . . . . .	97,12	97,98	98,96.

1 ч. желѣза на 4,09 или 4,73 сѣрнистыхъ соединений, принимая As и Sb въ видѣ  $Sb_2As_2S_3$  или Fe,  $As_2$ , Sb; блейштейнъ 1884 г. состоялъ изъ 1 ч. желѣза на 4,37 и 4,49 сѣрнистыхъ соединений; блейштейнъ 1880 г. содержитъ гораздо болѣе металлическаго желѣза, а именно 1 ч. желѣза на 3,08 сѣрнистыхъ соединений. По анализу, сдѣланному авторомъ, блейштейнъ 1879 г. содержалъ 24,29% сѣры, причемъ 1 ч. желѣза приходится на 2,96 ч. сѣрнистыхъ соединений. Старые блейштейны, повидимому, состояли изъ 1 ч. желѣза на 4,5 ч. сѣрнистыхъ соединений, въ послѣднее же время на 1 ч. желѣза приходится всего 3 части сѣрнистыхъ соединений. Вслѣдствіе такого изобилія желѣза въ блейштейнахъ получаютъ большія желѣзные настыли въ послѣднее время. Составъ шлаковъ вообще почти не измѣнился, исключая развѣ содержанія извести, которое, какъ уже сказано было выше, послѣ пятидесятихъ годовъ значительно понизилось.

Густой шлакъ съ поверхности, со стекловатымъ изломомъ, тягучій и медленно остывающій; если отнести глиноземъ къ основаніямъ, то составъ этого шлака колеблется въ предѣлахъ между одно и двукремнеземками. Отношеніе кислорода основаній къ кислороду кремнезема, согласно 5-му анализу, примѣрно: 1: 1,39; 1: 1,65; 1: 1,47; 1: 1,55 и 1: 1,71.



## Анализы густыхъ шлаковъ (рудной плавки).

	Стальсбергъ.	Ламмерсъ.	Стальсбергъ.		Фохтъ.
	1850	1852	1876	1877	1880
SiO <sub>2</sub> . . . . .	45,8	47,6	48,30	50,86	50,56
Fe O. . . . .	21,7	23,8	21,82	19,16	20,64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	15,5	10,4	17,65	18,58	13,85
CaO. . . . .	13,5	11,7	7,86	7,47 <sup>1)</sup>	7,03
MgO. . . . .	2,6	2,9	3,92	4,25	4,78
MnO . . . . .	—	—	—	—	0,78 <sup>2)</sup>
Cu <sub>2</sub> O . . . . .	—	—	—	—	0,29
Ag . . . . .	—	—	0,0031	0,0039	0,004.
Сумма . . . .	99,1	95,9	99,55	100,32	97,43

Сюда же слѣдуетъ еще причислить отъ 2 до 3% щелочей. Анализы 1876 и 1877 г. произведены надъ навѣсками изъ отдѣльныхъ штуфовъ (кусковъ) при хорошемъ ходѣ печи, а 1880—отъ годичной генеральной пробы.

Жидкій шлакъ съ типически кристаллическимъ изломомъ, легко текущій и быстро застывающій; если причислить глиноземъ къ основаніямъ, то этотъ шлакъ оказывается однокремнеземикомъ; отношеніе кислорода основаній къ кислороду кремнезема въ различныхъ анализахъ опредѣлилось въ 1:1,08; 1:1,01; 1:1,03; 1:0,95 и 1:1,01.

## Анализъ жидкихъ шлаковъ (сократительной плавки).

	Е. Б. Мюнстеръ.	Стальсбергъ.	Самуельсенъ.		Фохтъ.
	1849.	1854.	1862.	1866.	1880.
SiO <sub>2</sub> . . . . .	36,14	36,30	34,31	31,50	33,39
FeO . . . . .	31,51	34,40	43,20	51,30	44,58
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	9,73	13,50	8,00	6,25	7,89
CaO . . . . .	13,85	13,25	8,54	5,85	7,09
MgO . . . . .	3,08	1,10	2,16	1,80	2,35
Щелочи . . . . .	2,51	—	—	—	—
MnO . . . . .	1,37	—	—	—	1,14 <sup>3)</sup>
Cu <sub>2</sub> O . . . . .	—	—	0,16	0,31	0,57
Ag . . . . .	—	—	0,035	0,047	0,049
Сумма . . . .	98,19	98,55	96,37	96,55	97,06

Къ послѣднимъ четыремъ анализамъ слѣдуетъ еще причислить около 2 процентовъ щелочей; анализъ 1880 г. взять изъ годовой генеральной пробы.

Разсмотримъ теперь составъ шихты и химическіе процессы, связанные съ самой плавкой. Для этого возьмемъ промежутокъ времени отъ 1866 г. до 1870 г., въ продолженіи котораго исключительно употреблялся древесный уголь, и періодъ отъ 1876 до 1880 г., когда въ дѣло шла смѣсь древеснаго угля съ коксомъ. Такъ какъ сѣра и желѣзо, въ употребляемомъ сѣрномъ колчеданѣ, играютъ весьма важную роль, то авторъ пытался опредѣлить содержаніе этихъ двухъ главныхъ составныхъ частей въ колчеданѣ по возможности точнѣе. Одна горная тонна колчедана ( $\frac{1}{4}$  куб. метр.), купленного въ 1866 и 70 г., вѣсила 11,61; 11,93; 11,85; 11,68 и 11,76 центнеровъ, т. е. среднимъ числомъ 11,77 центн. Сѣрный колчеданъ такого вѣса, будучи смѣшанъ съ кварцемъ, полевымъ шпатомъ и т. п., но не съ рудою, содержитъ около 44% сѣры; но такъ какъ употребляемый въ Конгсбергѣ колчеданъ содержитъ немного магнитнаго и мѣднаго колчедана, то содержаніе сѣры можно принять въ 43%, содержаніе желѣза 37,6%.

Изъ таблицы плавки роштейновъ видно, что шихта въ первомъ случаѣ (при употребленіи древеснаго угля) состояла изъ 17,1% колчедана, 42,2% шлаковъ, 40,3% жидкихъ шлаковъ, 0,3% желѣзистыхъ настылей и 0,4% извести, мергеля и т. д. Количества переплавляемаго штейна и шлаковъ, не играющія особенной роли въ химическомъ процессѣ, можно оставить безъ вниманія. Въ томъ же году получено 101,0 процентовъ роштейпа изъ употребленнаго колчедана. Содержаніе сѣры въ роштейнѣ среднимъ числомъ 29,9%, а желѣза 64,5%. Изъ 43% сѣры колчедана перешло въ роштейнъ  $29,9 \times \frac{101}{100} = 30,2\%$  сѣры; остатокъ, именно 12,4% или  $\frac{3}{10}$  изъ всего количества сѣры отдѣлилось въ видѣ сѣрнистаго ангидрида. Все желѣзо, находившееся въ колчеданахъ, перешло въ роштейнъ, равнымъ образомъ все желѣзо изъ настылей также перешло въ роштейнъ, а не въ шлакъ; такимъ образомъ дана возможность разсчитать какое количество желѣза изъ жидкихъ шлаковъ возстановилось и перешло въ роштейнъ. Употребленный колчеданъ содержалъ, примѣрно, 37,6% желѣза, по отношенію къ полученному роштейну, слѣдовательно,  $37,6 \times \frac{100}{101} = 37,2\%$  желѣза. Кромѣ того, присажено желѣзныхъ настылей въ размѣрѣ 0,3% всей шихты, значитъ, по отношенію къ полученному роштейну  $0,3 \times \frac{100}{17,1} \times \frac{100}{101} = 1,73\%$  желѣза. Остальное желѣзо: а именно  $64,5 - 37,2 - 1,73 = 25,57\%$  въ роштейнъ перешло изъ жидкихъ шлаковъ. И такъ изъ жидкихъ шлаковъ возстановилось 10,9% содержащагося въ нихъ желѣза, или 13,8% закиси желѣза; но содержаніе закиси желѣза въ шлакахъ, по различнымъ анализамъ, колебалось отъ 31,51% до 51,30%; въ большей части шлаковъ оказалось около 43%. Изъ этого



видно, что изъ всего количества желѣза жидкаго шлака возстановилась лишь приблизительно третья часть.

Сдѣлаемъ теперь подобный же расчетъ для плавовъ послѣднихъ лѣтъ. Въсѣ одной горной топпы ( $\frac{1}{4}$  куб. метр.) сѣрнаго колчедана въ 1876—81 г. былъ слѣдующій: 11,23; 11,75; 11,28; 11,50; 11,73 и 12,05 центнеровъ. Среднимъ числомъ значить 11,59 центн. Въ вышеразсмотрѣнномъ періодѣ средній въсѣ горной топпы опредѣлялся 11,77 центнер. Эта небольшая разница въ въсѣ объясняется тѣмъ, что колчеданъ послѣднихъ лѣтъ содержалъ около  $\frac{1}{2}\%$  сѣры менѣе, чѣмъ въ первый періодъ. Среднимъ числомъ можно принять слѣдовательно содержаніе сѣры въ 42,5%. Разсчитаемъ сначала по средней шихтѣ, которая употреблялась въ послѣднее время; затѣмъ, такъ какъ прибавка колчедана подвергалась значительнымъ колебаніямъ въ различные годы, изслѣдуемъ каждую кампанію отдѣльно. Средній составъ шихты, не принимая въ расчетъ проплавляемыхъ штейновъ и шлаки, былъ: 19,8% колчедана, 38,4% шлиха, 41,2% плака, 0,4% желѣзистыхъ настылей и 0,4% извести, мергеля и пр.

Роштейнъ среднимъ числомъ содержалъ 28% сѣры и 67% желѣза, затѣмъ изъ колчедана получилось 94,2% роштейна. Изъ 42,5% сѣры колчедана въ роштейнъ перешло  $28 \times \frac{94,2}{100} = 26,4\%$ . Остатокъ, именно 16,1% потерянъ; изъ всего количества сѣры, поэтому, потеряно 37,9%. Колчеданъ содержалъ 37,3% желѣза и, относя это количество къ полученному роштейну, получимъ 39,6%. Кромѣ того, по отношенію ко всей употребленной шихтѣ, насажено 0,4% желѣза въ видѣ крицы; по отношенію же къ полученному роштейну—значить 2%. Прибавляя это количество къ вышевыведенному содержанію желѣза въ колчеданѣ, разсчитанному также по отношенію къ роштейну, получимъ 41,8%; остатокъ 25,4% возстановлено изъ шлаковъ. По отношенію къ количеству жидкихъ шлаковъ возстановилось  $25,4 \times \frac{94,2}{100} \times \frac{19,8}{41,2} = 11,5\%$  метал. желѣза или 14,8% закиси желѣза содержащейся въ шлакѣ.

Вѣсѣ колчедана, въ зависимости отъ содержанія въ немъ сѣры, нѣсколько измѣнялся въ нѣкоторые изъ послѣднихъ годовъ; потому мы должны разсчитывать плавку каждой кампаніи отдѣльно. Плавка на роштейнъ обыкновенно производилась весною; колчеданъ, употреблявшійся въ плавку, состоялъ частію изъ оставшагося отъ прошлаго года, а частію вновь полученнаго. При расчетѣ примемъ средній вѣсѣ колчедановъ этого года и предъидущихъ годовъ; такимъ образомъ, мы получили содержаніе сѣры въ колчеданахъ 1877—1880 г. соответственно 42,25%; 42,25%; 42% и 42,5. Полученные результаты показаны въ прилагаемой таблицѣ:



Плавка рудъ въ 1866—70 годахъ и въ 1876—80 годахъ.

	На одномъ древесномъ углѣ.					На смѣси древеснаго угля и кокса.						
	1866	1867	1868	1869	1870	Среднее.	1876	1877	1878	1879	1880	Среднее.
Проплавлено въ процентахъ: колчедана . . . . .	17,7	16,7	17,0	16,8	17,2	17,1	22,1	22,2	19,1	18,5	17,1	19,8
„ шиховъ рудныхъ необоженныхъ . . . . .	47,5	42,5	40,4	41,0	39,7	42,2	31,6	39,2	37,3	40,8	42,9	38,4
„ шлаковъ отъ сокращенія штейна . . . . .	33,6	40,6	42,4	41,0	43,8	40,3	45,0	36,5	42,6	40,2	41,9	41,2
„ крицъ и настылей желѣзистыхъ . . . . .	0,8	0,1	0,3	0,5	0,8	0,3	0,2	1,1	0,6	0,3	0,1	0,4
„ известняка, мергеля, мѣла . . . . .	0,6	—	—	0,7	—	0,7	1,2	1,0	0,4	0,2	—	0,4
Переплавлено оборотныхъ продуктовъ той-же плавки (штейна, шлаковъ) . . . . .	6,4	7,3	3,8	6,9	3,4	5,6	7,8	6,2	4,5	5,7	4,5	5,7
Получено: штейна въ процентахъ количества колчедана . . . . .	100,8	108,2	96,6	104,1	95,5	101,0	87,7	88,2	96,1	96,6	102,2	94,2
„ туцинъ въ процентахъ употребленнаго шлиха . . . . .	8,5	3,2	10,3	5,5	3,4	6,2	10,9	7,5	12,0	10,0	9,5	10,0
„ желѣзистыхъ крицъ въ процентахъ полученнаго штейна . . . . .	1,8 <sup>1)</sup>	0,8 <sup>1)</sup>	—	0,4 <sup>1)</sup>	—	—	1	1,5 <sup>1)</sup>	2	?	?	—
„ серебра въ маркахъ (кельнскихъ = 233,86 гр.) . . . . .	3111	2876	3092	2144	2314	—	2259	2677	3859	3853	3347	—
Содержаніе серебра въ роштейнѣ—лотами въ центнерѣ (1 л. въ цент. = $\frac{1}{32}$ проц. = 0,313%) . . . . .	10,0	9,7	10,4	7,75	8,4	9,3	8,1	8,4	9,0	10,3	10,5	9,3
Содержаніе серебра въ отвальномъ шлакѣ—лотами въ центнерѣ . . . . .	0,17	0,20	0,18	0,18	0,12	0,17	0,10	0,13	0,19	0,15	0,16	0,146
Количество серебра ушедшаго въ шлаки—въ проц. всего количества Ag. . . . .	9,7	9,1	8,1	8,4	7,0	8,5	4,4	5,5	8,2	6,4	6,4	6,2
Проплавлено въ сутки центне- ровъ кельнскихъ = 46,80 килограмм. } шихты . . . . .	167,0	156,1	203,9	170,7	204,8	180,5	200,4	187,3	189,2	174,5	168,5	183,4
На одну мѣру угля древеснаго угля = 0,1608 куб. метр. проплав- } шиховъ рудныхъ . . . . .	74,2	61,8	79,2	65,4	76,9	71,5	58,3	69,4	67,3	68,6	69,5	66,6
лено кельнскихъ фунтовъ (460,8 гр.) } шихты . . . . .	150,1	161,5	165,4	175,9	176,3	165,8	—	—	—	—	—	—
	66,7	64,0	64,3	67,3	66,2	65,7	—	—	—	—	—	—



Плавка обожженного рожтейна (сократительная) въ теченіе 1866—70 годовъ и 1876—80 годовъ.

	На одномъ древесномъ углѣ.					На смѣси древеснаго угля и кокса.						
	1866	1867	1868	1869	1870	Среднее	1876	1877	1878	1879	1880	Среднее
Проплавлено (въ процентахъ): обожженного роштейна.	51,5	49,0	47,7	47,3	45,5	48,2	49,3	53,3	52,3	50,8	48,0	50,7
" шиховъ рудныхъ не обожженныхъ	48,5	51,0	52,3	52,7	54,5	51,8	50,7	46,7	47,7	49,2	52,0	49,3
Получено: блейштейна (въ процентахъ отъ употреблен- наго роштейна) . . . . .	9,3	12,2	12,1	14,7	12,9	12,2	20,0	19,7	16,6	16,3	22,4	19,0
" туцин (въ процентахъ отъ употребленнаго шлаха) . . . . .	11,2	7,8	8,4	3,6	14,7	9,1	11,8	17,8	12,4	10,8	9,4	12,4
" серебра въ полученномъ веркблѣй. . . . .	10907	10835	10295	10391	12741	—	4478	5647	7039	1715 <sup>кг.</sup>	3050 <sup>кг.</sup>	—
Содержаніе серебра въ получен. блейштейнѣ выраженное лотами въ 1 цент. . . . .	—	—	64,7	72	—	—	56	53	44 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	47	—	—
" " " жидкомъ шлакѣ выражен- ное лотами въ 1 цент. . . . .	1,5	1,1	1,1	1,2	—	1,2	1	1,5	1,2	1,47	1,47	1,3
Процентное содержаніе серебра въ веркблѣй . . . . .	12,7	10,4	12,6	13,4	—	12,0	13,5	15,5	13,7	16,0	—	14,7
Потеря свинца (угаръ) въ процентахъ всего количества свинца . . . . .	21,0	17,0	24,8	25,1	25,3	22,6	32,4	28,7	29,5	29,75	—	30,1
Потеря свинца — въ фунтахъ на марку серебра . . . . .	1,9	2,1	1,8	1,8	—	1,9	1,9	2,5	2,1	1,5	—	2,0
Въ сутки проплавлено центнеровъ: шихты . . . . .	173,6	188,4	171,3	182,6	171,3	177,4	200,9	181,0	174,9	190,0	—	186,7
" " " шиховъ рудныхъ. . . . .	79,7	83,1	78,1	85,1	76,3	80,5	90,2	80,3	75,4	87,4	—	83,3
На одну мѣру др. угля (0,1608 к. м.) проплавлено шихты . . . . .	159,2	176,4	166,4	167,5	135,7	161,0	—	—	—	—	—	—
" " " — " " шиховъ рудныхъ. . . . .	73,0	77,8	75,9	78,0	60,5	73,0	—	—	—	—	—	—

	Одинъ древес- ный уголь.	Древесный уголь и коксъ.					
	1866—70.	1877.	1878.	1879.	1880.	Средній вы- водъ этихъ 4-хъ лѣтъ.	Средній со- ставъ шихты.
Процентъ сѣры, потерянной изъ употребленнаго ея ко- личества . . . . .	29,8	42,7	34,3	36,2	35,5	37,2	37,9
Проц. возстановившагося же- лѣза по отношенію къ ро- штейну . . . . .	25,6	19,4	24,5	27,8	31,0	25,7	25,4
Проц. желѣзной закиси, воз- становившейся изъ жид- кихъ шлаковъ . . . . .	13,8	13,5	13,5	15,6	16,6	14,9	14,8

Если въ основаніе разсчета желаютъ принять другое содержаніе сѣры, наприм. 40<sup>0</sup>/<sub>0</sub>,—содержаніе въ дѣйствительности слишкомъ малое, то отношенія не измѣняются, что и показываетъ слѣдующая таблица:

	Одинъ древес- ный уголь.	Древесный уголь и коксъ.				
	1866—70	1877	1878	1879	1880	Средній вы- водъ.
Проц. сѣры, потерянной изъ употреблен- наго количества . . . . .	23,5	37,9	31,2	32,7	31,8	33,4
Возстановившагося желѣза по отношенію къ роштейну . . . . .	29,25	25,0	28,4	30,6	34,2	(29,55)
Желѣзной закиси возстановившейся изъ жидкаго шлака . . . . .	16,3	16,5	16,4	18,1	18,9	17,5

Можно вывести довольно вѣрное заключеніе изъ этихъ чиселъ. Плавильные процессы въ разное время и въ различныхъ кампаніяхъ были неодинаковы, но если сравнить долгіе періоды, то эти неровности сглаживаются. Содержаніе сѣры въ колчеданѣ, составляющее довольно важный дѣягель, конечно, измѣняется, но въ общемъ оно довольно односторонне. Вообще, въ сѣ горной тонны колчедана въ началѣ держался между 11,61 и 11,93, а среднее 11,77 центнер., а въ послѣдній періодъ—между 11,23 и 11,75 или 12,05, среднее 11,59 центнер., т. е. въ послѣднее время въ сѣ этой тонны немного уменьшился, на это впрочемъ обращено было вниманіе при составленіи таблицъ.

Важнѣйшіе результаты химическаго процесса, показанные въ таблицахъ, слѣдующіе: Изъ колчедана или роштейна въ послѣдніе годы, при плавкѣ на древесномъ углѣ и коксѣ, терялось большее количество сѣры, чѣмъ прежде, при плавкѣ на одномъ древесномъ углѣ, именно 37,5% противъ 29,8, или 33,4% противъ 23,5.



Въ оба періода желѣза или закиси желѣза возстановилось изъ жидкихъ шлаковъ почти одинаковое количество, а именно, въ 1-мъ періодѣ 13,8% закиси желѣза, противъ 14,8 въ послѣднемъ періодѣ или 16,3% противъ 17,5%.

Причину большей потери сѣры должно приписать болѣе возвышенной температурѣ, получившейся отъ преобладанія кокса въ горнѣ, объ этомъ будетъ сказано ниже; кромѣ того эта потеря зависитъ отъ большаго количества дутья, вслѣдствіе чего въ области плавленія штейнъ подвергается большому окисленію; а также отъ большаго содержанія окисляющаго газа  $\text{CO}_2$ , присутствіе котораго несомнѣнно играло нѣкоторую роль.

Выше уже нѣсколько разъ было сказано, что въ послѣдніе періоды получался болѣе богатый желѣзомъ роштейнъ, чѣмъ въ первый; это объясняется скорѣе всего тѣмъ, что съ употребленіемъ кокса, возстановляющее вліяніе горючаго въ печи увеличилось. Таблицы показываютъ, однако, что количество возстановившагося желѣза или желѣзной закиси было изъ жидкихъ шлаковъ почти одинаковое, именно 13,8 % желѣзной закиси противъ 14,8 или 16,3 противъ 17,5.

Разность между показанными цифрами весьма незначительна; повидимому, относительно жидкаго шлака, желѣзной закиси возстановилось въ послѣдній періодъ нѣсколько болѣе перваго, но соображая, что въ послѣдній періодъ отъ прибавленія колчедана увеличилось содержаніе желѣзной закиси противъ перваго періода, мы придемъ къ заключенію, что въ оба періода количество возстановившейся желѣзной закиси было одинаково и возстановительная сила не измѣнилась. Извѣстно, что возстановленіе желѣза происходитъ дѣйствіемъ двухъ различныхъ агентовъ, а именно окиси углерода ( $\text{CO}$ ) и твердаго углерода.

Въ послѣдній періодъ возстановительная сила увеличилась, вслѣдствіе возвысившейся температуры и большаго количества углерода, употребляемаго при плавкѣ съ коксомъ въ сравненіи съ вѣсомъ шихты. Мы приходимъ по этому къ слѣдующему результату; возстановленіе газомъ ( $\text{CO}$ ) нынѣ происходитъ въ меньшей мѣрѣ, чѣмъ прежде, т. е. нынѣ образуется меньшее количество окиси углерода, чѣмъ прежде; этотъ выводъ вполне согласуется съ свойствами горючаго матеріала, употребленнаго соотвѣтственно во время обоихъ разсмотрѣнныхъ періодовъ. Легкій и пористый древесный уголь даетъ уже при относительно низкой температурѣ окись углерода въ видѣ конечнаго продукта; образующаяся сначала углекислота возстановляется въ окись углерода. Напротивъ, пужна очень высокая температура, чтобы углекислота возстановлялась въ окись углерода плотнымъ коксомъ. Эти выводы подтверждены давно доменной практикою.

Колчеданъ или роштейнъ, какъ было сказано, постоянно растворялъ въ себѣ одинаковое количество по вѣсу желѣза, какъ при большой, такъ и при малой пропорціи колчедана въ шихтѣ. Въ 1876 — 80 годахъ пробовали



постепенно прибавлять колчеданъ къ шихтѣ въ процентномъ содержаніи отъ 22,1 въ 1876 году и 22,2 въ 1877 г. до 19,1, 18,5 и 17,1% въ послѣдніе годы. Вслѣдствіе этого роштейнъ сталъ постепенно обогащаться желѣзомъ, а именно отъ 19,4% въ 1877 году до 24,5, 27,8 и 31% въ послѣдніе годы. Согласно съ этимъ количество получаемого роштейна въ отношеніи употребленнаго колчедана постепенно возросло въ послѣдніе годы, именно отъ 87,2 и 88,2% въ 1876 и 1877 годахъ, до 96,6 96,1 и 102,2 въ послѣдній годъ. Потеря сѣры въ послѣдніе годы была больше, чѣмъ въ первые, и роштейна получалось изъ колчедана средн. числомъ менѣе, чѣмъ въ прежнее время.

При плавкѣ обожженнаго роштейна восстанавлилась большая часть желѣза, частію изъ желѣзнаго окисла, образовавшагося при обжогѣ, и частію изъ шлаковъ; какъ велико было восстановление—къ сожалѣнію нельзя разсчитать, ибо составъ пожженнаго роштейна неизвѣстенъ. Блейштейна получалось въ  $1\frac{1}{2}$  раза больше, чѣмъ прежде, и, кромѣ того, онъ оказался болѣе желѣзистымъ; этимъ объясняется также большая склонность плавки къ образованію желѣзныхъ настывей, чѣмъ прежде. Все это въ извѣстной степени объясняется тѣмъ, что большая часть металлическаго желѣза не окислилась при обжогѣ, а осталась въ металлическомъ видѣ и потомъ перешла при плавкѣ въ штейнъ или образовала желѣзные настыви.

Бесѣма важно было бы изслѣдовать каково полезное дѣйствіе при употребленіи кокса въ описываемомъ процессѣ. Въ періодъ 1866—70 гг. вообще на тонну древеснаго угля (въ  $0,1608\text{ м}^3$ ), при выплавкѣ роштейна плавилось 165,8 ф. шихты (въ которой было 65,5 ф.<sup>1)</sup> шлиха) а при плавкѣ пожженаго роштейна 161 ф. (съ 73,0 ф. шлиха); на  $1\text{ м}^3$  древеснаго угля при первой плавкѣ шихты приходилось 483 kg. (съ 191 kg. шлиха), а во второй плавкѣ (сокращеніе роштейна) шихты 468 kg. (съ 213 kg. шлиха). Принимая средній вѣсъ  $1\text{ м}^3$  древеснаго угля въ 160 kg., будемъ имѣть въ первой плавкѣ что 1 вѣсовую единицу древеснаго угля сплавлено 3,02 вѣсов. единицы шихты (съ 1,19 вѣс. един. шлиха), а во второй приблизительно 2,92 или 1,33 шлиха.

Въ послѣдующіе годы употребляли смѣсь изъ равнаго количества древеснаго угля и кокса. Чтобы опредѣлить какое количество единицъ древеснаго угля было замѣщено коксомъ при описываемыхъ обстоятельствахъ, надо начать съ того, что на единицу древеснаго угля въ оба періода было проплавлено одинаковое количество шихты. При выплавкѣ роштейна въ 1876—80 год. было проплавлено 146,774 центнер. шихты (въ которой было 55,593 центнер. шлиха); на это употреблено 46,584 тунны угля (въ  $0,1608\text{ м}^3$ ) и 18,665 тунны кокса (въ  $0,139\text{ м}^3$ ). Древесный уголь расплавилъ  $46,584 \times 1,658$  цент. = 77,236 центнер. шихты или  $46,584 \times 0,6560$  центнер. = 30,559 цент. шлиха; остатокъ 69538 центнер. шихты, въ коихъ 24934 цент. шлиха, падаетъ на 18665 тунны кокса. Слѣдовательно, на одну тунну приходится 372,6 ф. шихты или 133,5 фунт.

<sup>1)</sup> Фунтъ Кельсскій = 468 грам.

горн. журн. Т. III, № 8, 1886 г.



шлиха, а на 1 м<sup>3</sup> 1357 kg. шихты или 450,2 kg. шлиха. Принимая вѣсъ 1 м<sup>3</sup> кокса въ 400 kg., получается, что единицей по вѣсу кокса проплавляется 3,14 по вѣсу шихты или 1,13 шлиха.

При плавкѣ обожженного роштейна въ 1876-80 годахъ плавилось вмѣстѣ шихта въ 51747 центнер., въ которой было 22,572 центнер. шлиха. Для этой плавки употреблено 12360 туннѣ древеснаго угля и 7952 туннѣ кокса. Дѣлая расчетъ такимъ же образомъ какъ выше, получимъ, что древеснымъ углемъ проплавилось  $12360 \times 1,61$  центнер. = 19.900 центнеровъ шихты, или  $12360 \times 0,73 = 9023$  центер. шлиха. Остатокъ шихты 31847 центнер., въ которой заключалось 13549 центнер. шлиха, плавился на 7925 туннахъ кокса. На одну тунну кокса слѣдовательно проплавлялось 401,6 ф. шихты или 171 ф. шлиха; на 1 м<sup>3</sup> кокса, слѣдовательно 1358 килогр. шихты или 572 kg шлиха, а по вѣсу на 1 ч. кокса 3,54 части шихты или 1,43 шлиха.

Принимая во вниманіе всю шихту, получимъ, что 1 м<sup>3</sup> кокса замѣняетъ 2,60 м<sup>3</sup> древеснаго угля при первой плавкѣ и 2,90 при второй. Введеніе въ употребленіе кокса произвело вѣкоторую перемѣну въ отношеніи состава шихты: количество шлиха въ ней уменьшилось. Что касается плавки собственно шлиха, представляющей главный экономическій интересъ, то въ данномъ случаѣ коксъ въ двухъ плавкахъ замѣнилъ по объему отъ 2,35 и до 2,71 объема древеснаго угля.

Полученные эффекты можно считать достаточно хорошими, но они не достигли еще тѣхъ размѣровъ, которые получены въ другихъ мѣстахъ, гдѣ плавильные процессы сопровождались однимъ плавленіемъ, а не возстановленіемъ.

Дѣйствительный вѣсъ пелетучаго углерода при коксѣ получается въ 3,1 раза болѣе, нежели при древесномъ углѣ; во многихъ плавильныхъ процессахъ полученъ болѣе удовлетворительный эффектъ. Причиной этой разницы служить, съ одной стороны, потеря большого количества теплоты, при древесномъ углѣ, для испаренія гигроскопической воды и проч., а съ другой — превращеніе большей части кокса въ углекислоту. При сравнительной рыхлости древеснаго угля низкая температура конечныхъ продуктовъ разложенія даетъ возможность къ образованію одной лишь окиси углерода. Уголь, переходя въ углекислоту, развиваетъ 8080 ед. (калори) теплоты, а превращаясь въ окись углерода—всего 2473—т. е. въ три раза менѣе. Въ видѣ подтвержденія сказаннаго слѣдуетъ привести указаніе Карстена (Handbuch des Eisenhüttenkunde § 557), что при плавкѣ чугуна въ вагранкѣ на одномъ заводѣ, 1 объемъ кокса замѣнилъ 4,6 объема древеснаго угля.

Съ введеніемъ плавки въ Конгсбергѣ на коксѣ температура въ горну значительно возвысилась, и это слѣдуетъ объяснить слѣдующимъ образомъ. Во-первыхъ при коксѣ получается менѣе угля по отношенію къ вѣсу шихты, чѣмъ прежде; этотъ избытокъ увеличиваетъ жаръ печи. Во вторыхъ, какъ уже выше сказано было, въ послѣднемъ періодѣ времени получалось болѣе углекислоты, чѣмъ окиси углерода, вслѣдствіе чего температура должна была повыситься. Избытокъ теплоты въ горну обнаруживается различнымъ обра-



зомъ. Во первыхъ, какъ уже сказано было, штейнъ получается менѣе сѣрнистымъ, а колчеданы теряютъ больше сѣры. Впослѣдствіи далѣе будетъ выяснено, что, кромѣ того, шлакъ (кремнеземистый густой шлакъ) при роштейновой (рудной) плавкѣ на коксѣ сталъ бѣднѣе серебромъ; причина этого явленія заключается въ томъ, что шлакъ отъ высокаго и продолжительнаго жара дѣлается жиже и механически запутанныя частицы штейна легче спускаются на дно горна.

Коксъ надлежащимъ образомъ сгораетъ только передъ фурмами, пористый-же и мелкій древесный уголь сгораетъ уже въ верхнихъ поясахъ печи. При этомъ поясъ, въ которомъ происходитъ сгораніе, вслѣдствіе возвышенной температуры, излишнимъ образомъ и притомъ съ вредными послѣдствіями удлиняется въ вертикальномъ направленіи. Коксъ сгораетъ при относительно низкой температурѣ главнѣйшимъ образомъ въ углекислоту, но когда эта послѣдняя проходитъ черезъ раскаленный слой древеснаго угля, она восстанавливается въ окись углерода. Для этого теряется непроизводительно часть теплоты, вслѣдствіе чего увеличивается расходъ угля; полученная окись углерода увеличиваетъ значительно восстановительную силу процесса — обстоятельство въ высшей степени неудобное. Изъ всего выше приведеннаго не усматривается, что либо въ пользу совмѣстнаго употребленія древеснаго угля и кокса. Эти два горючіе требуютъ различныхъ и противоположныхъ условий. Коксъ требуетъ густое и сильное дутье, а древесный уголь — наоборотъ, при употребленіи же ихъ вмѣстѣ слѣдуетъ держаться золотой середины, но при этомъ все-таки трудно утилизировать надлежащимъ образомъ оба горючіе.

Расходъ угля на единицу шихты былъ почти одинаковъ какъ при плавкѣ на роштейнѣ, такъ и при сократительной плавкѣ. Эти операціи происходили въ тождественныхъ условіяхъ, т. е. въ печахъ одинаковыхъ размѣровъ съ тѣмъ же самымъ горючимъ и т. д. Изъ этого можно заключить, что получалось удовлетворительное количество теплоты для образованія одно и полтора кремнеземиковъ съ преобладающимъ содержаніемъ закиси желѣза. Результаты отличаются только тѣмъ, что въ одномъ случаѣ получается больше штейна, чѣмъ въ другомъ; при первомъ процессѣ получилось болѣе штейна, чѣмъ во второмъ, а именно около 18% противъ 6 или 9,5% изъ всей шихты, но даже если теплоемкость штейна + теплота плавленія была вдвое меньше или вдвое больше теплоты, поглощенной шлаками, то результаты измѣнятся всего на нѣсколько процентовъ.

Сдѣлать сравненіе дѣйствія горючаго матеріала конгсбергскихъ шахтныхъ печей съ доменными трудно, такъ какъ дѣйствіе послѣднихъ очень разнообразно. Въ шведскихъ доменныхъ печахъ, дѣйствующихъ на древесномъ углѣ, утилизація тепла доходитъ до maximum'a, встрѣчаемаго въ доменной практикѣ, причемъ на центнеръ чугуна расходуется отъ 1,15 до 0,68 центнер. высушеннаго на воздухѣ угля. Меньшій предѣлъ однако же почти не достигается. Процентъ желѣза въ шихтѣ отъ 44 до 54; на единицу по вѣсу



шихты приходится отъ 0,37 до 0,52, чаще 0,45 ч., по вѣсу древеснаго угля. При плавкѣ въ конгсбергскихъ шахтныхъ печахъ расходовалось соотвѣтственно 0,333 и 0,343, среднимъ числомъ, значить, 0,34 вѣс. ч. древеснаго угля. Въ доменномъ процессѣ почти всегда шихта трудноплавкая; для возстановленія ея требуются въ поясѣ плавленія имѣть окись углерода, а не углекислоту; потому слѣдовало бы ожидать, что полезное дѣйствіе значительно меньше, чѣмъ при плавкѣ на штейнѣ. Что это на самомъ дѣлѣ не замѣчается, въ послѣднемъ процессѣ,—зависитъ отъ того, что довольно сильное возстановленіе, хотя и мало замѣтное, имѣетъ всетаки мѣсто, и отъ того, что теплота газовъ лучше утилизируется въ высокихъ печахъ, чѣмъ въ низкихъ.

Въ заключеніе приведемъ сравненія недостатковъ и выгодъ, какія получались въ шахтной конгсбергской плавкѣ при употребленіи кокса.

1) Плавка идетъ съ коксомъ труднѣе.

Роштейнъ получается болѣе желѣзистый (бѣденъ сѣрою), причемъ болѣе садится желѣзныхъ настелей.

Желѣзистый роштейнъ трудно обжигается.

На этомъ основаніи, при плавкѣ обожженнаго роштейна получается болѣе блейштейна. Тогда какъ прежде изъ обожженнаго матеріала получалось 12,2% блейштейна, въ послѣднее время стали получать 19%.

Блейштейнъ получался болѣе желѣзистый, почему и желѣзистыхъ настелей стало выдѣляться больше.

Увеличивающееся количество блейштейна причиняетъ въ слѣдующихъ операціяхъ (въ плавкахъ блейштейна и купферштейна) замедленіе и частію большую потерю свинца, расходуемаго на обезсеребреніе штейна (нынѣ 30,1% 1 противъ 22,6 % прежде).

2) При употребленіи кокса въ роштейновую плавку количество присаживаемаго колчедана увеличивается, а количество шлиховъ соотвѣтственно уменьшается.

Въ періодъ древесно-угольной плавки имѣли среднюю шихту: 17,1% колчедана, 42% шлиха, кромѣ того 40,3% жидкихъ шлаковъ сократительной плавки и нѣкоторое количество желѣзной настели, мергеля и известн. Въ первый годъ съ употребленіемъ кокса прибавляли колчедана 22% и плавка шла хорошо, но съ другой стороны немного плавилось шлиховъ и роштейнъ получался довольно бѣденъ серебромъ. Поэтому въ слѣдующіе годы мало по малу уменьшали прибавку колчедана; въ послѣдній 1880 годъ пришли наконецъ къ тому же количеству, какъ и при древесно-угольной плавкѣ; это уменьшеніе не оказалось экономичнымъ, потому что роштейнъ, какъ уже выше было сказано, сталъ обогащаться желѣзомъ (бѣднѣть сѣрою). Изъ полученныхъ результатовъ, прибавленіе 20% колчедана оказалось самымъ рациональнымъ, ранѣе прибавляли 17,1%. Главное неудобство присадки 20%, въ сравненіи съ 17,1%, заключалось въ томъ, что въ печь поступало въ 1,17% болѣе желѣза, представлявшаго мертвый баластъ, передаваемый отъ



одной плавки къ другой и служившій всюду источникомъ затрудненій. Такъ какъ при сократительной плавкѣ можно было проплавить болѣе обожженный штейнъ, присадку шлиховъ также найдено было возможнымъ уменьшить. Вслѣдствіе усиленія дутья при употребленіи кокса, количество туціи возросло значительно, именно съ 6,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> до 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, при плавкѣ на роштейнъ, и съ 9,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> до 12,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub> при сократительной плавкѣ, въ процентахъ отъ насаженного шлиха. Какъ показываютъ таблицы, образованіе туціи значительно измѣнялось, въ зависимости отъ того, что въ одномъ году плавили много шлака (мелочи), а въ другомъ менѣе. Чѣмъ болѣе получалось туціи, тѣмъ болѣе серебристаго шлиха уносилось въ трубу и кромѣ этого ущерба происходили и другіе, а именно усиленная работа, механическая потеря, въ зависимости отъ большаго количества туціи.

3) Съ увеличеніемъ дутья вообще впослѣдствіи проплавлялось больше шихты въ сутки, чѣмъ прежде, именно при выплавкѣ роштейна 183,4 центнер. (8,583 метрическихъ тоннъ) противъ прежнихъ 180,5 (8,447 тонн.), а при сокращеніи 186,7 центнер. (8,736 тон.) противъ прежнихъ 177,4 центнер. (8,292 тон.). Эта кажущаяся выгода при внимательномъ разсмотрѣніи, дѣлается весьма проблематическою; выше было упомянуто, что при употребленіи кокса пришлось измѣнить шихту, а именно уменьшить присадку шлиха, такъ что, при плавкѣ на роштейнъ, шлиха шло при коксѣ и древесномъ углѣ 66,6 центнер., противъ 71,5 при одномъ древесномъ углѣ, а при сократительной плавкѣ 83 противъ 80,5. Въ общемъ производительность осталась почти неизмѣнною, даже, можно сказать, уменьшилась, такъ какъ на роштейнъ плавка самая продолжительная — Вообще слѣдуетъ замѣтить, что какъ теперь, такъ и прежде введеніе кокса сопровождалось меньшими неудобствами или большими выгодами при сократительной плавкѣ, въ сравненіи съ плавкою на роштейнъ. — Въ сутки проплавляется около 4 м<sup>3</sup> шихты и расходуется 18 м<sup>3</sup> угля, что составитъ вмѣстѣ около 22 м<sup>3</sup>. Шахтная печь вмѣщала до 6 м<sup>3</sup>; въ сутки, значить, печь наполнялась отъ 3,5 до 4 разъ, т. е. проходило 3,5—4 объемовъ шахты. Для сравненія можно припять, что при старыхъ, малыхъ шведскихъ домнахъ въ сутки проходило около 2, въ 40 футовой нечи 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>—2, въ новыхъ высокихъ — около 1 объема шахты. Въ заграничныхъ большихъ коксовыхъ печахъ относительный ходъ менѣе скоръ. При малыхъ печахъ и относительно быстромъ ходѣ можно достигъ полного возстановленія, если только жаръ достаточно великъ; это лучше всего показали опыты въ малой домнѣ Горной Школы (16 ф. высоты) въ Седерфорсѣ въ Швеціи, гдѣ относительный ходъ печи отъ 3,5—4.

Чтобы избѣжать возстановленія, надо вести плавку какъ можно скорѣе, тогда шихта будетъ находиться болѣе короткое время въ прикосновеніи съ раскисляющими веществами (окисью углерода и углемъ). Въ Конгсбергской плавкѣ увеличеніе хода значительно ограничивается образованіемъ туцій, такъ какъ при быстромъ ходѣ получается болѣе туціи.



4) Въ качествѣ болѣе или менѣе важной выгоды употребленія кокса можно привести, что содержаніе серебра въ густыхъ шлакахъ отъ роштейновой плавки, идущихъ въ отбросъ—уменьшилось, а именно нынѣ содержаніе серебра равняется 0,146 лот. ( $0,0045\%$ ), въ прежнее же время—0,17 лот. ( $0,0053\%$ ). При плавкѣ на роштейнѣ на древесномъ углѣ въ отбрасываемыхъ шлакахъ терялось  $8,5\%$  серебра, нынѣ же теряется всего лишь  $6,2\%$ . Принимая стоимость всего количества серебра, находящагося въ роштейновой плавкѣ, въ 100.000 кронъ, сбереженіе отъ меньшаго угара серебра опредѣлится въ 2,300 кронъ. Эта выгода однакоже уравнивается тѣмъ, что при коксѣ теряется, съ другой стороны, болѣе серебра, уходящаго въ туцѣи, а также въ желѣзные настѣлы. Настѣлы, образующіяся при плавкѣ на роштейнѣ, отбрасываются, хотя онѣ и содержатъ серебро, ибо это содержаніе весьма незначительно.

Содержаніе серебра въ густыхъ кислыхъ шлакахъ приписывается главнѣйшимъ образомъ, или даже исключительно, механически запутаннымъ въ нихъ частицамъ штейна; нельзя принять, чтобы серебро было въ нихъ въ видѣ кремнекислаго. Въ результатѣ выходитъ, что при плавкѣ коксомъ шлаки бываютъ чище, чѣмъ при древесномъ углѣ, это зависитъ отъ того, что частицы штейна при высшей температурѣ и болѣе продолжительномъ жарѣ легче опускаются на дно печи.

5) Чтобы подвести экономическій итогъ, надо принять во вниманіе цѣнность горючаго матеріала. Въ 1876—77 годахъ 1 коробъ угля ( $1,93 \text{ m}^3$ ), доставленный въ заводъ стоилъ 9,38 кронъ, а 1 тунна кокса ( $0,139 \text{ m}^3$ ) среднимъ числомъ 1,60 кронъ; такимъ образомъ 1 куб. метр. древеснаго угля будетъ стоить 4,86 кронъ, а 1 куб. метръ кокса 11,51 кронъ, слѣдовательно 2,33 раза больше на единицу объема. Выше было сказано, что при плавкѣ плиховъ 1 часть по объему кокса замѣняетъ 2,35 и 2,71 объема древеснаго угля.

Если обратить вниманіе на всѣ неудобства, которыя влечетъ за собою коксъ, то едва-ли можно утверждать, что введеніе этого горючаго дало какія либо экономическія выгоды при рудной плавкѣ; того же самаго однакоже нельзя сказать по отношенію къ сократительной плавкѣ: въ послѣдней употребленіе кокса до нѣкоторой степени оправдывается.

#### *О желѣзистыхъ настѣлахъ (крицахъ).*

Цѣль этого дополненія—немного подробнѣе поговорить о томъ желѣзѣ, которое возстановляется изъ жидкихъ шлаковъ при конгсбергской рудной плавкѣ. Возстановленное желѣзо поглощаетъ извѣстное количество углерода—не особенно большое, такъ какъ разстояніе между поясомъ возстановленія и поясомъ плавленія не велико, значитъ и время, въ продолженіи ко-



тораго могло бы происходить поглощеніе углерода, относительно незначительное. Въ поясѣ плавленія желѣзо приходитъ въ соприкосновеніе съ расплавленнымъ роштейномъ. Типическимъ представителемъ такихъ настѣлей можно принять жукъ съ кристалловиднымъ сложеніемъ, пайденный въ плавленной печи въ 1877 г., въ видѣ слоя въ нѣсколько дюймовъ толщиною, надъ обыкновенною настѣлью нитевиднаго сложенія.

Этотъ жукъ, вѣроятно, образовался во время выдувки печи, причемъ онъ выдѣлился, не будучи сначала раствореннымъ въ штейнѣ. По калориметрической пробѣ Эгерца крица содержала среднимъ числомъ 0,75% С.; она была гораздо тверже, нежели крицы, о которыхъ будетъ сказано ниже.

Возстановленное изъ жидкаго шлака желѣзо растворяется во всякомъ случаѣ большею частью въ роштейнѣ. Изслѣдованіе показало, что это желѣзо въ роштейнѣ появляется частью въ видѣ сѣрнистаго соединенія ( $\text{FeS}$ ), частью въ металлическомъ видѣ ( $\text{Fe}$ );—первая часть растворилась, значить, въ штейнѣ химически, вторая—механически. Основывая расчеты на среднемъ составѣ шихты, въ 1876—80 гг., а именно 19,8% колчедана и 41,2% шлака отъ сокращенія роштейна (небольшою присадкою желѣзистыхъ настѣлей можно пренебречь), придемъ къ слѣдующимъ выводамъ. Насаженный колчеданъ содержитъ среднимъ числомъ 42,5% сѣрнаго колчедана и 37,3% желѣза; изъ содержанія сѣры, какъ выше было пояснено, потеряно  $\frac{37,2}{100}$ ; изъ 42,5% сѣры, содержащихся первоначально въ колчеданѣ,—26,7% оказались въ штейнѣ; по отношенію же къ количеству роштейна получается 28%; эта сѣра находится въ соединеніи съ Fe, Cu, Ag, Ni и др. въ видѣ сульфидовъ, а именно  $\text{FeS}$ ,  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{Ag}_2\text{S}$ ,  $\text{NiS}$  и др. Мѣдь, серебро, никкель и другіе требуютъ выѣстѣ 1,5% сѣры, остальное количество ея, т. е. 26,5% приходится на желѣзо. Предположимъ, что все желѣзо изъ колчедана переходитъ въ роштейнъ въ видѣ  $\text{FeS}$ ; колчеданъ содержитъ, по отношенію къ роштейну, 39,6% желѣза, для перевода этого количества въ  $\text{FeS}$  нужно 22,6% сѣры, остается, значить, еще 3,9% сѣры ( $26,5 - 22,6 = 3,9$ ); это послѣднее количество сѣры соединилось съ возстановленнымъ изъ сократительной плавки шлака желѣзомъ, въ видѣ  $\text{FeS}$ . На 3,9% сѣры приходится 6,8% возстановленнаго желѣза для образованія означеннаго сѣрнистаго соединенія, остальные 19% возстановленнаго желѣза находятся въ штейнѣ въ металлическомъ видѣ.

Чтобы все возстановленное изъ сократительной плавки шлака желѣзо могло получиться въ видѣ  $\text{FeS}$ , пришлось бы насадить среднимъ числомъ 49,9% сѣры въ шихту въ видѣ колчедана, при этомъ расчетѣ приблизительно половина сѣры изъ  $\text{FeS}_2$  предположена потерянной; колчеданъ, конечно, не содержитъ никогда среднимъ числомъ 50% сѣры, небольшое же количество колчедана въ шлахѣ можно не принимать во вниманіе. Химически растворенное желѣзо получается частью отъ непосредственнаго соеди-



ненія возстановленнаго углеродомъ желѣза съ сѣрою, выдѣляющейся изъ сѣрнаго колчедана, частью же отъ возстановляющаго дѣйствія сѣры на желѣзистые шлаки, по формулѣ:  $3S + 2(FeO)_2 \cdot SiO_2 = 2FeS + SO_2 + 2FeO \cdot SiO_2$ , ибо, какъ извѣстно, сѣрный колчеданъ, освобождая сѣру, энергически возстановляетъ богатые желѣзомъ шлаки. Механически растворенное желѣзо большею частью остается въ роштейнѣ, меньшая часть его осаждается на дно печи въ видѣ настyli, причина этому послѣднему явленію заключается въ томъ, что штейнъ не въ состояніи, при пониженіи температуры, сохранять въ себѣ все желѣзо въ растворенномъ видѣ. Желѣзистыя настyli всегда загрязнены частицами штейна и шлака; если извлечь изъ измельченной настyli желѣзо магнитомъ и подвергнуть его промывкѣ (обогащенію) алкогелемъ, то можно извлечь въ достаточно чистомъ видѣ. Авторъ сдѣлалъ нѣсколько опредѣленій углерода по способу Эгерца въ настyляхъ отъ конгсбергской рудной плавки; всѣ пробы обнаружили содержаніе углерода, хотя иногда, правда, весьма незначительное, — въ 3 пробахъ среднимъ числомъ содержалось 0,05, 0,10 и 0,12 С. Два послѣднія опредѣленія произведены надъ небольшимъ шарикомъ желѣза, найденнымъ внутри настyli, и надъ остальною массою той же настyli. Подобные шарики желѣза, имѣвшіе въ діаметрѣ отъ 0,5 до 2 см., были находимы въ 1877 г. весьма часто въ жукахъ. Шарики были окружены съ поверхности шлакомъ и штейномъ, изнутри они, повидимому, были довольно чисты, они сидѣли настолько некрѣпко въ массѣ, что можно было ихъ вынимать рукою. По внѣшнему виду эти шарики были подвержены плавленію, вѣроятно они образовались изъ настyli, вслѣдствіе того, что послѣдняя мѣстами находилась подъ вліяніемъ высокой температуры, обусловливавшей плавленіе. Какъ показываютъ анализы, содержаніе углерода въ шарикахъ и въ окружающемъ ихъ желѣзѣ приблизительно одинаковое.

Всѣ изслѣдованныя желѣзистыя настyli были очень хрупки. То-же замѣчалось по отношенію и къ нѣкоторымъ желѣзистымъ настyлямъ, полученнымъ при плавкѣ никкелевыхъ рудъ; эти послѣднія настyli не поддавались изслѣдованію по методѣ Эгерца, такъ какъ содержали немного никкеля, окрашивавшаго растворъ въ зеленый цвѣтъ. Упомянутыя настyli, вѣроятно, также не содержали много углерода, ибо растворъ имѣлъ чистый зеленый цвѣтъ, безъ бурога оттѣнка.

Такъ какъ обыкновенныя желѣзистыя настyli съ жилковатымъ сложеніемъ образуются преимущественно и даже исключительно при опусканіи роштейна на дно печи, — то кажется невѣроятнымъ, чтобы желѣзо могло содержать углеродъ, послѣ того, какъ оно выдѣлилось изъ штейна. Поэтому авторъ полагаетъ, что механически растворенное желѣзо, послѣ растворенія въ штейнѣ, сохранило въ себѣ часть того количества углерода, которое оно первоначально содержало. Чтобы доказать это, въ агатовой ступкѣ измельчены были различные богатые желѣзомъ штейны, въ сравнительно большихъ

количествахъ, затѣмъ частицы желѣза извлекались магнитомъ; порошокъ штейна нѣсколько разъ очищался магнитомъ, затѣмъ изамельченъ былъ еще мельче и обогащенъ промывкою алкоголемъ, до тѣхъ поръ, пока послѣдній не пересталъ уносить съ собою частичекъ штейна. Порція, очищенная такимъ образомъ, содержала 0,16—0,18% сѣры.

Желѣзо изъ рощейна содержало, на основаніи серіи анализовъ, 0,065% С (среднее изъ 10 наблюденій между 0,055 и 0,07), на основаніи же другой серіи анализовъ—0,075, въ среднемъ, значитъ, это желѣзо содержало 0,07% С. Желѣзо изъ другаго штейна содержало 0,09% С. Эти количества углерода согласуются съ найденными въ желѣзистыхъ настыляхъ.



## ГЕОЛОГІЯ, ГЕОГНОЗІЯ И ПАЛЕОНТОЛОГІЯ.

### ОТЧЕТЪ ОВЪ ИЗСЛѢДОВАНІЯХЪ, ПРОИЗВЕДЕННЫХЪ ВЪ ОБЛАСТИ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ КЪ ХРЕБТУ КАРА-ТАУ.

Оеодосія Чернышева.

Лѣтомъ прошлаго 1885 года мнѣ было поручено, попутно съ производившимися изслѣдованіями на Западномъ склонѣ Урала, выяснить вопросъ о возможности находенія ископаемаго горючаго въ области, прилегающей къ хребту Кара-Тау. Изслѣдованія эти, хотя и не принесли безусловно положительныхъ результатовъ, даютъ тѣмъ не менѣе указанія, не лишающія надежды на отысканіе каменнаго угля вблизи строящейся Уфимско-Челябинской желѣзной дороги. Но прежде чѣмъ изложить основанія этихъ надеждъ, считаю нелишнимъ указать въ общихъ чертахъ на строеніе хребта Кара-Тау. Кряжъ этотъ, протягивающійся отъ верховьевъ Салдыбаша въ сѣверо-восточномъ направленіи, въ истокахъ р. Б. Аши дѣлаетъ крутой изгибъ на О и въ этомъ направленіи достигаетъ вплоть до р. Юрезани, въ которую и упирается своими восточными отрогами. Весь хребетъ представляетъ огромный сбросъ, въ которомъ паденіе слоевъ, сообразно указаннымъ направленіямъ кряжа, въ началѣ SO, а затѣмъ, отъ истоковъ Мицъяра до р. Юрезани, — южное. У сѣвернаго и сѣверо-западнаго подножія хребта располагаются слегка возмущенные слои верхняго каменноугольнаго известняка, уходящіе къ югу и югозападу подъ пермокарбонovyя отложенія. По восточную сторону Кара-Тау наиболѣе полный разрѣзъ находится между верховьями Салдыбаша и Б. Аши. Здѣсь мы имѣемъ послѣдовательную смѣну аркозовыхъ нижне-девонскихъ песчаниковъ  $D_1^g$ , обнажающихся на самомъ гребнѣ Кара-Тау и на его склонахъ, группой  $D_2^1$  сланцевъ, мергелей и песчаниковъ, которые я отношу къ нижнимъ горизонтамъ средняго девона, а эта группа прикрывается, въ свою очередь, скорлуповатымъ, доломитовымъ, средне-девонскимъ известня-

комъ  $D_2^3$ , соотвѣтствующимъ горизонту со *Spirifer Anossofi* Vern. въ болѣе восточныхъ областяхъ. Рѣка Салдыбашъ въ своихъ верховьяхъ проходитъ почти по границѣ горизонтовъ  $D_1^1$  и  $D_2^2$ , и въ нѣсколькихъ мѣстахъ можно видѣть взаимное отношеніе этихъ послѣднихъ. Извѣстнякъ  $D_2^2$  уходитъ подъ песчаники, слагающіе параллельный Кара-Тау хребетъ, извѣстный подъ названіемъ Кулевской горы. Такое ихъ отношеніе легко видѣть на перевалѣ отъ вершинъ Салдыбаша къ р. Ашѣ. Песчаники Кулевской горы лежатъ подъ известняками съ массой верхне-девонскихъ формъ: *Manticoceras intumescens* Beyrich, *Cardiola retrostriata* Buch, *Cardiola concentrica* Münst, *Spirifer Buchardi* Murch., *Spirifer Archiaci* Murch., *Rhynchonella cuboides* Sow. etc.

Между песчаниками и известняками  $D_2$  располагается толща горючихъ сланцевъ, обнаруживающихся какъ по Зорину ключу, прав. притоку Б. Аши, такъ и на этой послѣдней. Наконецъ, известняки верхне-девонскіе лежатъ непосредственно подъ нижнимъ каменноугольнымъ известнякомъ, развитымъ на востокъ отъ Б. Аши, такъ и по этой послѣдней, ниже рѣчки М. Аши. Такія взаимныя отношенія указанныхъ горизонтовъ прослѣжены мной на цѣломъ рядѣ разрѣзовъ по рр. Миньяру, Б. Ашѣ, правому ея притоку Терпелѣ, Салдыбашу и на нѣсколькихъ перевалахъ черезъ самый Кара-Тау и Кулевскую гору. Всѣ эти разрѣзы указали на постоянство развитія всѣхъ упомянутыхъ горизонтовъ.

Переходя къ практической сторонѣ данныхъ, собранныхъ въ области, прилегающей къ Кара-Тау, должно указать на присутствіе угля по Зорину или Митину ключу (правый притокъ Б. Аши, подлѣ бывшей д. Ивановской, въ предѣлахъ Симскаго округа). Лѣтъ 20 тому назадъ найдено было нѣсколько кусковъ угля по этому ключу, что и подало поводъ Симскому заводууправленію начать развѣдочныя работы. Заложень былъ рядъ шурфовъ и одна буровая скважина. Къ сожалѣнію, работы эти, стоившія значительныхъ затратъ, ничего не выяснили: шурфамъ пройдены только постплиоценовыя отложенія, а буровая скважина была заложена среди вышеупомянутыхъ песчаниковъ въ той мысли, что они каменноугольнаго возраста. Какъ я уже сказалъ раньше, всѣ породы въ описываемой области имѣютъ паденіе на SO, и между песчаниками и известняками  $D_2$  залегаетъ толща углистаго сланца. Въ верховьяхъ Зорина (Митина) ключа имѣютъ развитіе исключительно песчаники, и тутъ не было найдено ни одного куска каменнаго угля. Этотъ послѣдній въ руслѣ ручья начинаетъ попадаться съ того мѣста, гдѣ ключъ врѣзывается въ известняки, ниже обнаженій которыхъ куски каменнаго угля, вмѣстѣ съ углистымъ сланцемъ, разбѣяны по руслу Зорина ключа почти до его устья. Такимъ образомъ есть основаніе предполагать вымывъ угля между кварцевыми песчаниками и известняками, а не изъ первыхъ. Буровая скважина подтвердила справедливость этого предположенія, такъ какъ, будучи заложена вблизи шурфа, въ которомъ найденъ былъ въ постплиоценовой глинѣ значительный кусокъ угля, она прошла песчаники на 24 метра и не встрѣтила



угля. Еслибы послѣдующія изысканія показали благонадѣжность мѣсторожденія угля на Зориномъ ключѣ, то указанное постоянство геологическаго строенія юго-восточнаго склона Кара-Тау дало бы основаніе предполагать присутствіе его на значительной площади <sup>1)</sup>).

Куски угля, попадающіеся въ руслѣ Зорина ключа, блестящаго, чернаго цвѣта и рыхлы. Въ массѣ ихъ вкрапленъ сѣрный колчеданъ, встрѣчающійся также въ видѣ хорошо образованныхъ кристалловъ въ обнажающихся по ключу известнякахъ. Лабораторныя испытанія, произведенныя П. Д. Николаевымъ, показали слѣдующій составъ угля:

Влажности. . . . .	10,47%
Летучихъ веществъ.. . .	35,09 „
Нелетучаго углерода . .	51,54 „
Золы. . . . .	2,9 „
	<hr/> 100,00%

Зола темнаго цвѣта, легучія вещества горятъ короткимъ пламенемъ послѣднее впрочемъ надо было ожидать впередъ, такъ какъ куски угля взяты изъ ручья.

У сѣверо-западнаго подножія Кара-Тау мои работы были направлены къ тому, чтобы выяснить, продолжается ли горизонтъ горючихъ сланцевъ р. Юрезани южнѣе, къ р. Салдыбашу, какъ объ этомъ говорили башкиры. Задача эта разрѣшилась въ отрицательномъ смыслѣ. Въ отчетѣ своемъ <sup>2)</sup> Геологическому Комитету я подраздѣлилъ въ 1884 году верхній каменно-угольный известнякъ такъ назыв. Уфимскаго плоскогорія на пять горизонтовъ, изъ которыхъ *d*, сплошь переполненный *Productus Cora d'Orb.*, можетъ быть названъ кѣровымъ горизонтомъ, а *b*, состоящій изъ остатковъ коралловъ, — коралловымъ известнякомъ. Между этими горизонтами по Юрезани залегаетъ оолитъ *c* съ горючимъ сланцемъ. Въ верховьяхъ Айли Кыдры и Сарвы (притоки Салдыбаша) было констатировано продолженіе какъ коралловаго горизонта, такъ и кѣроваго; но горизонтъ горючихъ сланцевъ нигдѣ не былъ обнаруженъ и, весьма вѣроятно, репрезентируется нижними частями кѣроваго горизонта. Для полноты указаній по порученному мнѣ вопросу, не лишне упомянуть еще о нѣкоторыхъ данныхъ, которыя въ настоящее время хотя и не имѣютъ существеннаго значенія, но могутъ послужить къ направленію развѣдокъ въ новую область, если всѣ остальные попытки отыскать уголь останутся безуспѣшными.

Къ такимъ указаніямъ должна быть отнесена находка лигнита среди

<sup>1)</sup> При условіяхъ, аналогичныхъ предполагаемымъ мною для Зоринскаго мѣсторожденія, извѣстенъ уже уголь въ девонскихъ слояхъ близъ д. Мурзакаевой въ Южномъ Уралѣ, описанный профессоромъ А. П. Каринскимъ (Г. Ж. 1869. Ч. IV, стр. 214—216).

<sup>2)</sup> Изв. Геолог. Ком. Т. III, стр. 18—22, 26.

артинскихъ глинъ и песчаниковъ, развитыхъ подлѣ д. Ибраевой. Въ 1884 году башкирами этой деревни было заявлено о нахожденіи угля въ обрывистомъ берегу Ая, выше Ибраевой. Въ томъ же году мѣсторожденіе это было осмотрѣно Горнымъ Инженеромъ Панцержинскимъ, отъ котораго и были получены мною извѣстія объ Ибраевскомъ углѣ. Мѣсторожденіе это представляетъ тонкій слой лигнита, раздувающійся до 0,1 метра и суживающійся до 0,5 сант. Уголь этотъ буровато-чернаго цвѣта, сильно проникнутъ кремнеземомъ и сохраняетъ явственно растительную структуру. Среди этого угля примазки и прослойки (около 0,5 сант.) чернаго, блестящаго, разрушистаго угля. Въ одномъ пунктѣ нами былъ расчищенъ кусокъ обугливагого ствола хвойнаго растенія, имѣющій до 0,5 м. длины и ширины и до 0,3 метра толщины. Мѣсторожденіе это само по себѣ, по плохимъ качествамъ угля и по его незначительной мощности, заслуживаетъ малаго вниманія; но оно служитъ указаніемъ на то, что и въ эпоху артинскихъ отложеній могли быть на Уралѣ условія, благопріятныя для образованія залежей угля. Обстоятельство это тѣмъ болѣе интересно, что прослой угля уже были раньше находимы среди тѣхъ же артинскихъ отложеній, протягивающихся непрерывно вплоть до Артинскаго завода, въ окрестностяхъ этого послѣдняго <sup>1)</sup>).

Очень можетъ быть, что угленостностью артинскихъ отложеній должно объяснять такое оригинальное явленіе, какъ „Горящая Гора“ на Юрезани, на вершинѣ которой со временъ путешествія Паласа (съ 1768 г.) въ трещинахъ наблюдается температура свыше 60-ти градусовъ Цельзія, дающая поводъ предполагать тутъ подземный пожаръ, подобный извѣстному въ „Горящей Горѣ“ близъ Дутвейлера въ бассейнѣ Саара.

## ВАЖНѢЙШІЕ РЕФЕРАТЫ ПО ГЕОЛОГІИ.

*Ф. Байбергеръ о дюнахъ.* Въ Европѣ дюны встрѣчаются на берегахъ восточной Пруссіи, восточной Фрисландіи, Ютландіи, Норфолька, Южной и Югозападной Франціи, на сѣвероафриканскихъ берегахъ Средиземнаго моря; далѣе въ Сахарѣ, въ Баннатѣ и кое гдѣ въ сѣверо-германской низменности, такъ напр. въ сѣверной части Флемминга; въ Америкѣ—отъ Нью-Йорка до Мексиканскаго залива, въ Атакамѣ и на плоскогоріи Утахъ; равнымъ образомъ въ азіат-

<sup>1)</sup> Вагнеръ, Горный Журналъ 1840 г. IV. Геогностическое описаніе 9 участка дачъ Златоустовскихъ заводовъ.

<sup>2)</sup> Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik VIII Jahrg. 1 и 2 Heft. Переводъ студ. Горн. Инст. В. Обручева.



скихъ и австралійскихъ пустыняхъ. Прослѣдивши всѣ эти мѣста на орографической картѣ, мы замѣтимъ, что дюны предпочитаютъ плоскіе берега крутымъ, а въ странахъ, не прилежащихъ къ морю, онѣ развиты на равнинахъ. У крутыхъ береговъ дюны нѣтъ, такъ какъ орографическая неправильность очертаній лишаетъ дюны необходимаго условія—равной почвы. Изслѣдованіе береговъ въ странахъ, обладающихъ дюнами, указываетъ на тѣсную связь между пескомъ дюны и морскимъ пескомъ. При быстромъ погруженіи суши песокъ дюны сдѣлался бы морскимъ пескомъ, при быстромъ поднятіи—прибрежныя мели доставили бы песокъ для дюны. Итакъ, песокъ дюны и песокъ отмелей почти одно и то-же, разницу составляетъ только присутствіе или отсутствіе водяного покрова, такъ что дюну можно было бы назвать надводной отмелью, а отмель—подводной дюной.

По происхожденію песокъ дюны представляетъ продуктъ моря; у крутыхъ береговъ онъ не можетъ быть выброшенъ на сушу; притомъ скалистые, крутые берега непосредственно отвѣсно обрываются въ море; скалы не благопріятствуютъ обильному образованію песка, а большая глубина у береговъ затрудняетъ образованіе отмелей. Выбрасываніе песка на сушу происходитъ только на плоскихъ берегахъ, вѣрнѣе на очень плоскихъ; при нѣкоторой высотѣ берега передвиженіе песчинокъ продолжается слишкомъ долго и онѣ тѣмъ временемъ снова смываются волнами.

Очевидно, что песокъ выбрасывается волнами, переполненными у береговъ обломочнымъ матеріаломъ, доставляемымъ рѣками и сильнымъ треніемъ волнъ о побережье. Понятно, что если волны доставляютъ матеріалъ для образованія дюны, то чѣмъ больше содержаніе обломочнаго матеріала въ волнахъ, тѣмъ быстрѣ идетъ образованіе дюны; этимъ объясняется большее развитіе дюны на берегахъ океановъ и меньшее на берегахъ внутреннихъ морей, такъ какъ на берегу океана сильный приливъ и различныя теченія производятъ большія волны и болѣе сильный прибой. Дѣйствительно, на берегахъ океановъ дюны больше; такъ напр. на западномъ берегу африканско-европейскаго материка (Шотландія, Firth of Tay, Голландія, Гасконія и Гвинея) дюны больше, чѣмъ у Средиземнаго моря. Самыя ничтожныя дюны встрѣчаются у внутреннихъ морей съ плоскими берегами.

Говоря вообще, дюны представляютъ осадочныя отложенія волнъ и своимъ появленіемъ указываютъ на плоскій берегъ, т. е. на дурныя естественныя гавани.

Если сильный прибой доставляетъ волнамъ очень много обломочнаго матеріала, то высокій приливъ и бури, нагоняющія волны на берегъ, крайне благопріятны развитію дюны; замѣтимъ, однако, что приливъ и величина волнъ не обуславливаютъ *величину* дюны, а только количество песчаного матеріала. Дюны образуются и въ случаѣ незначительнаго прилива, напр. у сѣверогерманскихъ береговъ Балтійскаго моря, гдѣ приливъ достигаетъ только одного десим. высоты, а еще дальше къ востоку совершенно ничтоженъ.



На восточномъ берегу Атлантическаго океана ежегодно выбрасывается на берегъ до 6 милл. куб. метр. ила и песка; илъ негоденъ для образованія дюнъ, скорѣе даже вреденъ; въ крайнемъ своемъ развитіи илъ и шликъ образуютъ марши (прибрежныя болота), песокъ-же—дюны и пустыни, т. е. образованія совершенно противоположныя. Марши образуются скорѣе всего въ спокойныхъ морскихъ заливахъ, дюны-же—на открытыхъ берегахъ съ сильнымъ прибоемъ. Такимъ образомъ дюны и марши существенно различны. Если-бы марши и дюны могли существовать рядомъ, мы-бы замѣтили далѣе, что образованіе маршей происходитъ только непосредственно у воды, особенно-же въ водѣ, тогда какъ дюны встрѣчаются нерѣдко вдали отъ моря, внутри страны; такимъ образомъ граница прилива составляетъ крайнюю границу развитія марши; область-же дюнъ начинается у границы прилива и простирается на неопредѣленное разстояніе внутрь страны, указывая этимъ на независимость дюнъ отъ моря.

Набѣгая по всей длинѣ своей на берегъ, волна оставляетъ на немъ песокъ, и хотя стекающая вода уноситъ большую часть обратно, но, не достигнувъ еще уровня моря, встрѣчаетъ новую волну, насыщенную пескомъ, и весь песокъ вторично прибивается къ берегу; такимъ образомъ количество песка все увеличивается и большая часть его задерживается песчинками, выброшенными ранѣе на побережье и составляющими препятствіе для стекающаго песка. Выброшенный песокъ подвергается дѣйствию вѣтра, который сначала лишаетъ его влажности и затѣмъ начинаетъ медленно, но постоянно передвигать впередъ. Подводный песокъ избѣгаетъ этого воздѣйствія, но достаточно повышения его до поверхности воды, чтобы вліяніе вѣтра тотчасъ же обнаружилось. Наглядный примѣръ доставляетъ островъ Бакеръ, расположенный въ Тихомъ океанѣ, вблизи экватора, на  $176^{\circ} 22''$  зап. долг. отъ Гринвича. Лѣтомъ, когда вѣтеръ дуетъ съ юговостока, отмель имѣетъ сѣверозападное положеніе; зимой-же, при господствующихъ сѣверовосточныхъ вѣтрахъ, отмель переносится и занимаетъ юговосточное положеніе, передвигаясь такимъ образомъ однимъ концомъ своимъ ежегодно два раза на разстояніе въ 60 метровъ. Правда, что главная передвигающая сила—это береговое теченіе, но послѣднее составляетъ слѣдствіе господствующихъ вѣтровъ.

Непосредственно вѣтеръ дѣйствуетъ на песокъ, лежащій на берегу и незащищенный воднымъ покровомъ. Пока песчинки влажны, онѣ лежатъ плотно другъ подлѣ друга, такъ что умѣренное движеніе воздуха не можетъ унести ихъ, не по причинѣ большей тяжести песчинокъ, окутанныхъ тонкимъ слоемъ воды, а вслѣдствіе большаго сцѣпленія ихъ между собой. Но едва только песчинка обсохла, вѣтеръ начинаетъ увлекать одну за другой; на своемъ пути песчинка встрѣчаетъ тысячи препятствій—другія частицы песка и гравія, траву, стебли, камни и пр.; но такъ какъ вѣтеръ постоянно дуетъ въ одномъ направленіи, то подхваченная песчинка не знаетъ болѣе покоя; небольшія препятствія только задерживаютъ ее катящуюся передвиженіе, но не



прекращаютъ его; песчинка начинаетъ подпрыгивать, прыжки и скорость движенія все увеличиваются. Чѣмъ песчинка меньше, тѣмъ больше прыжки и тѣмъ она дальше уносится отъ берега; она успокоится только встрѣтивъ преграду, которая или прекратитъ воздѣйствіе вѣтра или ослабитъ его на столько, что вѣсъ песчинки сдѣлается достаточнымъ для противодѣйствія давленію воздуха.

Передвиженіе мельчайшихъ песчинокъ обнаруживается легкимъ трескомъ и своеобразнымъ зудомъ на лицѣ, рукахъ и особенно на вѣкахъ наблюдателя, вызываемымъ прикосновеніемъ летящихъ песчинокъ, невидимыхъ глазу. При сильномъ вѣтрѣ вершины дюнь словно окутаны туманомъ; тогда уже уносятся большія песчинки, вызывающія на кожѣ болѣзненное ощущеніе; во время бури невозможно идти противъ вѣтра съ незащищенными глазами. Какъ-же образуются песчаные холмы? При взглядѣ на морскія и песчаныя волны естественно возникаетъ предположеніе, что песчаная волна составляетъ продолженіе морской: и та и другая производятся вѣтромъ. Ударяя о гладкую поверхность моря, вѣтеръ вздымаетъ небольшія волны, которыя затѣмъ сливаются и становятся все больше и больше. Какъ водяная, такъ и песчаная волна располагаются перпендикулярно направленію вѣтра, но водяная волна обращена къ вѣтру своей крутой стороной, а песчаная—пологой, оттого что первая производится моментальнымъ давленіемъ—вѣтра, ударомъ его, —а песчаная постояннымъ воздушнымъ теченіемъ при содѣйствіи другихъ агентовъ. Дѣйствуя на поверхность воды, вѣтеръ имѣетъ стремленіе образовать неровности, дѣйствуя—же на песчаное море—сглаживать ихъ. Ниже мы увидимъ, что при передвиженіи дюнь движется песокъ, т. е. матеріалъ, тогда какъ водяная волна только передаетъ движеніе дальше.

Такъ какъ упругая водяная волна существенно различается отъ песчаной, состоящей изъ билліоновъ отдѣльныхъ частицъ, между собой несвязанныхъ, то дюны нельзя назвать песчаными волнами въ смыслѣ волнъ морскихъ; поэтому дюны слѣдовало-бы называть песчаными возвышеніями.

Вѣтеръ на совершенно гладкой поверхности суши никакихъ возвышеній образовать не можетъ; но тамъ, гдѣ онъ встрѣчаетъ препятствія,—камни, неровности почвы, растенія,—онъ отлагаетъ песокъ, образующій возвышенія позади этихъ препятствій или между ними. Полузасыпанные пескомъ растенія опять подрастаютъ надъ пескомъ; это влечетъ за собою новыя отложенія песчинокъ, такъ что холмъ растетъ въ вышину и въ ширину. По новѣйшимъ воззрѣніямъ, трава дюнь вырастаетъ вмѣстѣ съ дюной: чѣмъ больше она засыпается пескомъ, тѣмъ быстрѣе ея ростъ. Обширная система корней пронизываетъ дюну по всѣмъ направленіямъ и укрѣпляетъ ее.

Образованіе дюнь обусловлено травой и составляетъ результатъ своеобразнаго приспособленія растительности къ каждому повышенію почвы. Летучій песокъ безъ растеній никогда не въ состояніи образовать прочные холмы такой вышины. Чѣмъ выше вырастаетъ дюна, тѣмъ большее препят-



ствіе представляетъ она передвигающимся песчинкамъ, которыя тѣмъ легче отлагаются на ней. По этой теоріи, береговой травѣ приписывается такая-же роль въ образованіи дюнь, какъ и вѣтру. Реклю и другіе авторитеты полагаютъ, что даже маленькое препятствіе, заставляющее летучій песокъ скопляться въ холмики, быстро увеличивающіеся отъ новыхъ накопленій, совершенно достаточно для образованія дюнь. Они не указываютъ на безъусловную необходимость растительнаго покрова.

Другіе считаютъ холмообразные наносы песка прежде всего результатомъ вліянія вѣтра и доходятъ до вполне своеобразной теоріи развитія дюнь. По ихъ мнѣнію вѣтеръ движется на морѣ горизонтально и, встрѣчая наклонную плоскость побережья, образуетъ съ нею нѣкоторый тупой уголъ; поэтому токъ вѣтра не только передвигаетъ песчинки, но словно вырываетъ ихъ, особенно тамъ, гдѣ направленіе его теченія подвергается первому отклоненію, т. е. въ точкѣ встрѣчи струи вѣтра съ плоскостью берега. Но такъ какъ уголъ отраженія равенъ углу удара, то отраженный вѣтеръ очевидно долженъ удалиться отъ плоскости берега на величину угла паденія; многія изъ подхваченныхъ песчинокъ будутъ унесены имъ въ томъ-же направленіи, хотя большая часть ихъ, по своей тяжести или по слабости вѣтра, снова опустится и притомъ въ относительно спокойное пространство—между струей отраженнаго вѣтра и плоскостью берега. Такимъ образомъ къ углубленію, сдѣланному въ прибрежьѣ давленіемъ вѣтра, будетъ примыкать возвышеніе въ видѣ холмика или валика изъ вырванныхъ песчинокъ, которое, въ случаѣ постояннаго вѣтра, разовьется въ дюну. Если плоскій берегъ имѣетъ большое протяженіе, то возникнетъ песчаный валъ, расположенный у моря параллельно береговой линіи и перпендикулярно направленію вѣтра.

Можно возразить, что, согласно наблюденіямъ, чѣмъ берегъ положе, тѣмъ легче развитіе дюнь; поэтому идеально плоскій берегъ допускаетъ самое большое развитіе дюнь. По этой же теоріи, чѣмъ берегъ наклоннѣе, тѣмъ лучше, такъ какъ тогда уголъ между направленіемъ вѣтра и плоскостью берега (т. е. уголъ удара) становится больше, сила вѣтра, вырывающаго песчинки изъ берега, увеличится и развитіе дюнь облегчится,—а это противорѣчитъ наблюденіямъ <sup>1)</sup>.

Такъ какъ немыслимо, чтобы вѣтеръ не мѣнялъ направленія, а оставался постояннымъ, то вполне естественно, что второй напоръ вѣтра унич-

<sup>1)</sup> Авторъ упускаетъ изъ виду, что увеличеніе уклона берега, благоприятствующее развитію дюнь, имѣетъ свои предѣлы. Разложимъ силу вѣтра, дѣйствующую подъ угломъ  $\alpha$  на пологій берегъ на двѣ составляющія—параллельную и перпендикулярную линіи берега; параллельная слагающая стремится передвигать песчинки, перпендикулярная прижимаетъ ихъ къ берегу; слѣдовательно, чѣмъ берегъ положе, тѣмъ больше параллельная составляющая, т. е. больше сила, передвигающая песчинки. Уже при углѣ уклона въ  $45^\circ$  передвиженіе песчинокъ затруднено, такъ какъ обѣ слагающія равны. Несравненно обстоятельнѣе эта теорія изложена Г. Соколовымъ въ его диссертациі о дюнахъ 1884 г.—„Дюны, ихъ происхожденіе и развитіе“.

*Примѣч. перера.*



тожить работу первого, такъ какъ образовавшееся возвышеніе изъ летучаго песка не въ состояніи противостоять его силѣ. Необходимое условіе въ вышеизложенной теоріи составляетъ постоянство вѣтра; но оно неосуществимо; вѣтеръ противоположнаго направленія уничтожитъ всѣ результаты воздѣйствія первого. Если вѣтеръ морской образуетъ рядъ углубленій и возвышеній на прибрежьи, то вѣтеръ континентальный обязательно снесетъ эти возвышенія и заполнить углубленія.

Слабый вѣтеръ гонитъ песокъ по землѣ, болѣе сильный поднимаетъ его тучами до 50 метр. высоты и отлагаетъ его на разстояніи нѣсколькихъ сотенъ метровъ отъ мѣста поднятія.

Пропоясь надъ равниной, вѣтеръ дѣйствуетъ на нее какъ одна поверхность шлифующая другую, — онъ сглаживаетъ всѣ неровности; на совершенно ровной поверхности вѣтеръ никогда не образуетъ снѣжныхъ заносовъ и сугробовъ. Для образованія возвышенія подъ пескомъ необходимо присутствіе прочнаго препятствія (камня, растенія), которое не могло-бы быть снесено вѣтромъ; еще прочнѣе будетъ наша теорія, если мы предположимъ, что песчаная оболочка препятствія укрѣпляется растительностью. Итакъ — какое либо препятствіе задерживаетъ песокъ, а растительность укрѣпляетъ его своими корнями и противодѣйствуетъ нивелирующему давленію вѣтра — вотъ основныя положенія второй теоріи, которую мы уже разбирали въ началѣ статьи; она на столько-же близка къ истинѣ, насколько другая теорія удалена отъ нея.

Останемся при вышеприведенномъ взглядѣ; понемногу одна дюна образуется подлѣ другой, нѣкоторыя остаются незначительными, другія увеличиваются, третьи сливаются въ непрерывный валъ. Всѣ обращены пологимъ склономъ въ  $7-12^\circ$  въ навѣтренную сторону, а крутымъ въ  $28-30^\circ$  въ подвѣтренную.

Въ Гвиней дюны имѣютъ уклонъ въ  $7-12^\circ$  съ навѣтренной стороны и  $29-32^\circ$  съ подвѣтренной; тѣ-же углы мы находимъ въ Жирондѣ ( $8-12^\circ$  и  $29-32^\circ$ ) въ голландскихъ, прусскихъ и датскихъ дюнахъ, такъ что можно считать нормой, что уголъ уклона подвѣтренной стороны втрое болѣе угла уклона навѣтренной. По пологому склону песчинки перекатываются вѣтромъ до гребня дюны; на гребнѣ мы часто видимъ очень правильную систему маленькихъ параллельныхъ песчаныхъ волнъ съ соотвѣтственными уклонами — это дюны въ миниатюрѣ. Высота подъема песчинокъ зависитъ отъ массы ихъ, отъ силы вѣтра, въ особенности-же отъ растительнаго покрова дюны; эта высота очень велика въ виду легко подвижнаго песчаного матеріала. Такъ какъ холмы возвышаются на плоскости, то издали они походятъ на горныя хребты. На сѣверномъ берегу Германіи они достигаютъ 30—40 метр. вышины, въ Англіи 20—30 метр., на берегахъ Гаронны во Франціи — 10 метр., у Ъваномес даже 100 и 120 метр., а одна дюна 155 метр., во Флоридѣ, Вера-Круцъ, Тампико и Мексико высота ихъ — 30 метр., у мыса Св. Рока 45 метр., на восточномъ склонѣ Сави, гдѣ дюны состоятъ изъ коралловаго

песка,—только 10 метр. Самыя высокія по слухамъ находятся въ Сѣв. Африкѣ, напр. у мыса Боядоръ,—именно до 120 и 180 метр., хотя послѣднее извѣстіе не вполне достоверно.

Существуетъ разница между высотой гребня и высотой вершины дюны; такое различіе я встрѣчалъ только у Berendt'a, который приписываетъ дюнамъ Куришгаффа высоту гребня въ 30 метр. при высотѣ вершины въ 60 метр.

Песокъ дюнъ очень неравнозернистъ: онъ то походить на строительный песокъ, то отдѣльныя песчинки едва едва видны въ лупу.

Петрографическій составъ въ главныхъ чертахъ всегда соответствуетъ строенію берега, побережья; кварцъ преобладаетъ, встрѣчается также глина, черноземъ, остатки растений и раковинъ, а у Сѣвернаго моря—даже частицы янтаря. Какъ велико давленіе, производимое этими массами песка на ихъ основаніе—почву побережья,—видно изъ сообщеній Schumann'a Berendt'a; по ихъ словамъ, на берегахъ Куришгаффа во многихъ пунктахъ семимильнаго разстоянія между Rossiten и Schwarzroth почва выдавлена на 2, 4 даже 5 метр. Вертикальный разрѣзъ дюнъ обнаруживаетъ слои, подобные годовымъ кругамъ дерева и различающіеся по количеству и качеству. Каждый новый слой давитъ на ранѣе образовавшійся; давленіе увеличивается по мѣрѣ нарастанія новыхъ слоевъ и съ приближеніемъ къ центру дюны. Известковой цементъ изъ разрушенныхъ раковинъ и окислы желѣза, содержащіеся въ водѣ источниковъ, способствуютъ постепенному образованію песчаника. Такимъ образомъ происходятъ широкія холмообразныя наслоенія песчаника съ простираніемъ въ сотни миль. Внутренній, твердый известняковый остовъ болѣе всего способствуетъ росту дюнъ въ вышину.

Новыя дюны, поэтому, ниже древнихъ, вполне развившихся. Новыми можно назвать французскія дюны у устьевъ Adour и Dordogne. Исторія гласитъ, что лѣса Гасконіи нѣкогда доходили до моря; неопровержимымъ тому доказательствомъ служатъ ископаемые стволы дуба и сосны, инкрустированные пескомъ дюнъ. Montaigne говоритъ еще въ XVI вѣкѣ, что наступаніе дюнъ началось только „съ недавняго времени“. Несравненно древнѣе дюны Сахары; вотъ причина ихъ дѣйствительно величественнаго развитія.

Французскія дюны уже не могутъ развиваться вполне нормально. Въ 1797 году Bremontier съ успѣхомъ началъ укрѣплять ихъ; для этой цѣли укрѣпляются передовыя дюны, и летучія песчаныя массы распределяются на нѣсколько холмовъ; этимъ достигается горизонтальное распределеніе песчаного матеріала взаимно вертикальнаго.

Тамъ, гдѣ приливъ силенъ, на полосѣ берега впереди дюнъ образуется песчаный гребень; склонъ его, обращенный къ морю, такъ уплотняется давленіемъ и ударами волнъ, что по нему можно ходить и ѣздить, не опасаясь увязнуть, тогда какъ склонъ, обращенный къ сушѣ, неподверженный давленію волнъ, остается мягкимъ. Эти рифы или мели представляютъ непостоян-



ныя массы легучаго песка, объ опасностяхъ котораго много сочиняють. Но дурная слава его въ общемъ вполне оправдывается.

Большую опасность, чѣмъ этотъ летучій песокъ побережья, допускающій погруженіе не болѣе одного метра, представляетъ летучій песокъ высокихъ дюнъ, безслѣдно поглощающій путника, лошадь и экипажъ. Скопленія такого песка покрыты спаружи корой въ 2—3 децим. толщиной; ударъ и давленіе выжимають воду изъ обнажившагося мѣста, тотчасъ же снова всасываемую. Не касаясь этого подробнѣе, я замѣчу только, что главную причину этихъ образованій составляетъ вода, такъ какъ дюны представляютъ прекрасныя водоемы; изъ ихъ подошвы вытекають источники, напр. снабжающій Амстердамъ водой для питья; среди рядовъ дюнъ встрѣчаются также небольшія озера.

Стоя на гребнѣ дюны, мы видимъ непосредственно передъ собою штурц-дюну; такъ называютъ въ восточной Пруссіи подвѣтренную сторону дюны, образованную многочисленными внезапными оползнями, съ наибольшимъ угломъ уклона въ 30° (по Berendt'у—45°). Такія дюны очень опасны; осыпаясь внезапно, онѣ напоминають снѣжныя лавины. Обернувшись къ павѣтренному склону, мы замѣтимъ во время бури, какъ песчаныя массы поднимаются по наклонной плоскости. Тысячи песчаныхъ ручьевъ, шириной отъ  $\frac{2}{3}$  до 1 метра, текутъ въ гору, то сливаясь, то снова раздѣляясь. У выдающихся кое-гдѣ остатковъ прежней дюны, проросшихъ травой, песокъ задерживается, вздымается въ видѣ облаковъ, подобно обратному водопаду, и темныя возвышенія на время становятся невидимыми; немного спустя, онѣ снова появляются, такъ какъ песчаный потокъ раздѣлился на двѣ струи и течетъ мимо. Если поднятая пыль заслоняетъ свѣтлое облако на горизонтѣ, то она бываетъ похожа на коричневый дымъ.

Какъ мы упоминали выше, дюны имѣють продолговатую форму; но очень часто встрѣчаются полулунныя,—напр. въ Ландахъ, въ пустынѣ Атакама, въ песчаныхъ равнинахъ Техаса, въ Алжирской Сахарѣ, Нубійской пустынѣ, въ Гаскопії, у Арраханъ и La-Teste. Однако ни Schumann, ни Berendt не упоминають о подобныхъ дюнахъ въ сѣверо-германской области ихъ развитія.

На Silt'ѣ встрѣчается особый видъ дюнъ, такъ называемыя короткія дюны, которыя обращены къ морскому берегу узкимъ концомъ, въ противоположность длиннымъ дюнамъ, расположеннымъ параллельно береговой линіи. Короткія дюны вздымаются подобно конусамъ другъ подлѣ друга, предоставляя вѣтру въ своихъ ущельяхъ и проходахъ полный просторъ. Полулунныя дюны обыкновенно возникаютъ, благодаря годичнымъ измѣненіямъ въ направленіи вѣтра, который загибаетъ болѣе тонкіе и неотягощенные пескомъ концы дюнъ подобно рогамъ полумѣсяца; поперечныя же дюны обязаны своимъ появленіемъ продольнымъ дюнамъ, прерваннымъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ.

Для полноты описанія необходимо замѣтить, что часто дюны отвѣсно

обрываются со стороны моря. Прибой волнъ разбиваетъ подошву дюны, часть ея обваливается; обвалившіяся массы уносятся водой и новая подошва снова размывается. Это причиняетъ новый обвалъ и разрушеніе продолжается до тѣхъ поръ, пока уровень воды не понизится и дюна остается съ отвѣснымъ обрывомъ, словно срѣзаннымъ лопатой. Влажность песка и пронизывающіе его корни удерживаютъ стѣну въ вертикальномъ положеніи, пока вѣтеръ не высушитъ ее настолько, что связь отдѣльныхъ песчинокъ уничтожится; тогда обрывъ осыпается и образуетъ уклонъ, если только корни растений недостаточно крѣпки для поддержанія отвѣсной стѣны. Такимъ образомъ дюна, возникшая благодаря дѣятельности моря, имъ-же поглощается, чтобы снова появиться, но уже дальше отъ морскаго берега. Это нужно принимать въ соображеніе при укрѣпленіи дюнъ, такъ что укрѣпляютъ не передовую дюну, а недостижимый моремъ второй или третій рядъ дюнъ. Это заставляетъ меня упомянуть о замѣчательномъ явленіи передвиженія дюнъ и связанномъ съ нимъ параллелизмѣ ихъ рядовъ. Studer замѣтилъ, что песокъ дюнъ то соединяется въ кучи, то располагается рядами валовъ въ систему, шириной отъ  $\frac{1}{2}$  до 1 мили, но онъ не объяснилъ, какъ образуются кучи и ряды. Я полагаю, что изъ массы песка въ кучевой дюнѣ могутъ образоваться болѣе узкіе ряды дюнъ, такъ что кучевая дюна—неразвившееся, а рядовая—развившееся образованіе; такимъ образомъ кучевая дюна древнѣе рядовой.

Но возможно также обратное явленіе—измѣняющіеся вѣтры могутъ превратить передвинутую постояннымъ морскимъ вѣтромъ до границы области рядовую дюну въ кучевую.

Теоріи о передвиженіи дюнъ и о рядахъ ихъ излагаются въ различныхъ сочиненіяхъ различно; объемъ статьи не позволяетъ мнѣ касаться ихъ ближе; разсмотрѣнію прежде всего подлежало-бы сложное воззрѣніе Szeony <sup>1)</sup> для большаго уясненія простыхъ, неоспоримыхъ фактовъ. Я упомяну только о двухъ теоріяхъ, опирающихся на факты, собранные наблюдателями. По первой теоріи, передвиженіе дюнъ производится перемѣщеніемъ всей массы песка или только части его. Если дюна обнажена съ наветренной стороны, то песокъ сдувается черезъ ея гребень и отлагается на подветренномъ склонѣ; мало по малу весь наветренный склонъ дюны будетъ перенесенъ и дюна передвинется на всю свою ширину.

Въ этомъ случаѣ вся дюна движется; но случается, что сносятся только гребни дюнъ и отлагаются на слѣдующихъ дюнахъ; тутъ необходимо препятствіе, не позволяющее цѣлой дюнѣ участвовать въ движеніи гребня. Мы знаемъ уже, что песокъ дюнъ по немногу превращается въ песчанпкъ; это и ограничиваетъ передвиженіе матеріала одними гребнями; старая, хорошо за-

<sup>1)</sup> Petermanns Mitt. Ergänzungsheft № 48.



роспїя и уплотненныя дюны не только не передвигаются, а съ каждымъ годомъ становятся все выше и выше, задерживая летучій песокъ болѣе новыхъ дюнь, передвигающихся внутрь страны. Такимъ образомъ возникаетъ пологій подъемъ отъ берега до такъ пазываемой главной дюны, которая, въ свою очередь, доставляетъ матеріалъ для образованія небольшихъ внутреннихъ дюнь. Если одинъ рядъ дюнь передвинулся впередъ, позади него на освободившемся мѣстѣ возникаютъ новыя дюны,—вотъ почему ряды дюнь расположены почти параллельно другъ подлѣ друга. Чѣмъ больше песка содержитъ каждый рядъ дюнь, тѣмъ ряды располагаются тѣснѣе; наконецъ промежутки заполнятся и ряды дюнь сольются въ большой движущійся холмъ—кучевую дюну. Припоминая сказанное выше, что кучевая дюна древнѣе рядовой, мы замѣтимъ полное противорѣчіе между этими двумя мнѣніями. По только что разобранный теоріи, кучевая дюна образуется изъ рядовыхъ, такъ что она новѣе ихъ.

Вторая теорія, опирающаяся на укрѣпленіе дюны растительностью, утверждаетъ, что ни дюна, ни ея вершина не могутъ передвигаться. И та и другая во время своего роста остаются въ томъ географическомъ положеніи, которое обусловлено подростящими вмѣстѣ съ дюной травянистыми растеніями. Наиболѣе вѣское доказательство передвиженія дюнь—появленіе позади движущейся дюны засыпанныхъ ею когда то деревень, церквей, остатковъ лѣса,—пытаются сдѣлать несостоятельнымъ, утверждая, что подростящая лѣсная растительность не задерживаетъ передвиженія дюнь, какъ думаютъ обыкновенно, но даетъ начало ихъ образованію или продолжаетъ его, если оно вызвано травой. Если подроставшій вмѣстѣ съ дюною лѣсъ вырубленъ, высохъ,—вообще пропалъ,—его стволы и корни сгниваютъ, и если обращеніе дюны въ пастбище препятствуетъ ея заростанію новымъ лѣснымъ покровомъ, то препятствіе, задерживавшее и накоплявшее песокъ, уничтожено. Обрушивающаяся всего болѣе на возвышенности сила вѣтра, снесетъ такую дюну и, въ періодъ уничтоженія ея, наиболѣе высокая точка повидимому передвинется вѣтромъ, такъ что появятся засыпанныя церкви и т. п. на навѣтренномъ склонѣ позднѣйшаго, болѣе низкаго гребня; но никогда не можетъ произойти горизонтальное передвиженіе первоначальнаго гребня, т. е. настоящее перемѣщеніе общаго профиля дюны. Подножіе навѣтреннаго склона, до полнаго уничтоженія, остается на старомъ мѣстѣ, и песокъ, уносимый вѣтромъ съ разрушающейся дюны, распредѣлится на окрестной площади равномерно, если только подростящая растительность не вызоветъ появленіе новыхъ дюнь.

Эти передвиженія дюнь имѣютъ большое географическое значеніе: они содѣйствуютъ преобразованію поверхности земли, то сооружая, то разрушая, то помогая образованію новой суши, то уничтожая благосостояніе и культуру цѣлой области.

Около Ярмута дюны отрѣзали эстуарій рѣки и создали этимъ до шестидесяти озеръ отъ 100 до 1200 акровъ величиной. Когда эти озера заполняютъ

ся пескомъ и рѣчными осадками, прежній морской заливъ превратится въ сушу. Подобнымъ-же образомъ на берегахъ Гасконіи и Прованса, то бухты отрѣзываются отъ океана или отъ Средиземнаго моря, то отдѣляются устья рѣкъ и образуются группы болотъ называемыхъ „*étangs*“; эти „пруды“ составляютъ характерную особенность французскихъ береговъ... На протяженіи 25 миль тянется рядъ лагунъ различной величины и формы, но на приблизительно равномъ разстояніи отъ моря. Такимъ образомъ часть воды, уносимой съ горъ въ море помощью рѣкъ, вновь возвращается дюнами, которыя также играютъ свою роль въ великомъ круговоротѣ твердаго и жидкаго матеріала на земномъ шарѣ.

Въ другихъ мѣстахъ дюны являются сохраняющими образованіями; напр. дюны острова Sylt, придавшія ему его настоящій видъ, предохраняютъ его отъ гибели и обезпечиваютъ образованіе шлика въ восточной части острова, защищаютъ Шлезвигъ отъ сильныхъ сѣверозападныхъ буръ и приливовъ, которые затопили-бы его, если-бы Sylt и Watten были уничтожены. Достаточно назвать еще Нидерланды для выясненія важности дюнь.

Но разрушительная дѣятельность дюнь гораздо величественнѣе. Подвигаясь неудержимо впередъ, онѣ покрываютъ нивы и лѣса, засыпаютъ озера и рѣки, хоронятъ церкви и села. Примѣры этого приводятся во многихъ сочиненіяхъ.

Особое значеніе дюны имѣютъ въ пустынѣ. Онѣ доставляютъ матеріаль для опасныхъ песчаныхъ вихрей и этимъ препятствуютъ сношеніямъ, способствуютъ образованію пустыни. Извѣстно, что огромныя массы песка постоянно сносятся съ пустынь Турана въ Каспійское море; вмѣстѣ съ сухими вѣтрами, это способствуетъ уничтоженію этого внутренняго моря. Точно также Сахара засыпаетъ пескомъ океанъ. Уменьшеніе глубины Аральскаго моря также приписываютъ заносу пескомъ дюнь съ востока; вотъ почему восточный берегъ моря мельче западнаго. Существованіе старыхъ рядовъ дюнь позади новыхъ, лежащихъ непосредственно у берега, можетъ служить доказательствомъ отступанія воды.

Мы знаемъ, что дюны отрѣзываютъ морскіе заливы, которые превращаются въ озера и становятся добычей осушающихъ вѣтровъ; въ подобныхъ случаяхъ заносъ пескомъ не ограничивается побережьемъ, а захватываетъ и бѣдшія глубины; когда песчаная дань одного года распределена приливомъ по морскому дну, неистощимые запасы песка въ пустынѣ, окружающей внутреннее море, засыпаютъ его ежегодно все больше и больше, пока оно ни обмелѣетъ; тогда происходитъ раздѣленіе на озерныя бассейны, т. е. наступаетъ начало конца.

Чтобы уменьшить притокъ воды во внутреннее море, сила впадающихъ рѣкъ ослабляется обмелѣніемъ, или русло ихъ отводится въ сторону. Достаточно одного взгляда на карту Африки, чтобы убѣдиться въ томъ, что Сенегаль прежде впадалъ въ море Сахары, теперь-же вдругъ поворачиваетъ на



западъ; если-бы не дюны, Нигеръ, рѣка пустыни, также долженъ-бы былъ впадать въ это внутреннее море; обѣ рѣки отведены въ сторону дюнами, неустанно засыпавшими ихъ новыми и новыми массами песка, которыя наконецъ преградили путь и отклонили рѣки.

Если волнистыя равнины, которыя Рольфсъ наблюдалъ къ сѣверу отъ озера Чадъ, представляютъ отвердѣвшія дюны (онъ считаетъ ихъ таковыми), то озеро Чадъ составляетъ одинъ изъ водоемовъ, отдѣленныхъ дюнами отъ внутреннего моря, который сохранился, благодаря притоку воды съ юга. Упомянемъ, что во Франціи дюны измѣнили теченіе рѣки Адуръ; подобныхъ фактовъ можно насчитать не мало.

Если дюны принимаютъ такое участіе въ преобразованіи моря въ сушу, то онѣ имѣютъ свою роль и въ видоизмѣненіи метеорологическихъ условій; преобразование водныхъ бассейновъ въ песчаная пустыни измѣняетъ направленіе вѣтровъ, морской климатъ и его послѣдствія уступаютъ мѣсто континентальному. Вотъ въ чемъ выражается вліяніе дюнь.

*B. Renault: Каменный уголь (La houille. Le Génie Civil, revue générale hebdomadaire des industries françaises et étrangères. T. VI. 1884—1885, № 9) <sup>1)</sup>.*

Наши свѣдѣнія объ образованіи каменнаго угля, говоритъ авторъ, далеки еще отъ желаемой степени ясности. Въ доказательство этого онъ приводитъ существованіе въ настоящее время еще трехъ гипотезъ: въ первыхъ, образованія каменнаго угля вслѣдствіе проникновенія скопленій растительныхъ массъ изверженными смолами; затѣмъ самой распространенной гипотезы о послѣдовательномъ преобразованіи растительной массы въ торфъ, бурый уголь, каменный и антрацитъ; наконецъ, третьей гипотезы, по которой органическія вещества переходятъ прямо въ то состояніе, въ которомъ мы ихъ находимъ въ настоящее время, при чемъ они не переходятъ черезъ промежуточные степени измѣненія, — слѣдовательно, въ настоящее время образуется только торфъ, въ третичный и вторичный періоды происходило образованіе только бураго угля, а въ болѣе древніе періоды—только каменнаго угля, и при томъ непосредственно, безъ промежуточныхъ стадій.

Относительно первой гипотезы остается только замѣтить, что, пожалуй, въ настоящее время уже нѣтъ необходимости приводить ее, при изслѣдованіи вопроса объ образованіи каменнаго угля. Остаются, слѣдовательно, только двѣ остальные, т. е. вопросъ—претерпѣваютъ ли, или претерпѣвали органическія вещества послѣдовательное измѣненіе въ торфъ, бурый уголь, каменный уголь и антрацитъ, или же они прямо перешли въ то состояніе, въ какомъ они наблюдаются въ настоящее время.

Не смотря на то, что антрацитъ встрѣчается въ среднихъ и верхнихъ каменноугольныхъ отложеніяхъ, а каменный уголь часто во вторичныхъ и

<sup>1)</sup> Этотъ и слѣдующіе рефераты составлены ниж. Горн. Инст. К. Богдановичемъ.

даже третичныхъ образованійхъ,—наблюденія автора говорятъ въ пользу предположенія о непосредственномъ измѣненіи органической массы въ одно изъ тѣхъ состояній, въ которомъ мы находимъ минеральные угли.

Въ каменноугольныхъ мѣсторожденіяхъ *Commentry*, также какъ и въ мѣсторожденіяхъ другихъ мѣстностей, можно наблюдать множество каменноугольной мелочи, заключенной въ песчаникахъ; частью это обыкновенные обломки не окатанные, съ острыми краями, частью же это круглыя гальки, напоминающія настоящіе или окатанные голыши. Эти гальки каменнаго угля представляютъ оторванные кусочки флечовъ, не измѣнившіе еще своей формы отъ давленія окружающей породы, но уже потерявшіе свою нормальную твердость. Въ тѣхъ же самыхъ пластахъ находятся также мѣстами куски каменнаго угля болѣе новаго возраста, которые не окатаны и нѣсколько отличаются отъ только что упомянутыхъ галекъ каменнаго угля какъ по физическимъ своимъ свойствамъ, такъ и по химическимъ, хотя они произошли изъ тѣхъ-же самыхъ растений. Куски каменнаго угля болѣе древняго возраста совсѣмъ не являются обугленными сильнѣе, чѣмъ куски болѣе новаго происхожденія, какъ то можно бы было предполагать, но напротивъ,—даже меньше. Это объясняется тѣмъ, что угли, изъ которыхъ происходятъ гальки, обнаруживающія меньшее измѣненіе первоначальной органической массы, сначала были предохранены отъ дальнѣйшаго разложенія покровомъ изъ неса и только въ послѣдствіи они были отложены въ одни и тѣ же пласты одновременно съ углями, которые подвергались болѣе сильному разложенію. Въ одномъ и томъ же каменноугольномъ бассейнѣ, въ одномъ и томъ же пластѣ могутъ, слѣдовательно, заключаться куски угля весьма различнаго возраста. Но такъ какъ всѣ эти угли произошли изъ однихъ и тѣхъ же растений, то процессъ преобразованія органической ткани въ каменный уголь долженъ былъ происходить относительно быстро и продолжался совсѣмъ не такое страшно долгое время, какъ то вообще склонны думать.

Если, слѣдовательно, бурый уголь не представляетъ собою каменнаго, а каменный уголь—антрацита, то причина этому не недостатокъ времени, а скорѣе климатическія условія и та середина, въ которой пребывало это вещество.

Химическіе анализы каменныхъ углей представляютъ большую частью средніе результаты—въ томъ смыслѣ, что рѣдко подвергались изслѣдованію отдѣльно части коры, древесины и тому подоб.. Этотъ пробѣлъ пополненъ въ настоящее время *Carnot*, который подвергнулъ анализамъ: древесину *Calamodendron*'а и *Cordaite*s, прозенхому и пробковый слой коры *Lepidodendron*'а, корни и поренхиму *Psaronius*'а, и *Ptychopteris*'а, гиподерму коры и корешковъ *Medaphytum* <sup>1)</sup>). Анализы однако весьма близки другъ къ другу, и цифры колеблются для углерода—отъ 80,6 до 83,3; для водорода отъ 4,4 до 4,88;

<sup>1)</sup> См. Горн. Журн. 1886 г., Т. I. стр. 157.



для кислорода—отъ 11,4 до 13,1; для азота—отъ 0,39 до 0,48. Такой составъ, напримѣръ, представляютъ угли главнаго флеса *Commentry*. Что касается различныхъ продуктовъ перегонки каменнаго угля, т. е. летучихъ составныхъ частей, золы и кокса, то они уже замѣтно различаются между собою для различныхъ частей растенія, и эти различія тѣсно связаны съ природою ткани, измѣнившейся въ уголь. Такъ плотныя, сильно одревеснѣлыя части растеній даютъ коксъ спекающійся и мало летучихъ продуктовъ, между тѣмъ какъ менѣе одревеснѣлыя паренхиматическія ткани даютъ пузырчатый и вспученный коксъ и много газовъ. Эта разница зависитъ, конечно, не отъ химическаго состава каменныхъ углей, первоначальный составъ которыхъ, какъ мы видѣли, почти одинаковъ.

Что составъ каменнаго угля изъ весьма различныхъ растеній или частей растенія оказывается почти одинаковымъ, объясняется тѣмъ, что клѣтки, волокны и сосуды растеній состоятъ изъ целлюлезы и нѣкоторыхъ изомеровъ, такъ что разница въ составѣ главнымъ образомъ зависитъ отъ содержаемаго клѣтокъ, каналовъ и проч., т. е. отъ протоплазмы, различныхъ маселъ, смолъ, камедей, сахаровъ и различныхъ кислотъ, различныхъ инкрустацій и тому подобнаго. Какъ скоро растворимыя вещества будутъ удалены, то остатокъ, представляющій органическій скелетъ различныхъ растеній, обнаруживаетъ во всѣхъ случаяхъ составъ весьма сходный. Эти нерастворимые рыхлые остатки частью подвергаются процессу окаменѣнія дѣйствіемъ минеральныхъ источниковъ, частью переносятся дальше, измѣняются подъ вліяніемъ механическихъ процессовъ при различныхъ колебаніяхъ почвы и такимъ образомъ мало по малу приобрѣтають тѣ физическія свойства, которыми характеризуются эти минеральные угли въ настоящее время. Подъ вліяніемъ воды, содержащей въ растворѣ различныя минеральныя вещества, могутъ произойти дальнѣйшія измѣненія, и такимъ образомъ возникаютъ аморфныя массы, которыя могутъ заключать случайно и вещества съ ясною структурой; таковы, наприм., богхедъ, тусклый каменный уголь (*cannelkohle*) и т. под.

Другую часть работы *Renault* составляетъ микроскопическое изслѣдованіе различныхъ углей. Авторъ съ весьма тонкими препаратами работалъ безъ примѣненія химическимъ реагентовъ, чтобы быть увѣреннымъ, что подъ микроскопомъ не обнаружится веществъ, раньше (до обработки химическимъ реагентомъ) не содержащихся въ углѣ. Въ этомъ собственно и заключается существенное отличіе метода *Renault* отъ извѣстнаго метода *Gümbel*'а. Если и при этомъ оказывается, что нельзя открыть всѣхъ включеній въ каменномъ углѣ, обладающихъ ясною структурой, то съ другой стороны все, что открываетъ микроскопъ въ этомъ случаѣ, опредѣляется тѣмъ точнѣе и опредѣленнѣе. *Renault* удалось открыть въ каменныхъ угляхъ главнымъ образомъ слѣдующее.

Въ аморфной массѣ тускаго угля наблюдается множество органическихъ

и неорганических тѣлецъ, окрашенныхъ въ черный цвѣтъ; потомъ макроспоры и микроспоры, сдавленные въ видѣ пластинокъ кусочки стеблей, зернышки цвѣточной пыли, сосудистые пучки, въ поперечномъ разрѣзѣ и корешки — всѣ эти тѣльца, смотря по роду кусковъ, надъ которыми производились эти опыты, и мѣстности, откуда куски эти происходятъ, оказывались въ различномъ числѣ.

Если въ антрацитѣ рѣдко можно наблюдать элементы съ ясной структурой, то часто лишь потому, что препараты готовятся не достаточно тонко. Такъ въ антрацитѣ изъ Пенсильваніи среди темнобурой безструктурной массы наблюдались нѣкоторые тѣльца, какъ то: кусочки сосудистыхъ пучковъ съ лѣстничными сосудами, макроспоры и цвѣточная пыль или, быть можетъ, микроспоры.

Строеніе богхеда—совсѣмъ иное. Масса угля раздѣлена темными полосами на отдѣльныя чечевицеобразныя части, въ которыхъ наблюдаются весьма нѣжныя, лучистыя или вѣтвистыя образованія и тонкія зернышки (напоминающія споры, говоритъ авторъ).

Детали строенія различныхъ каменныхъ углей пояснены на фигурахъ, которыми снабжено это сочиненіе и которыя вмѣстѣ съ тѣмъ показываютъ то измѣненіе въ сложеніи, которое претерпѣло органическое вещество при своемъ преобразованіи въ уголь.

Нерѣдко въ каменномъ углѣ попадаются куски дерева, которое частью является окаменѣлымъ, вслѣдствіе проникновенія известковымъ или желѣзнымъ шпатомъ, частью же превращено въ уголь. Сравненіе обѣихъ частей подъ микроскопомъ показываетъ, что часть карбонизированная сохранила болѣе или менѣе совершенно первоначальную структуру, наприм.: клѣточки являются въ формѣ совсѣмъ неизмѣненной или измѣненной очень мало, а, напротивъ того, часть обугленная превращена въ плотный уголь сдавливаніемъ клѣточекъ, при выдѣленіи вслѣдствіе этого проникавшей ихъ воды, которая содержала въ растворѣ различныя минеральныя вещества; тѣмъ не мѣнѣе, не смотря на сдавленную пластинчатую форму этихъ клѣточекъ, въ нихъ часто можно еще отличить трахеиды.

Происходитъ-ли при превращеніи растительныхъ массъ въ каменный уголь измѣненіе въ размѣрахъ клѣточекъ и другихъ элементовъ тканей — вопросъ весьма грудной,—разъ потому, что эти размѣры вообще непостоянны, и во вторыхъ—нѣтъ никакихъ данныхъ для сравненія съ современной намъ флорой. Можно сравнить только окаменѣлыя части какого нибудь дерева, пайденнаго въ каменномъ углѣ, съ обугленными частями того же дерева, и при этомъ оказывается значительное измѣненіе размѣровъ по всѣмъ тремъ направленіямъ—по длинѣ, ширинѣ и толщинѣ клѣточекъ, и особенно въ направленіи давленія. *Renault* указываетъ, что трахеиды въ карбонизированной и обугленной частяхъ дерева сохраняютъ длину одинаковую, но зато ширина въ обугленной части уменьшена въ половину, а толщина въ четверть.



При процессѣ превращенія органическихъ тканей въ уголь происходитъ и сокращеніе тканей, хотя и въ меньшей степени, чѣмъ въ другихъ случаяхъ.

Вообще относительно микроскопическихъ изслѣдованій *Renault* можно замѣтить, что результаты, полученные имъ, если и не совсѣмъ, то по крайней мѣрѣ въ главномъ согласуются съ выводами *Gümbel'a*.

*A. Penck*: Ложноледниковыя явленія (*Pseudoglaciale Erscheinungen*. Das Ausland. 1884 г. № 33).

Въ январѣ 1884 года, въ засѣданіи „Нѣмецкаго Геологическаго Общества“ (*Zeitschr. d. deut. geol. Gesel.* XXXVI. 1884 стр. 184) авторъ дѣлалъ докладъ о ложноледниковыхъ явленіяхъ, который и повторяется въ настоящей статьѣ, только въ нѣсколько распространенномъ видѣ. Ложноледниковыя явленія легко могутъ ввести въ заблужденіе даже опытнаго изслѣдователя и, по мнѣнію автора, часто бывали смѣшиваемы съ настоящими ледниковыми явленіями. Такъ, къ образованіямъ ложноледниковымъ причисляются въ настоящее время царпины, находимыя на *Buchberg'*ѣ около *Bopfingen'*а и въ Лохгеймерскомъ тоннелѣ, которыя *Deffner* и *Fraas* считали въ свое время ледниковыми образованіями и которыя, дѣйствительно, покрыты отложеніями, похожими очень на морены. *Penck* полагаетъ, что тутъ въ основѣ лежитъ вулканическая дѣятельность, приподнявшая здѣсь эти обломки въ вертикальное положеніе, и считаетъ невозможнымъ, чтобы глетчеръ могъ подняться съ *Ries-Becken* только въ 400 метровъ высоты на сосѣдную гору, высотой въ 600 метровъ, такъ какъ нигдѣ не наблюдалось, чтобы ледникъ оканчивался на уровнѣ, лежащемъ выше его цирка.

Далѣе авторъ доказываетъ, что явленія, подобныя ледниковому полированію, могутъ произойти между двумя старыми отложеніями вслѣдствіе внѣдренія новой породы между ними, а на поверхности скалъ причиной этихъ образованій могутъ служить лавины, оползни, вѣтеръ, животныя, наконецъ они могутъ возникнуть отъ тренія дерева или чего либо въ этомъ родѣ о скалу или даже отъ всякаго рода человѣческой дѣятельности. Къ числу многихъ случаевъ этого рода, извѣстныхъ въ литературѣ, авторъ причисляетъ всѣ слѣды полировки скалъ въ *Val Carlos*, которые ничѣмъ нельзя отличить отъ полированія, производимаго ледниками, а между тѣмъ здѣсь эти слѣды произошли вѣроятно отъ оползней.

Равнымъ образомъ и нахожденіе исчерченныхъ валуновъ нельзя считать безусловнымъ доказательствомъ въ пользу прежняго существованія ледника въ извѣстномъ мѣстѣ. Такъ авторъ находилъ подобные валуны на сѣверномъ краѣ Альпъ въ миоценовыхъ конгломератахъ, и, по его мнѣнію, царпины на ихъ верхней поверхности произошли отъ перемѣщенія всего слоя, причемъ гальки, естественно, терлись другъ о друга. Такого рода слѣды изобрѣженія могутъ возникнуть при всѣхъ процессахъ, напоминающихъ движеніе основной морены, при треніи другъ о друга галекъ, при ихъ столкновеніи и при оползняхъ. Царпины на валунахъ, найденныхъ *Rothpletz'*омъ въ

парижскомъ дилювіи, произошли, по мнѣнію автора, однимъ изъ выше поименованныхъ способовъ. „На основаніи тщательныхъ изслѣдованій“ авторъ считаетъ за оползни „ледниковую глину“ во Франконскомъ лѣсу, описанную Dathe, и думаетъ, что царапины, наблюдаемыя на валунахъ, попадающихся въ этой глинѣ, произошли просто при ихъ перемѣщеніи. Такое объясненіе автора нельзя однако считать заслуживающимъ полного довѣрія. Такъ, по мнѣнію Wahnschaffe, одного изъ лучшихъ знатоковъ ледниковыхъ образований, мы здѣсь имѣемъ дѣло съ типичной ледниковой глиной. Въ этомъ его убѣждаютъ, главнымъ образомъ, сообщенные Dathe профили, а также нахожденіе въ этой глинѣ обломковъ весьма разнообразныхъ породъ, которыя находятся здѣсь, очевидно, не на мѣстѣ своего образованія и которыя могли быть сюда занесены только спускающимися ледниками.

Образованія, весьма напоминающія валунную глину, могутъ, по мнѣнію Пенка, явиться результатомъ вывѣтриванія. За подобныя образованія считаетъ авторъ, наприм., такъ называемую во Франціи „argile à silex“ и „clay with flints“ Англійи. Основныя морены изъ окрестностей Парижа, описанныя Rothpletz'омъ, авторъ считаетъ просто за сильно вывѣтрившуюся формовочную глину (*Decklehm*), которая случайно подверглась оползнямъ.

Образованія, похожія на морены какъ по своему наружному виду, такъ и по внутреннему строенію,—могутъ возникнуть вслѣдствіе горныхъ обваловъ. Сюда, наприм., относятся, по мнѣнію автора, принимавшіяся прежде за морены, образованія въ *Fernpasse*.

Образованіе исполиновыхъ горшковъ авторъ совершенно справедливо считаетъ только второстепеннымъ явленіемъ среди наблюдаемыхъ при движеніи ледника. Такъ какъ путемъ вывѣтриванія часто въ самыхъ крѣпкихъ горныхъ породахъ возникаетъ нѣчто въ родѣ исполинскихъ горшковъ, то и здѣсь возможны ошибки. Однако нельзя не замѣтить, говоритъ F. Wahnschaffe, что рѣшительно несправедливъ упрекъ, сдѣланный авторомъ сѣверно-германскимъ геологамъ, „будто бы они всякую печную трубу готовы считать исполиновымъ горшкомъ и положительнымъ доказательствомъ въ пользу глетчерной теоріи“. Сѣверо-германскимъ геологамъ хорошо извѣстно, что исполиновые котлы, или горшки, не составляютъ сами по себѣ никакого доказательства въ пользу прежняго существованія ледника, такъ какъ они могутъ возникнуть всюду, гдѣ имѣются потоки съ сильными водоворотами. Если однако настоящіе исполиновые котлы, какъ у Рюдерсдорфа, которые авторъ никакъ не желаетъ признавать за таковыя, находятся на столь возвышенномъ мѣстѣ, гдѣ трудно было бы допустить существованіе потоковъ и гдѣ, кромѣ того, вся поверхность раковистаго известняка, въ которомъ наблюдаются эти исполиновые котлы, сильно исцарапана и отшлифована,—то эти котлы именно здѣсь служатъ важнымъ доказательствомъ въ пользу прежняго существованія здѣсь ледника, потому что ихъ возникновеніе въ этомъ мѣстѣ можно объяснить только дѣйствіемъ такъ называемыхъ ледниковыхъ мельницъ.



Затѣмъ, указавъ на то обстоятельство, что озерныя и фіордовыя образованія дѣйствительно представляютъ обширное развитіе во всѣхъ областяхъ, гдѣ вообще распространены слѣды ледниковыхъ явленій, однако существуютъ и въ другихъ мѣстностяхъ, гдѣ никогда не было ледниковъ,—авторъ Приходитъ къ заключенію, что ледниковыя явленія только во всей ихъ совокупности могутъ служить доказательствомъ въ пользу прежняго существованія ледника въ данномъ мѣстѣ.

*А. Ренск. Географическое значеніе ледниковой эпохи. (Geographische Wirkungen der Eiszeit. Verh. d. vierten deutsch. Geographentages zu München. Berlin 1884).*

Въ настоящемъ сообщеніи, сдѣланномъ авторомъ въ четвертомъ собраніи нѣмецкихъ географовъ въ Мюнхенѣ, *Ренск* представилъ въ цѣльной картинѣ результаты многочисленныхъ наблюденій, частью собственныхъ, частью принадлежащихъ другимъ лицамъ, раскрывающихъ передъ нами географическое значеніе ледниковой эпохи въ морфологическомъ и климатическомъ отношеніяхъ. Прежде всего авторъ занялся изслѣдованіемъ морфологическаго значенія ледниковой эпохи, т. е. вопросомъ овліянія, которое имѣли глетчеры ледниковой эпохи на образованіе формъ земной поверхности. Величественныя измѣненія этого рода были обусловлены могучей транспортирующей силой тогдашнихъ ледниковъ, которые распространили по всей области, нѣкогда покрытой ими, свои поддонныя морены. Матеріаломъ для поддонныхъ моренъ служили не боковыя и среднія морены, но въ большинствѣ случаевъ образованіе ихъ было обусловлено дѣйствіемъ выпаживающей силы льда на твердую почву. Особенно важно подтверждаемое многими примѣрами обстоятельство, что поддонныя морены, вмѣстѣ съ заключенными въ нихъ валунами, могли быть передвигаемы въ гору; принимая во вниманіе это обстоятельство, а также выпаживающую силу льда, можно думать, что ледники могли выпаживать котловинообразныя углубленія. Таково, по всей вѣроятности, происхожденіе озеръ, характеризующихъ собою вообще ледниковый ландшафтъ; однако ихъ образованіе не можетъ быть объяснено исключительно ледниковымъ выпаживаніемъ: здѣсь оказывали свое вліяніе самыя разнообразныя причины, которыя затрудняютъ точное изслѣдованіе въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ. Такъ, кромѣ выпаживающей силы ледниковъ, при этомъ имѣютъ огромное значеніе географическое положеніе мѣстности и геологическое строеніе почвы, какъ, на примѣръ, это весьма ясно видно на озерахъ баварскаго предгорья Альпъ, которыя такъ подробно были описаны авторомъ въ его „*Ver-gletscherung der deutschen Alpen*“.

Въ морфологическомъ отношеніи оказываютъ вліяніе также потоки, исходящіе отъ таянія ледниковъ, такъ какъ, съ одной стороны, они нагромождаютъ мощныя галечныя террасы по сторонамъ своихъ руселъ, а съ другой—прорѣзываютъ страну глубокими бороздами. Какъ на дальнѣйшій результатъ морфологическаго вліянія ледниковъ, указываетъ авторъ на из-

мѣненіе состоянія равновѣсія земныхъ массъ вслѣдствіе накопленія мощнаго ледянаго покрова, вслѣдствіе чего поверхность геоида извѣстнымъ образомъ измѣняется. Это обстоятельство косвеннымъ образомъ снова оказываетъ вліяніе на дѣятельность рѣкъ и положеніе уровня моря, какъ это уже раньше авторъ изложилъ гораздо подробнѣе въ другомъ мѣстѣ (*Schwankungen des Meeresspiegels. Jahrb. 1882 d. geograph. Ges. zu München. Bd. VII* и *Ueber Periodicität der Thalbildung. Verh. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin 1884. № 1*).

Что касается климатическаго значенія ледниковой эпохи, то авторъ высказываетъ мысль, что для такого грандіознаго развитія ледниковъ достаточно было только незначительныхъ климатическихъ колебаній, а отнюдь не страшно низкой температуры. Объясненіе этого слѣдуетъ изъ изученія климатологіи ледниковой эпохи. Авторъ указываетъ на заслугу *Simony, Partsch'a* и *Höfer'a*, которые опредѣленіемъ положенія снѣговой линіи во время ледниковой эпохи много способствовали уясненію климатологическихъ законовъ этой эпохи. На приложенной къ докладу карточкѣ авторъ сопоставляетъ изохроническія линіи, т. е. линіи, соединяющія точки съ одинаковой высотой снѣговой линіи, для нынѣшней и ледниковой эпохи. Сколь бы ни было гипотетичнымъ построеніе этихъ линій, изъ этого сравненія однако оказывается, что пониженіе фирновой линіи во время ледниковой эпохи достигало болѣе, чѣмъ тысячи метровъ, и что оно было на Пиринейхъ менѣе значительнымъ, чѣмъ въ Альпахъ, и болѣе значительнымъ, чѣмъ въ Татрахъ; пониженіе фирновой линіи въ названныхъ трехъ горныхъ цѣпяхъ составляло 1100, 1500 и 800 метровъ. Изъ степени пониженія фирновой линіи во время ледниковой эпохи авторъ заключаетъ о пониженіи въ то время температуры и, принимая во вниманіе, что въ средней Европѣ при поднятіи на 100 *м.* температура понижается приблизительно на  $0,59^{\circ}$ , вычисляетъ, что maximum пониженія температуры во время ледниковой эпохи не могло превышать  $6^{\circ}$ . Такимъ образомъ, еще разъ мы приходимъ къ убѣжденію, что ледниковая эпоха совсѣмъ не имѣла характера какого то чрезвычайно холоднаго періода, — она могла быть результатомъ лишь перемѣщенія климатическихъ поясовъ.

*Fredr. Svenonius: Очеркъ шведскихъ ледниковъ (Studier vid svenska jönk-lar. Geolog. Fören. Forhandl. № 86 Bd. VII. Heft 1).*

Настоящая работа содержитъ интересныя наблюденія надъ до сихъ поръ мало извѣстными ледниками сѣверной Швеціи. Они расположены, какъ это видно изъ приложенной къ разсматриваемому сочиненію карточки, частью вблизи Sulitelma на норвежской границѣ, но самые огромные изъ нихъ находятся на разстояніи 40—60 *km.* отъ послѣдней. Шведскіе ледники ограничиваются исключительно областью *Narbottens Län* и покрываютъ пространство приблизительно въ 400 квадратныхъ *km.* Всѣхъ ледниковъ тутъ можно насчитать до 100, какъ первой величины, такъ и незначительныхъ. Изъ нихъ авторъ изслѣдовалъ ближе ледники *Luotoh* и *Skuorki*. Первые спускаются съ фир-



новаго поля, окруженнаго высокими, часто поднимающимися надъ нимъ на 300 футовъ, горными вершинами и гребнями, между которыми и спускаются ледники. На западной сторонѣ, гдѣ между двумя вершинами ледникъ сильно наклоняется, находится прекрасный ледяной обрывъ. Наклонъ поверхности этой ледяной рѣки на западѣ равняется  $5^{\circ}$ , а у другаго ледника, расположеннаго дальше къ востоку, достигаетъ до  $13^{\circ}$ . На сѣверѣ, въ одномъ мѣстѣ ледникъ спускается съ крутой стѣнообразной скалы, и уголъ его наклона достигаетъ даже до  $45^{\circ}$ . Тщательно описана структура льда, причѣмъ обращено особенное вниманіе на появленіе весьма ясныхъ „ogivers“—структурныхъ поясовъ. Согласно Зонклару авторъ различаетъ три особыхъ типа слоевъ льда и примыкаетъ къ мнѣнію этого же изслѣдователя насчетъ ихъ происхожденія. Расположеніе трещинъ льда въ большинствѣ случаевъ боковое и поперечное. Измѣренія, произведенныя въ нѣкоторыхъ трещинахъ, заставляютъ принять толщину льда по крайней мѣрѣ въ 20 м. Были произведены наблюденія посредствомъ теодолита надъ движеніемъ ледника въ концѣ сентября, причѣмъ оказалось, что движеніе нѣсколько неправильно и весьма слабо, такъ что въ 24 часа оно не достигаетъ своего maximum'a въ 3 см. Собственно верхнихъ—боковыхъ и среднихъ—моренъ нѣтъ, зато выступаетъ очень хорошо развитая конечная, матеріаломъ для которой, по мнѣнію автора, служитъ масса камней и щебня, вмержшихъ между слоями льда и часто выступающихъ на верхней поверхности ледника при его поступательномъ движеніи. На двухъ таблицахъ изображены ледники *Suotoh* и *Skuorki* и представлены нѣкоторыя детали.

Снѣговая линія, по словамъ автора, лежитъ для *Suotoh* на высотѣ 1366 м., для *Skuorki*—на высотѣ 1443 м.

Измѣривъ для одного сентябрьскаго дня количество таящей воды, равное 6 куб. метрамъ въ секунду для шведскаго ледника средней величины, авторъ высчитываетъ въ 2м. ежегодное количество атмосферныхъ осадковъ, необходимое для сохраненія неизмѣнной величины ледника.

Вопросъ, увеличиваются или уменьшаются въ настоящее время шведскіе ледники, остается нерѣшеннымъ, хотя, кажется, существуютъ нѣкоторыя данныя, говорящія скорѣе въ пользу перваго предположенія.

Въ заключеніе авторъ сообщаетъ свои наблюденія надъ переносомъ ила въ рѣкахъ Швеціи. Количество переносимаго матеріала часто бываетъ весьма значительнымъ; такъ для одного сентябрьскаго дня оно равнялось 7878 kgr. въ эльфѣ *Suotoh*. Авторъ описываетъ также образующіеся при этомъ осадки, которые въ озерахъ Лапландіи обусловливаютъ возникновеніе грандіозныхъ дельтъ.

*Edward S. Morse: Человѣкъ въ третичный періодъ (Man in the Tertiary. American naturalist. 1884. Vol. 18).*

Предразсудки и догматы, съ которыми вырастаетъ человѣкъ, составляютъ наиболѣе сильное препятствіе къ познанію истины. Человѣкъ, училъ Кювье,

есть наиболѣе высоко организованное твореніе, которое тѣсно связано со всей современной фауною; такъ что, очевидно, онъ появился на землю послѣ всѣхъ остальныхъ животныхъ и, слѣдовательно, не могъ быть современникомъ вымершихъ дилювіальныхъ животныхъ. Долгое время, благодаря великому имени Кювье, это положеніе оставалось господствующимъ въ наукѣ, и авторитетъ великаго натуралиста задерживалъ распространеніе истины—что человѣкъ жилъ уже въ эпоху дилювія. Въ замѣнъ стараго положенія выставили новое: древность человѣка не можетъ простираться дальше четвертичнаго періода; такъ какъ въ третичный періодъ жили порядки, роды и виды животныхъ, въ настоящее время уже вымершіе, то кажется рѣшительно непонятнымъ, какимъ образомъ одинъ только человѣкъ могъ остаться съ тѣхъ поръ неизмѣннымъ; отсюда прямо вывели—третичнаго человѣка не существовало. Имѣетъ ли это положеніе, спрашиваетъ авторъ, болѣе основаній, чѣмъ первое?

Что остатки человѣка встрѣчаются гораздо рѣже, чѣмъ слѣды его дѣятельности, объясняется очень просто тѣмъ обстоятельствомъ, что остатки его стали сохраняться до настоящаго времени лишь съ тѣхъ поръ, когда человѣкъ сталъ хоронить своихъ мертвыхъ, или убѣжищемъ своимъ сдѣлалъ пещеры, гдѣ и умиралъ. Но если человѣкъ произошелъ отъ человѣкообразныхъ обезьянъ, древнѣйшаго представителя которыхъ мы знаемъ изъ средняго эоцена, то, очевидно, огромный промежутокъ времени долженъ былъ пройти, пока тогдашніе предки современнаго человѣка научились хоронить своихъ мертвыхъ; а съ другой стороны, третичныя пещеры, въ которыхъ мы могли бы ожидать встрѣтить остатки человѣка, исчезли—разрушенныя съ теченіемъ времени.

Въ доказательство этого авторъ приводитъ свидѣтельство *Boyd Dawkins*'а, который зналъ только двѣ пещеры, древность которыхъ простиралась до средне плиоценоваго времени. Но существованіе этихъ древнѣйшихъ предковъ человѣка мы не можемъ доказать и по слѣдамъ ихъ дѣятельности, такъ какъ прежде, чѣмъ человѣкъ научился дѣлать оружіе изъ кремня, онъ, должно быть, пользовался, какъ оружіемъ, палками и необдѣланными камнями. Однимъ словомъ, будь то остатки самого третичнаго человѣка или его орудія, во всякомъ случаѣ пайдти ихъ оказывается чрезвычайно трудно. Но за существованіе человѣка въ третичный періодъ говорить прежде всего то обстоятельство, что мѣстонахожденіе наиболѣе древнихъ, какіе извѣстны до сихъ поръ, остатковъ человѣка, не ограничивается одною какой нибудь областью, но напротивъ того простирается отъ тропической Индіи черезъ Европу до сѣверной Америки. А такъ какъ въ ледниковую эпоху въ сѣверныхъ широтахъ поясъ ледниковъ долженъ былъ остановить переселеніе человѣка съ болѣе южныхъ широтъ, то распространеніе его по различнымъ континентамъ должно было послѣдовать еще въ эпоху, предшествовавшую ледниковой.



*De Quartefages: Ископаемый человек и дикарь (Hommes fossiles et hommes sauvages. Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences. Bd. 97. p. 935).*

Для насъ интересенъ только выводъ, къ которому приходитъ авторъ. Опираясь на изслѣдованія Capellini, знаменитый французскій натуралистъ высказываетъ мнѣніе, что за существованіе третичнаго человѣка говорятъ многіе факты.

*Schafhausen: Доисторическій человекъ (L'homme préhistorique. Congrès international d'antrop. et d'archéol. préhist. Comp. rend. d. la 9-me session à Lisbonne. 1884 p. 140).*

Авторъ приходитъ между прочимъ къ слѣдующимъ заключеніямъ.

Третичный человѣкъ еще не найденъ, но существованіе его весьма правдоподобно.

Человѣкъ, который былъ современникомъ мамонта, въ общемъ, не стоялъ на болѣе низкой ступени развитія, чѣмъ современный намъ дикарь. Однако по нѣкоторымъ даннымъ можно думать, что онъ представлялъ организацію болѣе низкую, чѣмъ которая либо изъ нынѣ живущихъ расъ.

*Marquis de Nadaillac: Первообытный человекъ и доисторическое время и первообытный обитатель Америки въ особенности (Нѣмецкое изданіе — Die ersten Menschen und die prähistorischen Zeiten, mit besonderer Berücksichtigung der Urbewohner Amerika's. Stuttgart, 1884).*

Не смотря на въ высшей степени интересное содержаніе настоящей книги, мы можемъ позаимствовать изъ нея только немного, что составляетъ матеріалъ, годный для палеонтологіи.

Въ 3-ей главѣ этого сочиненія мы находимъ замѣчательное сопоставленіе главнѣйшихъ находокъ остатковъ человѣческихъ костей палеолитическаго вѣка. Въ главѣ 13-ой описывается строеніе череповъ древней американской расы; въ главѣ 16-ой—строеніе череповъ древней европейской расы. Приведенныя измѣренія служатъ интереснымъ доказательствомъ, что мозгъ этихъ древнихъ обитателей нашей земли былъ нисколько не меньше объемомъ мозга средняго человѣка настоящаго времени, какъ это склонны были бы думать и даже думаютъ иные. Скорѣе нѣкоторыя доисторическія расы, даже въ сравненіи съ самыми цивилизованными расами нашего времени, обнаруживаютъ несомнѣнное превосходство въ отношеніи объема черепа. Изъ сообщенныхъ данныхъ слѣдуетъ положительный выводъ, что одинъ объемъ черепа, вмѣстѣ съ вѣсомъ мозга, составляетъ далеко не точный масштабъ степени интеллигенціи; но при этомъ необходимо принимать во вниманіе еще цѣлый рядъ мало изслѣдованныхъ причинъ, оказывавшихъ извѣстное вліяніе на строеніе мозга. Глава 16 содержитъ, кромѣ того, критическій разборъ различныхъ доказательствъ въ пользу древности человѣческаго рода.

Въ главѣ 17-ой разработана тема—третичный человѣкъ, и разсматриваются находки, послужившія доказательствомъ его существованія. Результаты этихъ изслѣдованій совпадаютъ съ общимъ заключеніемъ всѣхъ геоло-

говъ, что существованіе третичнаго человѣка, быть можетъ, и будетъ доказано, но что теперь доказательствъ этихъ нѣтъ. Во всякомъ случаѣ важно то, что всѣ найденные до сихъ поръ скелеты нисколько не отличаются по своему строенію отъ нашихъ, и нѣтъ никакихъ качественныхъ указаній на принадлежность ихъ расѣ болѣе низкой въ сравненіи съ нашей. Правда, встрѣчаются уклоняющіеся странные типы, но они составляютъ такое же исключеніе, какъ и встрѣчаемые нынѣ. „Скелеты людей изъ *Cro-Magnon* и *Solutré*, строителей мегалитовъ въ *Roknia*, скелеты Италіи, Испаніи, Бразиліи и Лузіаны, а также и кости, составляющія, будто бы, переходъ къ третичному времени,—всѣ они принадлежатъ людямъ, ни чѣмъ не отличающимся отъ людей XIX столѣтія“.



# ХИМІЯ, ФИЗИКА И МИНЕРАЛОГІЯ.

## НОВЫЙ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКІЙ СПОСОБЪ ОПРЕДѢЛЕНІЯ СѢРЫ ВЪ ЖЕЛѢЗѢ <sup>1)</sup>.

Виборга.

(Neue colorimetrische Schwefelprobe für Eisen; von J. Wiborgh).

*Основанія этого способа.* Желѣзо растворяють въ разбавленной сѣрной или соляной кислотѣ, причемъ выдѣляющіеся газы, именно: водородъ, углеводороды и сѣрнистый водородъ, пропускають черезъ кусокъ ткани, пропитанной металлическою солью. Эта послѣдняя, вслѣдствіе дѣйствія на нее сѣрнистаго водорода, разлагается, причемъ образуется сѣрнистое соединеніе металла, сообщающее ткани извѣстное окрашиваніе. Чѣмъ болѣе сѣры заключается въ желѣзѣ, тѣмъ гуще становится окрашиваніе.

При этомъ предполагается, что одна и та же поверхность должна постоянно окрашиваться, отъ опредѣленнаго количества сѣры, одинаково густо. Естественнo, что при двухъ сортахъ желѣза, съ различнымъ содержаніемъ сѣры, для выдѣленія одного и того же количества этого элемента, необходимо, чтобы вѣсовые количества желѣза были обратно пропорціональны содержанию сѣры. Поэтому, если вѣсовое количество  $W$  желѣза, содержащаго  $S$  процентовъ сѣры, будетъ давать совершенно такое же окрашиваніе, какъ и вѣсовое количество  $W_1$  другого сорта желѣза, съ содержаніемъ сѣры равнымъ  $S_1$ , то мы можемъ написать:

$$WS = W_1S_1$$

<sup>1)</sup> Переводъ Г. Л. изъ „Stahl und Eisen“. 1886. № 4.

Полагая, что  $S_1$  будетъ искомое содержаніе сѣры, его можно найти изъ уравненія:

$$S_1 = \frac{WS}{W_1}.$$

Поэтому, если мы будемъ имѣть въ распоряженіи желѣзо съ точно опредѣленнымъ содержаніемъ сѣры (нормальное желѣзо), то нетрудно получить, беря различныя навѣски, рядъ цвѣтовъ, въ которомъ для каждаго цвѣта будетъ извѣстно произведеніе  $WS$ . Этотъ рядъ цвѣтовъ составляетъ шкалу, съ помощью которой опредѣляется неизвѣстное содержаніе сѣры  $S_1$  въ другомъ желѣзѣ, для чего стоитъ только соотвѣтствующее послѣднему произведеніе  $WS$  раздѣлить на вѣсъ желѣза, взятаго для пробы.

*Устройство аппарата.* Аппаратъ, изображенный на табл. VII, состоитъ изъ небольшой колбочки  $A$ , закрываемой хорошо пригнанной каучуковой пробкой  $m$ . Въ эту пробку вставляется стеклянный цилиндръ  $R$ , нижній конецъ котораго  $p$ , имѣетъ видъ трубки, а верхній снабженъ гладко отшлифованными закраинами; сверхъ того, черезъ пробку проходитъ воронкообразная трубка, служащая для приливанія кислоты. Эта трубка состоитъ изъ двухъ отдѣльных частей, соединенныхъ каучуковою трубкою, поверхъ которой находится зажимъ съ винтомъ  $k$ . Такое устройство даетъ возможность опредѣлять съ точностью количество кислоты, впущенной въ колбочку. На закраинахъ цилиндра  $R$  помѣщается каучуковое кольцо  $n$ , а надъ нимъ ткань  $o$ , пропитанная металлическими солями. Для болѣе плотнаго прилеганія кольца къ закраинамъ и къ ткани, на послѣднюю накладывается второе каучуковое кольцо  $n'$ , одинаковыхъ размѣровъ съ первымъ, а на него еще деревянное кольцо  $s$ , прижимаемое къ закраинамъ цилиндра при помощи зажимовъ  $B$ . Каучуковыя кольца должны имѣть опредѣленный внутренній діаметръ, такъ какъ отъ длины его зависитъ величина поверхности ткани, подвергающейся окрашиванію. Означенныя кольца, какъ это показано на рисункѣ, сдѣланы нѣсколько меньшаго діаметра, сравнительно съ отверстиемъ цилиндра по той причинѣ, что гораздо легче приготовить опредѣленныхъ размѣровъ кольца, чѣмъ стеклянный цилиндръ. Въ аппаратѣ, изображенномъ на прилагаемомъ рисункѣ, внутренній діаметръ кольца сдѣланъ равнымъ 55 mm., тогда какъ поперечникъ отверстія цилиндра имѣетъ 58 mm.

Чтобы на кольцо  $s$  водяной паръ не могъ сгущаться и потомъ стекать въ видѣ капель на ткань, гораздо лучше изготовлять это кольцо не изъ стекла или металла, а изъ дерева, и давать ему такую форму и такіе размѣры, какіе показаны на чертежѣ. При описанномъ устройствѣ аппарата ни газы, ни водяной паръ не могутъ выдѣляться изъ него иначе, какъ направляясь черезъ ткань.

Нагрѣваніе колбочки производится при помощи песчаной бани  $E$ , которая укрѣпляется на подставкѣ  $D$  и нагрѣвается посредствомъ газовой горѣлки или спиртовой лампы.



*Приготовление ткани.* Сначала *Виборгъ* пользовался, вмѣсто ткани, непроклееною бумагою (пропускной бумагою), но скоро убѣдился, что ткань имѣеть много преимуществъ. Хотя бумага хорошо пропускаетъ газы и водяной паръ, но она очень рыхла и легко разрывается при малѣйшей неосторожности во время кипяченія.

Ткань, употребляемая для означенной цѣли, представляетъ собою обыкновенную тонкую бѣлую хлопчатобумажную матерію. Такъ называемое голландское полотно менѣе пригодно, такъ какъ оно не такъ плотно, а потому не такъ легко поглощаетъ выдѣляющійся сѣроводородъ.

Пропитываніе ткани производится очень просто путемъ смачиванія ея растворомъ какой-нибудь металлической соли. Для этой цѣли могутъ служить соли свинца, серебра, мѣди, кадмія или сурьмы, но самыми лучшими оказываются соли кадмія.

Соли серебра и свинца весьма чувствительны къ сѣрнистому водороду, но сѣрнистыя соединенія этихъ металловъ имѣютъ черный цвѣтъ, вслѣдствіе чего ткань окрашивается очень густо. По этой причинѣ приходится брать весьма малыя навѣски или устраивать очень большіе аппараты.

Соли мѣди даютъ буроватые, болѣе нѣжные цвѣта, но, вслѣдствіе свойства сѣрнистой мѣди окисляться и давать съ окислами разнообразныя соединенія, цвѣта эти не постоянны.

Сурьма даетъ мало растворимыхъ солей, и такъ какъ послѣднія, кромѣ того, менѣе чувствительны къ сѣроводороду, то въ данномъ случаѣ онѣ менѣе пригодны.

Попытки получить окрашиваніе одновременно отъ двухъ солей, наприм., отъ солей кадмія и свинца, смѣшанныхъ вмѣстѣ, также не дали благопріятныхъ результатовъ, такъ какъ при этомъ цвѣтъ оказывается неоднороднымъ и мѣстами приобретаетъ болѣе темные оттѣнки, вслѣдствіе чего ткань принимаетъ пестрый видъ съ оттѣнками желтаго и чернаго цвѣта.

На этихъ основаніяхъ *Виборгъ* избралъ для пропитыванія ткани соли кадмія, во-первыхъ, потому, что сѣрнистый кадмій имѣетъ красивый и неизмѣняющійся желтый цвѣтъ, а во-вторыхъ потому, что сродство этого металла къ сѣрѣ такъ велико, что превышаетъ даже сродство свинца къ сѣрѣ. Дѣйствительно, если смочить ткань растворомъ изъ смѣси равныхъ по вѣсу количествъ уксуснокислаго свинца и кадмія и подвергнуть ее дѣйствию небольшого количества сѣроводорода, то вначалѣ получается почти чистый желтый цвѣтъ, и болѣе темное окрашиваніе получается уже только при болѣе значительномъ количествѣ сѣроводорода. Этотъ фактъ ясно указываетъ, что сѣрнистый водородъ скорѣе разлагается кадміемъ, чѣмъ свинцомъ. Что касается выбора той или другой соли кадмія, для пропитыванія ткани, то тутъ трудно дать предпочтеніе которой нибудь изъ нихъ. Для означенной цѣли пригодна всякая соль кадмія, хотя каждая изъ нихъ даетъ болѣе или менѣе отличные другъ отъ друга оттѣнки желтаго цвѣта.

Азотнокислый кадмій даетъ яркій и очень красивый желтый цвѣтъ, склоняющійся къ оранжевому; сѣрноокислый—не столь яркій и съ желтоватобурнымъ оттѣнкомъ, а хлористый и уксуснокислый кадмій даютъ свѣтлый желтый цвѣтъ.

Оттѣнки одного и того же цвѣта, получаемые отъ различныхъ количествъ сѣры, будутъ различаемы лучше всего въ томъ случаѣ, если ткань пропитать растворомъ азотнокислаго кадмія. Не смотря на это, Виборгъ пользовался уксуснокислою солью, принимая во вниманіе, что эта соль, содержащая въ себѣ слабѣйшую и болѣе летучую кислоту, должна давать цвѣта, которые будутъ измѣняться меньше, чѣмъ цвѣта отъ другихъ солей. А это обстоятельство имѣетъ довольно важное значеніе.

Для того, чтобы весь сѣроводородъ могъ быть воспринять тканью, эта послѣдняя должна содержать въ себѣ такое количество кадміевой соли, которое соотвѣтствовало бы наибольшему искомому содержанію сѣры, ибо въ противномъ случаѣ часть сѣроводорода пройдетъ черезъ ткань и окраситъ ее въ желтый цвѣтъ не только съ нижней, но и съ верхней стороны. Растворъ 5 гр. окристаллизованнаго уксуснокислаго кадмія въ 100 куб. сант. дистиллированной воды оказывается вполне достаточной крѣпости. Тонкая ткань, пропитанная подобнымъ растворомъ, не пропускаетъ черезъ себя даже слѣдовъ сѣроводорода, что доказывается окрашиваніемъ ся только съ одной нижней стороны. При двухъ лоскуткахъ ткани, расположенныхъ одинъ надъ другимъ, окрашиваніе появляется въ подобномъ случаѣ только на нижнемъ лоскуткѣ.

Степень густоты раствора вообще оказываетъ слѣдующее дѣйствіе: окрашиваніе, даваемое крѣпкимъ растворомъ, появляется главнѣйшимъ образомъ на поверхности ткани; напротивъ того, краска отъ болѣе слабаго раствора проникаетъ въ ткань глубже, отъ чего происходитъ нѣкоторое различіе въ цвѣтѣ, не смотря на то, что количество сѣрнистаго кадмія въ обоихъ случаяхъ остается одинаковымъ. Въ общемъ, небольшія колебанія густоты раствора замѣтнаго дѣйствія не обнаруживаютъ.

Пропитываніе ткани растворомъ кадміевой соли производится слѣдующимъ образомъ: изъ ткани вырѣзываются кружки, діаметромъ въ 80 мм., которые и опускаются потомъ въ растворъ кадміевой соли, причемъ наблюдаютъ, чтобы они пропитались растворомъ по возможности равномерно. По прошествіи нѣсколькихъ минутъ, кружки вынимаютъ изъ раствора и раскладываютъ на чистомъ полотнѣ для просушки. Когда кружки вполне высохнутъ, ихъ снимаютъ съ полотна и кладутъ въ коробку изъ папки, гдѣ они и сохраняются.

*Шкала цвѣтовъ.* Смотря по количеству сѣроводорода, дѣйствующаго на препарированную ткань, послѣдняя покрывается болѣе или менѣе толстымъ слоемъ сѣрнистаго кадмія, вслѣдствіе чего окрашивается болѣе или менѣе густымъ желтымъ цвѣтомъ. Чувствительность въ данномъ случаѣ такъ зна-



чительна, что  $\frac{1}{1000}$  миллиграмма сѣры сообщаетъ уже желтое окрашиваніе бѣлой поверхности ткани, величиною въ одинъ кв. сантиметръ, хотя слабое, тѣмъ не менѣе весьма замѣтное. При постепенномъ увеличеніи количества сѣры, свыше  $\frac{1}{1000}$  миллиграмма на кв. сантиметръ, при каждой незначительной прибавкѣ, наблюдается весьма ясное различіе въ густотѣ цвѣта; но въ томъ же самомъ отношеніи, въ какомъ увеличивается густота цвѣта отъ увеличенія содержанія сѣры, различіе въ цвѣтѣ становится все менѣе и менѣе замѣтнымъ. Когда содержаніе сѣры будетъ простираться до 0,02 миллиграмма на кв. сантиметръ, ткань окрашивается густымъ желтымъ цвѣтомъ, и чтобы достигъ замѣтнаго различія въ цвѣтѣ требуется уже теперь прибавка двойного или тройного количества сѣры, сравнительно съ тѣмъ, какое нужно было при окрашиваніи ткани въ болѣе свѣтлые цвѣта.

Отсюда явствуется, что густымъ окрашиваніемъ пользоваться не выгодно, такъ какъ различать оттѣнки цвѣта въ данномъ случаѣ довольно затруднительно.

Чтобы имѣть возможность при пробѣ желѣза опредѣлять содержаніе въ немъ сѣры, необходимо имѣть рядъ цвѣтовъ или такъ называемую шкалу цвѣтовъ, въ которой каждый номеръ цвѣта соотвѣтствуетъ опредѣленному процентному содержанію сѣры, при условіи, что для пробы было отвѣшено опредѣленное количество желѣза.

Такую шкалу цвѣтовъ легко составить при помощи такъ называемаго нормального желѣза, въ которомъ содержаніе сѣры опредѣлено съ большою точностью.

Насколько будетъ велико содержаніе сѣры въ нормальномъ желѣзѣ, въ общемъ это безразлично; но такъ какъ самый лучший способъ опредѣленія сѣры въ желѣзѣ, именно окисленіе ея и осажденіе хлористымъ баріемъ, при незначительномъ содержаніи сѣры оказывается не вполне точнымъ, то для составленія шкалы слѣдуетъ выбирать желѣзо съ довольно большимъ содержаніемъ сѣры, на примѣръ около 0,1%, такъ какъ въ этомъ случаѣ незначительная ошибка въ опредѣленіи сѣры большого значенія имѣть не будетъ.

Если мы возьмемъ желѣзо съ извѣстнымъ процентнымъ содержаніемъ сѣры  $s$  и другое желѣзо, въ количествѣ 0,4 гр., въ которомъ содержаніе сѣры будетъ  $s_1$ , то для полученія отъ этихъ двухъ сортовъ желѣза одинаковаго окрашиванія, необходимо, чтобы:

$$w \cdot s = 0,4 \cdot s_1$$

или

$$w = \frac{0,4 \cdot s_1}{s}$$

Такъ какъ въ эту формулу вмѣсто  $s_1$  можно послѣдовательно вставлять различное процентное содержаніе сѣры, на примѣръ, 0,005, 0,01, 0,02 и т. д., то опредѣляютъ, сколько должно быть отвѣшено въ каждомъ случаѣ

нормальнаго желѣза, чтобы получить рядъ цвѣтовъ, которые бы вполне соответствовали цвѣтамъ, получаемымъ отъ различныхъ сортовъ желѣза, съ соответственнымъ содержаніемъ сѣры, когда берется навѣска желѣза въ 0,4 гр. Другими словами, получаютъ шкалу цвѣтовъ, въ которой тотъ или другой цвѣтъ прямо указываетъ содержаніе сѣры въ испытуемомъ желѣзѣ.

Если желаютъ составить подобную шкалу для аппарата, изображеннаго на табл. VII, въ которомъ внутренній діаметръ кружка изъ матеріи равняется 55 мм., то при предположеніи, что для пробы будетъ отвѣшиваться 0,4 гр. желѣза, слѣдуетъ принять высшій номеръ для цвѣта, соответствующій содержанію сѣры въ 0,1 %, ибо въ противномъ случаѣ цвѣта будутъ слишкомъ густы; независимо отъ сего, если желаютъ, чтобы различные оттѣнки одного и того же цвѣта различались съ ясностью другъ отъ друга, необходимо имѣть между высшими номерами цвѣтовъ большее различіе въ содержаніи сѣры, чѣмъ между низшими.

Примѣромъ можетъ служить шкала изъ цвѣтовъ, слѣдующихъ въ такомъ порядкѣ:

№ 1	соотвѣтствуетъ	0,005 %	сѣры.
№ 2	"	0,01 "	"
№ 3	"	0,02 "	"
№ 4	"	0,03 "	"
№ 5	"	0,05 "	"
№ 6	"	0,07 "	"
№ 7	"	0,1 "	"

Такимъ образомъ, отвѣшивая для пробы 0,4 гр. желѣза, при помощи этой шкалы можно опредѣлить содержаніе сѣры до 0,1 %.

Точность, съ которою производится опредѣленіе, для малаго содержанія сѣры простирается по меньшей мѣрѣ до 0,005 %, а для болѣе значительнаго до 0,01 %, такъ какъ различіе между цвѣтами шкалы на столько велико, что очень легко опредѣлить промежуточный цвѣтъ, между двумя смежными номерами шкалы.

Эта же самая шкала можетъ служить для опредѣленія любого содержанія сѣры также и въ томъ случаѣ, когда навѣски для испытуемаго желѣза измѣняются, ибо, само собою понятно, что цвѣтъ, даваемый желѣзомъ въ количествѣ 0,4 гр., будетъ совершенно такимъ же, какъ и цвѣтъ отъ желѣза, содержащаго сѣры на половину меньше, если только взять двойную навѣску его, т. е. въ 0,8 гр.

Вообще, если для составленія шкалы цвѣтовъ брались навѣски желѣза въ  $n$ . 0,4, то другое желѣзо, при навѣскахъ въ 0,4 гр., будетъ заключать въ себѣ  $\frac{1}{n}$  соотвѣтствующаго содержанія сѣры въ первомъ случаѣ.

По этой причинѣ, если желаютъ точно опредѣлить малое содержаніе сѣры, слѣдуетъ брать большія навѣски и наоборотъ.



Если при испытаніи окажется, что цвѣтъ будетъ очень близокъ къ цвѣту, соотвѣтствующему въ шкалѣ наибольшему содержанію сѣры, или даже окажется еще гуще, то слѣдуетъ повторить пробу, взявъ при этомъ меньшую навѣску.

Для сокращенія вычисленій, подъ каждымъ номеромъ цвѣта, вмѣстѣ съ содержаніемъ сѣры, которое соотвѣтствуетъ навѣскѣ, употребившейся при составленіи шкалы, можно помѣстить цѣлый рядъ чиселъ, выражающихъ собою содержаніе сѣры при различныхъ навѣскахъ, имѣющихъ мѣсто при производствѣ пробы.

Такъ напримѣръ, подъ рисункомъ шкалы цвѣтовъ № 2 на табл. VII показаны слѣдующія навѣски *W* и соотвѣтствующее имъ содержаніе сѣры *S* въ процентахъ:

<i>W</i>	<i>S</i>
0,8 гр. . . . .	0,005°/о
0,4 „ . . . . .	0,01 „
0,2 „ . . . . .	0,02 „
0,1 „ . . . . .	0,04 „
0,08 „ . . . . .	0,05 „
0,04 „ . . . . .	0,1 „
0,02 „ . . . . .	0,2 „

Такимъ образомъ, этотъ одинъ рисунокъ, при означенныхъ навѣскахъ, даетъ возможность опредѣлять содержаніе сѣры въ предѣлахъ отъ 0,005 до 0,2 %.

Приготовивши вышеописаннымъ образомъ различные цвѣтные рисунки, долженствующіе образовать шкалу, ихъ укрѣпляютъ въ соотвѣтственномъ порядкѣ на бѣлыхъ картонныхъ пластинкахъ, которыя соединяютъ вмѣстѣ холщевыми полосками. Послѣ этого, рисунки складываются и помѣщаются, для сохраненія, въ особый папковый футляръ.

Послѣ обработки ткани уксуснокислымъ кадміемъ, краски оказываются весьма прочными, такъ какъ по прошествіи многихъ мѣсяцевъ онѣ не обнаруживали никакихъ измѣненій, особенно если сохранялись вышеописаннымъ способомъ.

*Производство пробы.* Всѣ части аппарата должны быть тщательно промыты водою, чтобы въ нихъ не оставалось слѣдовъ кислоты отъ предшествовавшей пробы. Послѣ этого, колбочка наполняется до половины дистиллированной водою; затѣмъ аппаратъ собирается и помѣщается въ песчаную баню, нагрѣваемую газомъ или спиртовой лампою, до тѣхъ поръ, пока вода въ колбочкѣ придетъ въ умѣренное кипѣніе.

Въ это время берется навѣска желѣза, подвергающагося испытанію. Желѣзо должно имѣть видъ мелкихъ кусочковъ, но чтобы раствореніе совершалось быстрѣе, лучше брать его въ видѣ опилокъ или порошка. Трудно растворимые сорта желѣза, каковы, напримѣръ, чугуны съ большимъ содер-

жаніемъ кремнія или фосфора, хромъ-содержащее желѣзо и проч., должны быть всегда обрабаемы въ тонкій порошокъ. Взвѣшенная проба, при помощи маленькой воронки и волосяной кисточки, всыпается въ стеклянную пробирку *r*. Эта пробирка, края которой нѣсколько загнуты, обматывается платиновою проволокою и устанавливается такимъ образомъ, чтобы она не могла упасть на дно колбы и принять тамъ такое положеніе, при которомъ доступъ кислоты къ желѣзу былъ бы затруднителенъ. Платиновая проволока, къ которой прицѣпляется пробирка *r*, должна имѣть въ поперечникѣ около 0,3 м. м.

Послѣ того какъ вода прокипитъ нѣсколько минутъ и воздухъ изъ нея выдѣлится, каучуковая пробка, съ вставленнымъ въ нее цилиндромъ, вынимается, а пробирка, съ находящеюся въ ней пробой, опускается въ колбу, гдѣ, покаясь на днѣ, она удерживается платиновою проволокою въ надлежащемъ положеніи. Послѣ этого, аппаратъ снова собирается и на за-краины цилиндра *R* накладывается каучуковое кольцо, имѣющее въ діаметрѣ 55 мм.; поверхъ послѣдняго кладется припарированная ткань, потомъ опять каучуковое кольцо, и наконецъ, деревянное кольцо, которое прочно укрѣпляется при помощи зажимовъ *B*.

Лишь только ткань будетъ наложена, зажимъ *k*, находящійся на гутаперчевой трубкѣ, соединяющей съ воронкою, завинчивается, вслѣдствіе чего водяной паръ припуждается направится черезъ ткань.

Чтобы выгнать изъ аппарата по возможности весь воздухъ, и чтобы смочить ткань равномернo, прежде чѣмъ прилить кислоты, заставляютъ воду слегка кипѣть, въ теченіе 8 или 10 минутъ. Послѣ этого, наполняютъ воронку разбавленной сѣрной кислотой (напримѣръ  $\frac{1}{4}$  об. сѣрной кислоты и  $\frac{3}{4}$  об. воды), осторожно отвинчиваютъ винтъ зажима *k* и заставляютъ кислоту медленно, по каплямъ, стекать въ колбу. На 0,4 гр. желѣза требуется около 10 куб. сант. разбавленной кислоты. Лишь только кислота поступитъ въ колбу, желѣзо начинаетъ растворяться; водяной паръ и газы направляются черезъ ткань, нижняя поверхность которой, по мѣрѣ растворенія желѣза и въ зависимости отъ содержанія въ немъ сѣры, принимаетъ постепенно болѣе или менѣе густой желтый цвѣтъ. Когда все желѣзо растворится, жидкость еще поддерживаютъ въ кипѣніи въ теченіе 8 или 10 минутъ, чтобы удалить сѣроводородъ, который могъ остаться въ аппаратѣ; затѣмъ снимаютъ послѣдовательно зажимы *B*, кольца и ткань, которую кладутъ, для просушки, на пропускную бумагу. Послѣ всего этого, для опредѣленія содержанія сѣры, остается только сравнить цвѣтъ ткани съ цвѣтами шкалы.

При этой пробѣ на сѣру имѣетъ большое значеніе условіе, чтобы жидкость въ колбѣ находилась въ непрерывномъ умѣренномъ кипѣніи. Жидкость должна кипѣть на столько, чтобы водяной паръ постоянно проходилъ черезъ ткань, но кипѣніе не слѣдуетъ поддерживать съ такою силою, чтобы ткань отъ этого растягивалась, ибо можетъ случиться, что отъ подобнаго напряженія



и отъ сгущенія водянаго пара тканьъ сдѣлается плотнѣе и приметъ выпуклую форму; между тѣмъ, давленіе въ аппаратѣ можетъ на столько увеличиться, что, по прибавленіи кислоты, газы направятся черезъ трубку воронки. Впрочемъ, при осторожномъ кипяченіи опасаться этого нѣтъ основанія.

Весьма важно также, чтобы сѣроводородъ, образующійся при раствореніи желѣза, не окислялся. Для этого необходимо удалить, по возможности, весь воздухъ изъ воды и изъ аппарата, прежде чѣмъ прилить кислоты, ибо кипѣніе происходитъ, всетаки, съ такою силою, что проходящіе черезъ ткань газы сопровождаются большимъ количествомъ водянаго пара.

Ткань послѣ пробы должна имѣть равномерную окраску, ибо если красящее вещество распредѣлится не равномерно, то опредѣленіе густоты цвѣта становится крайне затруднительнымъ.

Равномерное распредѣленіе красящаго вещества зависитъ главнѣйшимъ образомъ отъ устройства стекляннаго цилиндра. Онъ долженъ быть приготовленъ такимъ образомъ, чтобы трубка *p* точно совпадала съ его вертикальною осью. Впрочемъ, трубка можетъ быть сдѣлана короче и конической формы, но при этомъ внутренній діаметръ ея на нижнемъ концѣ не долженъ превышать 8 или 9 мм.

Если трубка слишкомъ широка, то ткань всегда окрашивается неравномерно; наоборотъ, если она слишкомъ узка, то капли сгустившейся въ ней воды выбрасываются на ткань, которая вслѣдствіе этого принимаетъ пятнистый видъ. На приложенномъ рисункѣ изображенъ цилиндръ, въ которомъ каучуковая пробка вставлена такимъ образомъ, что устье трубки приходится какъ разъ на пижней ея поверхности; между тѣмъ, лучше, если трубка будетъ опущена ниже пробки на 5 или 10 мм. Хотя въ послѣднемъ случаѣ сгустившаяся вода будетъ не такъ легко вытекать изъ трубки и въ ней образуются пузырьки, особенно пока цилиндръ не успѣлъ еще нагрѣться, но это не имѣетъ вредныхъ послѣдствій, между тѣмъ, такое устройство способствуетъ равномерному окрашиванію ткани.

Кромѣ того, надо наблюдать, чтобы стеклянный цилиндръ находился, по возможности, въ вертикальномъ положеніи и чтобы аппаратъ былъ помѣщенъ въ такомъ мѣстѣ, гдѣ нѣтъ тяги воздуха.

Для производства пробы требуется отъ 35 до 45 минутъ времени, смотря по тому, на сколько легко растворяется желѣзо.

Этотъ новый способъ опредѣленія сѣры давалъ вполне удовлетворительные результаты при многихъ испытаніяхъ, причемъ опредѣлялось съ большою точностью какъ высокое, такъ и низкое содержаніе сѣры въ желѣзѣ, независимо отъ присутствія въ немъ углерода или кремнія. Результаты испытаній надъ различными сортами желѣза, произведенныхъ по этому способу, помѣщены ниже, въ особой таблицѣ, въ которой, для сравненія, приведены также результаты точныхъ опредѣленій сѣры, произведенныхъ мокрымъ путемъ. При описанномъ способѣ опредѣленія сѣры обнаружилось, что примѣси

къ желѣзу мѣди или мышьяка не оказываютъ на результаты никакого вліянія. Чтобы убѣдиться въ этомъ, Выборгъ произвелъ нѣсколько испытаній надъ различными образцами желѣза, хранящимися въ музеумѣ Стокгольмской Горной Академіи и содержащими въ себѣ мѣдь и мышьякъ. Изъ нижеприведенной таблицы, въ которой помѣщены результаты и этихъ испытаній, видно:

1) что въ пробахъ 2, 15 и 19 мѣдь не оказала никакого вліянія, равно какъ и то

2) что можно съ вѣроятностью сказать то же самое относительно мышьяка въ пробахъ 3 и 10, такъ-какъ ничтожное различіе въ результатахъ здѣсь могло зависѣть и отъ другихъ обстоятельствъ.

Величина аппарата можетъ быть произвольная. Если желаютъ опредѣлить вообще высокое содержаніе сѣры, свыше 0,1 %, напримѣръ, при коксовых печахъ и т. д., то слѣдуетъ устраивать аппаратъ болѣшихъ размѣровъ, чѣмъ тотъ, который изображенъ на прилагаемомъ рисункѣ и гдѣ каучуковое кольцо имѣетъ внутренній діаметръ въ 55 мм., ибо въ противномъ случаѣ, чтобы не получать слишкомъ густаго окрашиванія, необходимо брать для пробы очень малыя навѣски.

№	Различные сорта желѣза, въ которыхъ содержаніе сѣры опредѣлено частью колориметрическимъ способомъ Выборга, а частью мокрымъ путемъ.	Содержаніе сѣры, опред. по способу Выборга ‰.	Содержаніе сѣры, опредѣл. мокрымъ путемъ, при помощи хлористаго барія.	
			Сѣры ‰.	Химикъ, производившій пробу.
1	Бѣлый чугуны, полученный на древесномъ углѣ.	0,005	0,005	Д-ръ А. Таммъ.
2	Зеркальный чугуны изъ Зигена, желѣзо содержитъ 0,05‰ мѣди . . . . .	0,005	0,006	І. Выборгъ.
3	Полосовое желѣзо, содержащее 0,076‰ мышьяка .	0,007	0,008	І. Лагерваль.
4	Кричное желѣзо . . . . .	0,0075	0,005	А. Таммъ.
5	Сѣрый чугуны, полученный на древесномъ углѣ.	0,0075	0,005	"
6	Бѣлый чугуны, полученный на древесномъ углѣ.	0,012	0,01	І. Выборгъ.
7	Кричное желѣзо . . . . .	0,012	0,014	"
8	Отожженный чугуны . . . . .	0,015	0,013	Н. Лагерфегтъ.
9	Половинчатый чугуны, выплавленный на древесномъ углѣ . . . . .	0,018	0,018	І. Выборгъ.
10	Бѣлый чугуны, содержащій 0,071‰ мышьяка. . .	0,02	0,025	І. Лагерваль.
11	Половинчатый чугуны, выплавленный на древесномъ углѣ . . . . .	0,02	0,02	І. Выборгъ.
12	Отожженный чугуны . . . . .	0,023	0,024	Е. Цвейбергъ.
13	Бѣлый чугуны, выплавленный на древесномъ углѣ .	0,023	0,024	І. Лагерваль.
14	" " " " " "	0,025	0,022	А. Таммъ.
15	" " " " " "	0,028	0,029	І. Выборгъ.
16	Чугуны, сплавленные для литья пушекъ съ мѣдью и содержащій мѣди 1,55‰ . . . . .	0,039	0,038	"
17	Мартеновское желѣзо . . . . .	0,04	0,037	"
18	" " " " " "	0,05	0,047	"
19	Бѣлый чугуны, выплавленный на древесномъ углѣ и содержащій 0,015 мѣди . . . . .	0,06	0,061	"
20	Сталь . . . . .	0,07	0,068	"
21	Мартеновская сталь . . . . .	0,1	0,093	"
22	Сѣрый чугуны . . . . .	0,135	0,134	І. Лагерваль.
23	Пушечный сѣрый чугуны . . . . .	0,15	0,145	І. Выборгъ.
24	Бѣлый чугуны изъ Герде, содержащій 1,88‰ фосфора . . . . .	0,21	0,19	Аквилонъ.
25	Отожженный чугуны . . . . .	0,35	0,34	І. Юнгверъ.
26	Бѣлый чугуны, полученный на коксѣ . . . . .	0,45	0,46	І. Выборгъ.
27	" " " " " "	0,7	0,66	П. Г. Лидеръ.



# ОТЧЕТЪ ПО ЛАБОРАТОРІИ МИНИСТЕРСТВА ФИНАНСОВЪ И С.-ПЕТЕР- БУРГСКОЙ ПРОВІРНОЙ ПАЛАТКѢ за 1885 годъ.

Горн. Инж. О. Савченкова.

## I. По Лабораторіи Министерства Финансовъ.

Въ теченіи 1885 года было подвергнуто химическому анализу 144 образца, которые могутъ быть распредѣлены на слѣдующіе отдѣлы:

1) *Угlistыя вещества.* Всѣ образцы, числомъ 21, доставлены частными лицами. Въ томъ числѣ 1 образецъ каменнаго угля изъ Тквибульскаго мѣсторожденія, за Кавказомъ; два образца каменнаго угля и одинъ бураго угля изъ Вятской губерніи; коксъ изъ Донецкаго каменнаго угля и древесно-угольный порошокъ.

2) *Желѣзные руды и продукты.* Всѣхъ образцовъ 40. Въ томъ числѣ: образцовъ желѣзныхъ рудъ съ Кавказа, Урала и Енисейской губерніи 7; 6 образцовъ чугуна и 2 образца стали съ Адмиралтейскихъ Ижорскихъ заводовъ; образцы чугуна съ Новороссійскаго завода Г. Юза и Баранчинскаго завода на Уралѣ; 7 образцовъ хромистыхъ чугуна и стали; 4 образца Уральской стали и 12 образцовъ уральскаго желѣза.

3) *Мѣдные руды и продукты.* Всѣхъ образцовъ 15. Въ томъ числѣ: мѣдныхъ рудъ изъ Вятской губерніи и Киргизской степи 7; одинъ образецъ листовой мѣди съ Петербургскаго завода Розенкранца; одинъ образецъ штыковой мѣди съ Алтайскихъ заводовъ и 6 образцовъ штыковой мѣди съ Богословскаго завода на Уралѣ.

4) *Свинцовыя, серебряныя, золотыя, платиновыя и ртутныя руды.* Всѣхъ образцовъ 24. Въ томъ числѣ: свинцовыхъ и серебряныхъ рудъ изъ Киргизской степи, Туркестана и Западной Сибири 15; золотосодержащихъ рудъ съ Урала и изъ Енисейской губерніи 4; одинъ образецъ сырой платины, содержащей примѣсь свинца и 4 образца ртутной руды изъ Бахмутскаго уѣзда Екатеринославской губерніи.

5) *Марганцовыя руды.* Изслѣдованы два образца изъ Екатеринославской губерніи и одинъ образецъ съ Кавказа.

6) *Различныя минералы и породы.* Изслѣдовано 19 образцовъ. Въ томъ числѣ: 7 образцовъ глины, два образца песка, 8 образцовъ различныхъ породъ и минераловъ и 2 образца флюсоваго известняка.

и 7) *Различныя изслѣдованія.* Изслѣдовано всего 22 образца. Определена позолота въ двухъ мѣдныхъ листахъ со шпика Главнаго Адмиралтейства и въ издѣліяхъ съ бронзовой фабрики Моранда; определено содержаніе золота и серебра въ двухъ образцахъ полировальнаго порошка съ фабрики Сазикова; анализирована бронза, доставленная Обществомъ Франко-Русскихъ заводовъ; изслѣдованы 2 образца полуды мѣдной посуды, доставленной

Главнымъ Дворцовымъ Управленіемъ; изслѣдовано 4 образца мѣднаго купороса, доставленные С.-Петербургскимъ Монетнымъ Дворомъ и Городскимъ Телеграфнымъ Управленіемъ; изслѣдовано четыре образца заграничныхъ товаровъ, доставленныхъ Департаментомъ Таможенныхъ Сборовъ и произведено подробное изслѣдованіе разновидности алюминита, которой К. К. Флугъ предложилъ новое названіе *инатъевита*.

По судебнымъ дѣламъ фальшивыя монеты и предметы для ихъ поддѣлки поступили отъ 37 судебныхъ слѣдователей окружныхъ судовъ: С.-Петербургскаго, Казанскаго, Каменецъ-Подольскаго, Воронежскаго, Ломжинскаго, Полоцкаго, Калужскаго, Курскаго, Пермскаго, Саратовскаго, Екатеринбургскаго, Вятскаго, Симбирскаго, Усть-Медвѣдцкаго, Кашинскаго, Рязанскаго, Одесскаго и Нижегородскаго и отъ Военнаго слѣдователя Московскаго военнаго округа.

Повѣрочныхъ испытаній золотыхъ и серебряныхъ сплавовъ и монеты, приготовленныхъ С.-Петербургскимъ Монетнымъ дворомъ, въ 1885 году, Пробиреромъ И. Б. Евсигнѣевымъ произведено 86.

## 1. Углистыя вещества.

Углерода. Зола. Влажности. Аналитикъ.

- 1) Цейлонскій графитъ отъ Г. Пурышева 91,64 8,08 0,28 О. Ферстеръ.  
Образцы каменнаго угля изъ Тквибульскаго мѣсторожденія.

		Углерода.	Летучихъ веществъ.	Зола.	Влажности.	Аналитикъ.
2)	№ 3.	45,40	34,44	12,90	7,26	К. Флугъ.
3)	4.	41,90	33,90	18,00	6,20	
4)	5.	50,20	33,28	8,60	7,92	
5)	6.	47,40	30,76	14,40	7,44	
6)	7.	53,21	30,27	6,02	10,50	Ф. Ферстеръ.
7)	8.	49,67	35,67	5,10	9,56	
8)	9.	39,80	39,11	14,31	6,78	
9)	10.	49,43	33,59	9,43	7,55	
10)	11.	43,91	35,43	12,30	8,36	И. Сорокинъ.
11)	12.	38,15	37,20	14,27	10,38	
12)	13.	39,85	38,50	15,80	5,85	
13)	14.	43,53	38,59	12,88	5,00	
14)	15.	51,82	33,02	6,82	8,34	Ф. Жерве.
15)	16.	42,78	27,94	16,18	13,10	
16)	20.	46,46	34,25	11,72	7,57	

Коксъ во всѣхъ образцахъ спекающійся, рыхлый. Зола въ №№ 3, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16 и 20 бѣлая глинистая; въ №№ 4 и 5 сѣрая гли-



листая, съ содержаніемъ окиси желѣза; въ №№ 8, 9 и 10 сѣрая глинистая, съ розовымъ оттѣнкомъ.

17) Каменный уголь изъ имѣнія Константиновка Г. Юшкова Вятской губерніи, Малмыжскаго уѣзда.

Углерода.	Летуч. вѣщ.	Золы.	Влажности.	Аналитикъ.
27,70	48,64	10,30	13,36	К. Флугъ

Сѣры 0,928%

Коксъ не спекающійся. Зола свѣтло-бурая, состоитъ изъ кремнезема, окиси желѣза, глины и гипса. Нагрѣвательная способность по Бертье 5979 ед. тепп. Относится къ бурымъ углямъ.

18) Каменный уголь изъ Ново-экономической копи Г. Жуковского оказался содержащимъ:

Углерода . . . . .	71,36
Водорода . . . . .	5,20
Влажности . . . . .	4,00
Сѣры . . . . .	3,15
Золы . . . . .	6,01
Кислорода и азота . . . . .	10,28
	<hr/> 100.

Органическая масса содержитъ.

Углерода . . . . .	82,17
Водорода . . . . .	5,99
Кислорода и азота . . . . .	11,84
	<hr/> 100.

Анализъ Ф. Ферстера.

19) Бурый уголь изъ имѣнія Дмитровка Г. Юшкова, Вятской губерніи, Малмыжскаго уѣзда, содержалъ около 50% влажности. Высушенный при 110° оказался содержащимъ.

Углерода . . . . .	13,93
Летучихъ веществъ . . . . .	33,32
Золы . . . . .	52,75
	<hr/> 100.

Кокса не даетъ. Буровато-красная зола, состоитъ главнѣйше изъ окиси желѣза и кремнезема. Анализъ Ф. Ферстера.

20) Образецъ кокса изъ донецкаго каменнаго угля Г.г. Завадскаго и Лемешевскаго оказался содержащимъ во 100 частяхъ:

Золы . . . . .	4,02
Сѣры . . . . .	0,43
Влажности . . . . .	0,50

Анализъ Ф. Жерве.

21) Древесноугольный порошокъ, доставленный Г. Ренненкамифомъ, оказался содержащимъ въ 100 ч. углерода 70,34.

Анализъ Ф. Ферстера.

## II. Желѣзные руды и продукты.

22) Желѣзная руда съ Кавказа отъ Г. Бари оказалась содержащею во 100 частяхъ:

Окиси желѣза . . . . .	41,50	метал. желѣза	29,05%
Летучихъ веществъ . . . . .	11,50		
Кремнезема . . . . .	35,80		
Глинозема . . . . .	7,08		
Фосфорнаго ангидрида . . . . .	0,25		
Извести . . . . .	1,60		
Заиси марганца . . . . .	1,39		
Магнезiи . . . . .	0,86		
	<u>99,98</u>		

Анализъ К. Флуга.

23) Желѣзная руда Кажимскаго завода отъ Г. Воронцова.

Окиси желѣза . . . . .	30,38
Заиси желѣза . . . . .	7,18
Летучихъ веществъ . . . . .	0,65
Нерастворимаго остатка . . . . .	59,01
Глинозема . . . . .	0,20
Фосфорнаго ангидрида . . . . .	0,29
Извести . . . . .	1,12
Заиси марганца . . . . .	0,48
Магнезiи . . . . .	0,50
	<u>99,81</u>

Анализъ Ф. Ферстера.

24) Желѣзная руда отъ Г. Делафосса:

Окиси желѣза . . . . .	44,40	метал. жел.	30,08%
Летучихъ веществъ . . . . .	15,30		
Нерастворимаго остатка . . . . .	17,24		
Извести . . . . .	7,90		
Магнезiи . . . . .	1,62		

Анализъ К. Флуга.

25) Желѣзная руда изъ имѣнiя Г. Шеръ близъ села Спасъ-Клиники, Рязанской губ. и уѣзда, оказалась содержащею 33,12% металлическаго желѣза, по анализу К. Флуга.

26) Желѣзная руда изъ Индерской дачи Уфимской губ. оказалась содержащею 52,02% металлическаго желѣза, по анализу К. Флуга.

27) Желѣзная руда изъ Луко-Петровскаго рудника Верхне-Сергинскаго завода оказалась содержащею 50,2% металлическаго желѣза, по анализу П. Шишло.



28) Желѣзная руда изъ Минусинскаго округа Енисейской губерніи, отъ Г. Окулова, оказалась содержащею 14,05 мет. желѣза по анализу Ф. Жерве.

Сибирскій чугуны съ Адмиралтейскихъ Ижорскихъ заводовъ.

		Кремнія.	Сѣры.	Фосфора.	Марганца.
29)	№ 1	0,0979	0,012	0,1396	0,63
30)	2	0,5319	0,008	0,1675	1,25
31)	3	0,2519	0,008	0,0698	0,61
32)	4	0,5179	0,015	0,1228	0,71
33)	5	0,8982	0,014	0,4915	0,32
34)	6	1,0055	0,033	0,2401	0,41

Опредѣленія марганца и сѣры сдѣланы Ф. Ферстеромъ, а кремнія и фосфора—К. Флугомъ.

35) Чугунъ Новороссійскаго завода Г. Юза, доставленный изъ Горнаго Департамента, во 100 частяхъ содержитъ:

Химически соединеннаго углерода . . .	0,29
Графита . . . . .	3,27
Кремнія . . . . .	2,2863
Сѣры . . . . .	0,0130
Фосфора . . . . .	1,0193
Марганца . . . . .	0,9700

Анализъ Ф. Ферстера.

36) Сѣрый передѣльный чугуны Баранчинскаго завода, отъ Горнаго Начальника Гороблагоугодатскихъ заводовъ, во 100 ч.

Сѣры . . . . .	0,101
Фосфора . . . . .	0,204

Мѣди не оказалось.

Анализъ К. Флуга.

Чугунъ и листовое желѣзо, отъ Г. Теоодосьева для опредѣленія хрома, котораго по анализу Ф. Жерве оказалось:

37) Въ чугуны . . . . .	2,2372%
38) Въ желѣзѣ . . . . .	0,1671%

Два образца стали отъ Начальника Адмиралтейскихъ Ижорскихъ заводовъ для опредѣленія углерода, котораго, по анализу Ф. Ферстера, оказалось:

39) Образецъ № 3 . . . . .	0,23%
40) „ № 4 . . . . .	0,13%

41) Литая сталь, бандажная отъ шины № 649 съ Александровскаго механическаго завода, по опредѣленіямъ Ф. Жерве и Ф. Ферстера, оказалась содержащею:

Углерода . . . . .	0,45%
Хрома . . . . .	0,8398%

42) Хромистая сталь отъ Г. Θεодосьева, по анализу Ф. Ферстера, оказалась содержащею:

Углерода . . . . . 0,53%  
Хрома . . . . . 0,44%

43) Специальная хромистая сталь Путиловскаго завода отъ Г. Θεодосьева, по анализу Ф. Ферстера, оказалась содержащею: хрома 1,59%.

Три образца стали изъ конторы Демидова, по анализу Ф. Ферстера:

44) Мягкая сталь Обуховскаго завода: углерода . . . . . 0,18%.

45) Твердая сталь Обуховскаго завода: углерода . . . . . 0,91%.

46) Инструментальная сталь Златоустовскаго завода: углерода . . . . . 1,38%

47) Бессемеровская сталь Путиловскаго завода отъ Г. Θεодосьева, по анализу Ф. Жерве, оказалась содержащею:

Хрома . . . . . 0,6353%.

48) Хромистая сталь Путиловскаго завода, плавки № 292, отъ Г. Θεодосьева, оказалась, по анализу Ф. Жерве, содержащею 0,3936% хрома.

49) Литая сталь отъ Г. Воронцова, по опредѣленію К. Флуга, показала удѣльный вѣсъ 7,865 или при + 4°Ц. — 7,851.

Девять образцовъ желѣза изъ Конторы Графа Строганова:

50) I. Добрянское изъ Билимбаевскаго бѣлаго чугуна, дутье нагрѣтое, изъ 5—6 садокъ пудлинговой печи 8 января 1885. . . . .	Углерода.	Кремнія.	Фосфора.	Сѣры.	Марганца.
	0,122	0,1423	0,1033	0,008.	—

51) II. Добрянское со 2 печи Сергѣевской фабрики, мастера Ив. Ил. Сюзева, первая недѣля января 1885 г. Садка чугуна: 8 пуд. Кушвинскаго, 17 пуд. Билимбаевскаго половинчатаго, холоднаго дутья, и 3 пуда Кыновскаго. . . . .	0,110	0,1469	0,2094	0,010.	—
--	-------	--------	--------	--------	---

52) III. Добрянское изъ Билимбаевскаго сѣраго чугуна, нагрѣтаго дутья, 7 января 1885 г. . . . .	0,042	0,3102	0,4217	0,008	—
---	-------	--------	--------	-------	---

53) IV. Добрянское изъ кусковъ съ 4 печи мастера Черепанова, 1 недѣли января 1885 г. Садка чугуна: 8 п. Кушвинскаго, 12 п. Кувинскаго и 20 п. Билимбаевскаго половинчатаго, холоднаго дутья. . . . .	0,104	0,0723	0,1284	0,009.	—
--	-------	--------	--------	--------	---

54)—V. Добрянское пакетное; сбито балдою 8 января 1885 г. . . . .	0,068	0,1096	0,1061	0,015	—
---	-------	--------	--------	-------	---



	Углерода.	Кремнія.	Фосфора.	Сѣры.	Марганца.
55) — VI. Добрянское, изъ Билимбаевского сѣраго чугуна, нагрѣтаго дутья, пополамъ съ бѣлымъ Кувинскимъ. Отъ конца болванки изъ 1—2 садки пудлинговой печи 8 января 1885 г. . . . .	0,088	0,2029	0,3072	0,010	—
56) — VII. Очерское, пакетное. . . . .	0,040	0,1329	0,2429	0,011	—
57) — VIII. Очерское, изъ куска, выдѣланнаго изъ 19 пуд. Билимбаевского и 19 пуд. Кувинскаго чугуна. Конецъ отъ полосы, прокатанной изъ куска съ 5 пудлинговой печи 21 Декабря 1884 г. . . . .	0,051	0,0769	0,0754	0,010	—
58) — IX. Глянцеовое выдѣлки Сентабурской № 3. . . . .	0,265	0,140	0,1675	0,009	—
Анализы Ф. Ферстера и К. Флуга.					
Два образца кровельнаго желѣза изъ конторы графа Строгонова.					
59) Черное желѣзо. . . . .	0,0848	0,1555	0,1117	0,0596	—
60) Красное желѣзо. . . . .	0,0453	0,1119	0,1629	0,0878	—
Анализы К. Флуга.					
61) Обручное желѣзо Вознесенскаго завода Г. Шипова. . . . .	0,037	0,221	0,112	0,125	0,079.
Анализы Ф. Ферстера и К. Флуга.					

### III. Мѣдные руды и продукты.

Два образца мѣдной руды изъ Вятской губерніи отъ Г. Соколовскаго.

62) Руда Токалинская содержитъ мѣди 2,56%.

63) Руда Кирменская „ „ 39,60%.

Пустая порода Токалинской руды содержитъ нѣкоторое количество углекислой извести. При обработкѣ рудъ уксуеной кислотой, мѣдь переходить въ растворъ. Изслѣдованіе И. Сорокина.

64) Генеральная проба мѣдной руды съ прииска Карабюрать, шурфъ № 3, сортъ первый, отъ Г. Иванова, по испытанію И. Сорокина, оказалась содержащею 6,31% мѣди.

Мѣдныя руды отъ Г. Иванова.

65) № VII содержитъ мѣди 21,92%

66) „ VIII „ „ 6,83

67) „ IX „ „ 24,09

68) „ X „ „ 8,83.

Анализы Ф. Жерве.

69) Листовая мѣдь съ завода Розенкранца, доставленная Г. Θεοδοσει-  
вымъ, по анализу П. Шишло, оказалась содержащею 0,14% олова.

70) Штыковая мѣдь Алтайскихъ заводовъ выплавки 1884 года, по ана-  
лизу Ф. Жерве, оказалась содержащею:

Серебра . . . .	0,0890 (въ пудѣ 3 золот. 40 долей)
Золота . . . .	слѣды
Желѣза . . . .	0,0884
Никкеля . . . .	0,0282
Мышьяка . . . .	0,0519
Сурьмы . . . .	0,1027
Кислорода . . . .	0,0737
Мѣди . . . .	99,7299.

Шесть образцовъ мѣди Богословскаго завода отъ Г. Ауэрбаха, по ана-  
лизу Ф. Ферстера.

			Серебра.	Меди.	Железа.	Никкеля.	Мышьяка.	Сурьмы.	Кислорода.
71)	Нерафинированная № I	0,0900	98,5428	0,0224	0,4076	0,0077	0,0390	0,8473	
72)	„ „ II	0,0640	98,2842	0,0084	0,4859	0,0064	0,0469	1,0642	
73)	„ „ III	0,0800	98,7184	0,0146	0,4796	0,0068	0,0429	0,6490	
74)	Рафинированная. . I	0,0440	99,4357	0,0101	0,3592	0,0026	0,0177	0,1032	
75)	„ „ II	0,0380	99,4547	0,0080	0,3636	0,0031	0,0355	0,1072	
76)	„ „ III	0,0460	99,4155	0,0084	0,3645	0,0023	0,0342	0,1058	

#### IV. Свинцовыя, серебряныя, золотыя, платиновыя и ртутныя руды.

Три образца свинцовога блеска изъ Киргизской степи, отъ Г. Маля-  
хинской, по анализу Ф. Жерве, оказались содержащими:

		Свинца.	Серебра.
		%	% въ 1 пудѣ.
77)	I. Куро Адверь . . . .	56,28	0,064 2 з. 37 д.
78)	II. Куро Адырь . . . .	62,38	0,120 4 „ 58 „
79)	III. Тексенекты . . . .	60,20	0,069 2 „ 40 „

Два образца свинцовой руды отъ Ташкентскаго купца Антонова, по  
анализу К. Флуга:

	%
80) № 1. Свинца . . . .	56,68
Серебра . . . .	0,07 Въ 1 пудѣ 2 зол. 65 д.
Цинка . . . .	11,59
Желѣза . . . .	4,05
Нерастворимаго въ кислотахъ остатка.	5,10



81) № 2. Сѣрный колчеданъ, съ небольшою примѣсью свинцоваго блеска и кварцовой породы.

82) Свинцовый блескъ изъ Западной Сибири отъ Г. Акимова, по анализу П. Шишло, оказался содержащимъ 59% свинца и слѣды серебра.

Шесть образцовъ рудъ отъ Г. Иванова, по анализу Ф. Жерве.

		Свинца %.	Серебра %.
83)	I . . . . .	48,40	0,0220
84)	II . . . . .	59,82	0,0233
85)	III . . . . .	0,496	—
86)	IV . . . . .	43,28	0,0113
87)	V . . . . .	1,21	—
88)	VI . . . . .	52,15	0,0100

89) Руда изъ Киргизской степи отъ Г. Яковлева, по анализу К. Флуга, оказалась содержащею свинца 48,27% и серебра 0,04% или въ 1 пудѣ 1 зол. 51 доля.

90) Свинцовый блескъ отъ Г. Коссова, по анализу П. Шишло, оказался содержащимъ свинца—16,31%, мѣди 0,12%, серебра слѣды.

91) Металлическій свинецъ отъ Ташкентскаго купца Антонова, по анализу К. Флуга, оказался содержащимъ свинца 98,44% и серебра 0,2925%, что соотвѣтствуетъ содержанію 11 ф. 67 з. серебра въ 100 пудахъ свинца.

92) Золотосодержащій кварцъ отъ главноуправляющаго имѣніями Н. Н. Всеволожскаго, по анализу К. Флуга, оказался содержащимъ 0,189% золота, что соотвѣтствуетъ содержанію 7 ф. 53 зол. 73 д. въ 100 пудахъ кварца.

93) Золотосодержащій кварцъ съ приисковъ Бенардаки въ Енисейской губерніи, доставленный Г. Воронцовымъ, оказался, по анализу Ф. Ферстера, содержащимъ 27 зол. 53½ доли въ 100 пудахъ кварца.

94) Второй образецъ изъ той же мѣстности показалъ содержаніе 1 ф. 8 зол. 70 д. въ 100 пудахъ.

95) Золотосодержащій шлихъ отъ Г. Рудольфи, по анализу Ф. Ферстера, оказался содержащимъ 21 зол. 85 долей золота въ 100 пудахъ.

96) Въ образцѣ, доставленномъ Г. Кенигсбергеромъ подъ именемъ сырой платины, по анализу Ф. Ферстера, оказалось:

Платины. . . . 61,32 %

Свинца. . . . 14,36 „

Кромѣ того, по приблизительному опредѣленію, оказалось:

Мѣди. . . . . 2,50 %

Желѣза . . . . . 12,65 „

Нерастворимаго въ царской водкѣ остатка. 5,78 „

97) Образецъ киновари изъ Бахмутскаго уѣзда, Екатеринославской губерніи, доставленный Г. Ауэрбахомъ, по анализу Ф. Жерве:

Сѣрнистой ртути . . .	97,52 %
Кремнезема . . . . .	1,25 „
Окиси желѣза . . . . .	0,64 „

Присутствія сурьмы не обнаружено.

Три образца ртутной руды изъ той же мѣстности, по анализу Ф. Жерве:

98) Руда № 1 ртути . . .	5,70 %
99) „ 2 „ . . .	1,25 „
100) „ 3 „ . . .	1,11 „

#### V. Марганцовыя руды.

Двѣ марганцовыя руды изъ Екатеринославской губерніи отъ Г. Коцовскаго, по анализу Ф. Жерве:

101) Руда № 1.

Марганца . . . . .	51,37 %
Дѣятельнаго кислорода .	14,42 „
Фосфорнаго ангидрида .	0,82 „
Нерастворимаго остатка .	8,08 „
Влажности . . . . .	2,03 „

102) Руда № 2.

Марганца . . . . .	39,65 %
Влажности . . . . .	4,41 „

103) Марганцовая руда съ Кавказа отъ Г. Коцовскаго, по анализу К. Флуга.

Марганца . . . . .	54,03 %
Фосфора . . . . .	0,158 „

#### VI. Различныя минералы и породы.

104) Глина изъ Иркутска, отъ Г. Рождественскаго, по анализу К. Флуга:

Кремнезема . . . . .	51,32 %
Глинозема . . . . .	32,19 „
Окиси желѣза . . . . .	0,77 „
Извести . . . . .	0,80 „
Магнезіи . . . . .	0,21 „
Потеря при прокаливаніи .	11,88 „
Гигроскопической влажности	3,20 „
	<hr/> 100,37

Глина вполне огнеупорная.

Два образца глины отъ Г. Новикова, по анализу П. Шишло;



	Темная. %	Свѣтлая. %
105 и 106) Кремнезема . . . . .	60,68	51,00
Глинозема . . . . .	24,00	32,47
Окиси желѣза . . . . .	2,50	1,73
Извести . . . . .	0,68	0,80
Магnezіи . . . . .	0,21	слѣды
Потеря при прокаливаніи	9,40	11,24
Гигроскопической влажности	2,00	2,00
	<u>99,47</u>	<u>99,24</u>

107) Образецъ глины изъ имѣнія Г-жи Шеръ, Рязанской губерніи и уѣзда, близъ села Спасъ Клиники, по изслѣдованію К. Флуга, оказался средней огнеупорности, т. е. при прокаливаніи сохранялъ первоначальную форму, слегка оглазуриваясь съ поверхности.

108) Глина отъ Г-жи Кругликовой изъ имѣнія Новоюрьевка, Саратовскаго уѣзда, по изслѣдованію П. Шишло, оказалась легкоплавкою.

109 и 110) Два образца глинъ изъ Воронежской губерніи, доставленные Г. Бруевичемъ, по изслѣдованію К. Флуга, оказались неогнеупорными.

111 и 112) Два образца песка, отъ Г. Новикова, по анализу П. Шишло:

	Бѣлый.	Красный.
Кремнезема . . . . .	96,70	96,62
Глинозема . . . . .	0,92	0,86
Окиси желѣза . . . . .	0,82	1,14
Извести . . . . .	0,12	0,11
Магnezіи . . . . .	0,10	0,09
Потеря при прокаливаніи	0,90	0,80
	<u>99,56</u>	<u>99,62</u>

Пять образцовъ горныхъ породъ изъ Онежскаго уѣзда Архангельской губерніи, доставленные Архангельскимъ статистическимъ Комитетомъ, для испытанія пригодности ихъ въ качествѣ красокъ, по изслѣдованію И. Сорокина, дали слѣдующіе результаты:

113) № 1 Песку 78%, окиси желѣза 3%.

114) № 2 Глины и песку 36,4%, содержитъ углекислыя соли.

115) № 3 Песку 92%.

116) № 4 Песку 93%.

117. № 5 Песку и глины 27,6%, окиси желѣза 6,3%,

118) Доломитъ изъ конторы Косъ, Кернъ и Дюрръ, по анализу И. Сорокина, оказался содержащимъ:

	%
Углекислой извести . . . . .	71,70
Углекислой магnezіи . . . . .	13,94
Песку и глины . . . . .	7,60
Влажности . . . . .	0,30

119) Тальковый сланецъ, отъ г-жи Гинкенъ, по изслѣдованію И. Сорокина, оказался не содержащимъ серебра.

120) Минераль, изъ имѣнія г. Марцынкевича, Екатеринославскаго уѣзда, по изслѣдованію И. Сорокина, оказался сѣрнымъ колчеданомъ, содержащимъ до 34% сѣры и не заключающимъ въ себѣ мѣди, никкеля и драгоцѣнныхъ металловъ.

121 и 122) Два образца *блуса* съ Илевскаго завода отъ управляющаго заводами Н. Н. Шипова, по анализу К. Флуга.

	Разрушенный известнякъ А.	Известнякъ Б.
Углекислой извести. . . . .	53,60	52,16
Углекислой магнезійи . . . . .	44,49	43,74
Окиси желѣза . . . . .	1,35	0,94
Кремнезема . . . . .	0,21	2,68
Глинозема . . . . .	0,79	0,08
Влажности . . . . .	0,46	0,72
	<hr/> 100,90	<hr/> 100,32.

## VII. Различныя изслѣдованія.

Два мѣдные вызолоченные листа со шпнца Главнаго Адмиралтейства, по изслѣдованію К. Флуга.

123) Первый листъ въ 5,15 кв. фута, вѣсомъ 8 ф. 35 з. въ одномъ мѣстѣ содержитъ 1 з. 52 д. золота на 1 кв. фут., а въ другомъ 1 з. 44 доли золота на 1 кв. футъ.

124) Второй листъ въ 4,56 кв. фута, вѣсомъ 11 ф. 78 з. въ одномъ мѣстѣ содержалъ 87<sup>1</sup>/<sub>2</sub> долей золота на 1 кв. футъ, а въ другомъ 55 долей на 1 кв. футъ.

125) Позолота на крестѣ и двухъ половинахъ шара съ бронзовой фабрики Моранда; по изслѣдованіи К. Флуга, на 1 кв. футѣ оказалось золота:

- а) въ крестѣ . . . . . 1 з. 77 д.
- б) въ полированной части шара . 2 „ 10 „
- в) въ матовой части шара . . . 2 „ 53 „

Два образца полировальнаго порошка отъ Г. Сазикова содержали, по опредѣленію П. Шишло, въ 1 пудѣ.

126) Первый 6 ф. 90 з. серебра и 92 доли золота.

127) Второй 3 ф. 76 з. серебра и 40 долей золота.

128) Бронза, доставленная Обществомъ Франко Русскихъ заводовъ, по анализу П. Шишло:

Металлической мѣди. . . .	87,49%
„ олова. . . .	8,22.

Доставленные изъ Главнаго Дворцоваго Управленія образцы полуды на кострюляхъ и сотейникахъ, по опредѣленію Ф. Ферстера, оказались содержащими свинца:

- 129) Кастрюли . . . 0,23%
- 130) Сотейники . . . 1,15%.



Два образца мѣднаго купороса, доставленные Начальникомъ С.-Петербургскаго Монетнаго Двора, по анализу Ф. Ферстера:

131) № 1 заграничный содержитъ 0,036% желѣза или 0,18% желѣзнаго купороса  $Fe SO_4 + 7H_2 O$ .

132) № 2 съ Монетнаго Двора, содержитъ 0,22% желѣза или 1,1% желѣзнаго купороса.

Два образца мѣднаго купороса, доставленные городскимъ Телеграфнымъ Управленіемъ, по анализу И. Сорокина:

	А.	В.
133 и 134) Желѣзнаго купороса . . .	1,84	0,44.
Мѣднаго купороса . . .	97,92	99,30.
Разныхъ примѣсей . . .	0,24	0,26.
	<hr/> 100.	<hr/> 100.

Два образца сурика отъ Г. Ешевскаго, по анализу Ф. Жерве:

135) № 1.	свинца 88,53%	сурика $Pb_3O_4$ .	97,64%
№ 2.	" 88,57%	" "	97,69

136) Фосфорная мука отъ Г. Мясоѣдова оказалась, по анализу Ф. Ферстера, содержащею 14,42% фосфорнаго ангидрида и около 50% кремнезема (песку).

137) Кусокъ зеленой матеріи отъ Г. Коврайскаго, по изслѣдованію П. Шишло, оказался не содержащимъ мышьяка.

138) Земля, доставленная Г. Манціарли, по изслѣдованію И. Сорокина, оказалась содержащею 0,25% мѣди.

139) Землистое вещество, доставленное конторою Коссъ, Кернъ и Дюръ, по изслѣдованію Ф. Жерве, оказалась разновидностью вивіанита, слѣдующаго состава:

Фосфорнаго ангидрида . . . . .	21,28.
Заиси желѣза . . . . .	23,91.
Окиси желѣза . . . . .	10,05.
Воды и органическихъ веществъ . . . . .	26,94.
Нерастворимаго остатка . . . . .	15,06.
Глинозема . . . . .	2,09.
	<hr/> 99,33.

140 и 141) Два образца товара, доставленнаго изъ Департамента Таможенныхъ Сборовъ, по изслѣдованію Ф. Жерве, оказались порошкатою цементною мѣдью, содержащею въ первомъ образцѣ 72,22% металлической мѣди и во второмъ 96%.

142) Товаръ доставленный Департаментомъ Таможенныхъ Сборовъ, по изслѣдованію Ф. Жерве, оказался магнитнымъ желѣзнякомъ, содержащимъ 58,83% металлическаго желѣза.

143) Вещество, доставленное Департаментомъ Таможенныхъ Сборовъ по изслѣдованію К. Флуга, оказалось порошкатою цементною мѣдью, частью окислившейся, содержавшею въ числѣ нечистотъ углистое вещество, желѣзо и 5,8% нерастворимаго остатка; содержаніе металлической мѣди=84,18%; относительный вѣсъ=6,3.

144) Химическое изслѣдованіе новой разновидности алюминита, К. Флуга <sup>1)</sup>).

Въ Лабораторію Министерства Финансовъ было доставлено графомъ Н. П. Игнатьевымъ, для анализа, семь образцовъ породъ изъ Екатеринославской губерніи, Бахмутскаго уѣзда. Изъ нихъ два образца оказались очень хорошею бѣлою огнеупорною глиною, одинъ образецъ глинистымъ песчаникомъ съ крупными зернами кварца, два образца—песчаникомъ, переходящимъ въ одномъ образцѣ въ крупно-зернистый песокъ, въ другомъ въ болѣе мелкій,—образецъ чистаго, очень мелкаго бѣлаго песка, на подобіе того, какой употребляется для чистки платиновыхъ тиглей, и, наконецъ, порода или вѣрнѣе минераль, который оказался по своему химическому составу совершенно новымъ и еще неизслѣдованнымъ.

Минераль этотъ былъ доставленъ въ вышеупомянутомъ бѣломъ пескѣ и представлялъ почкообразныя конкреціи или кругляки бѣлаго цвѣта, величиною отъ горошины до большой картофелины; маленькіе кругляки почти правильно-шарообразной формы.

Поверхность кругляковъ матовая,—какъ бы съ сплошнымъ отпечаткомъ мелкаго песка, а на нѣкоторыхъ недѣлимыхъ мѣстахъ покрыта небольшими пятнами чернаго цвѣта; состоящими изъ перекиси марганца. Изломъ почти ровный, слабо-палеваго цвѣта; очень мягкій на ощупь и пристающій къ языку. Кусочки кругляковъ легко истираются между пальцами въ мельчайшій порошокъ. По внѣшнему виду, такимъ образомъ, минераль больше всего походилъ на каолинъ или на мѣлъ и, кромѣ разницы въ величинѣ отдѣльныхъ кругляковъ, представлялся на глазъ въ высшей степени однороднымъ.

При прокаливаніи истертаго въ агатовой ступкѣ порошка, онъ сначала темнѣетъ, потомъ, начиная съ краевъ, постепенно бѣлѣетъ и оставляетъ чисто бѣлаго цвѣта остатокъ. При дальнѣйшемъ прокаливаніи происходитъ разложеніе его съ уменьшеніемъ вѣса до 44,08%, если прокаливаніе производитъ подъ конецъ на паяльномъ столѣ.

Въ водѣ минераль почти нерастворимъ, такъ какъ послѣ восьмичасоваго выщелачиванія, производившагося на песчаной банѣ, въ фильтратѣ не найдено ни сѣрной кислоты, ни фосфорной, ни глинозема, ни солей желѣза. Весьма вѣроятно, что нерастворимость эта зависитъ отчасти отъ органическихъ веществъ, которыя какъ бы связываютъ эти составныя части. Послѣ продолжительной обработки порошка растворомъ ѣдкаго кали, получался незначительный сѣроватаго цвѣта остатокъ, а въ фильтратѣ, принявшемъ бурый цвѣтъ, похожій на цвѣтъ не слишкомъ насыщеннаго раствора хлорнаго желѣза, обнаружены сѣрная кислота и глиноземъ, осаждающійся при дѣйствіи на фильтратъ кислоты.

Слѣдовательно, отъ дѣйствія ѣдкаго кали здѣсь получается такъ называемый алюминатъ калия, а окись желѣза остается въ осадкѣ.

<sup>1)</sup> Объ этомъ изслѣдованіи сдѣлано сообщеніе въ Императорскомъ Минералогическомъ Обществѣ 22 апрѣля 1886 г., напечатанное въ XXIII части Записокъ Общества.



Порошокъ, предварительно прокаленный, до полученія бѣлаго цвѣта, т. е. послѣ разрушенія органическихъ веществъ, становился нѣсколько растворимымъ въ водѣ, и въ фильтратѣ оказалась сѣрная кислота и небольшія количества глинозема.

Такой прокаленный порошокъ прекрасно растворяется въ сѣрной кислотѣ, нѣсколько разведенной водой, безъ всякаго внѣшняго нагрѣванія, при помѣшиваніи. Остатокъ при этомъ самый незначительный, состоящій главнымъ образомъ изъ зернышекъ кремнезема; при охлажденіи раствора онъ нѣсколько мутнѣетъ.

Не прокаленный порошокъ растворяется въ сѣрной кислотѣ только послѣ весьма продолжительнаго нагрѣванія, причемъ растворъ принимаетъ темно-малиновый цвѣтъ до совершенно чернаго отъ обугливанія органическихъ веществъ.

При сплавленіи съ углекислымъ кали-натромъ масса спекается, принимая сѣроватый цвѣтъ съ темными пятнышками. Всего легче раствореніе происходитъ въ смѣси изъ равныхъ объемовъ соляной и азотной кислоты.

При моемъ анализѣ я бралъ на  $\frac{1}{2}$  гр. навѣски около 20 ссм.  $\text{HCl}$  и 20  $\text{HNO}_3$  и, послѣ непрерывнаго четырехъ-часоваго кипяченія,—порошокъ почти совершенно растворялся, оставляя самый незначительный остатокъ изъ мелкихъ зернышекъ кремнезема.

Азотная кислота, кромѣ растворителя, прибавлялась и для разрушенія органическихъ веществъ, препятствующихъ, какъ извѣстно, осажденію глинозема и окиси желѣза. Количество кислотъ не должно быть слишкомъ мало, для того, чтобы онѣ не могли, при продолжительномъ кипяченіи, скоро испариться, разбавлять же растворъ водой не годится, такъ какъ при кипяченіи могутъ влѣдствіе этого осѣсть основныя соли, которыя потомъ уже трудно переходятъ въ растворъ.

Растворъ выпаривался до суха для выдѣленія кремнезема, остатокъ обливался соляной кислотой, взятой въ достаточномъ количествѣ, нагрѣвался до полнаго растворенія солей, остатокъ отцѣживался, высушивался и сплавлялся съ углекислыми щелочами для опредѣленія кремнезема.

Сумма глинозема, окиси желѣза и фосфорной кислоты осаждалась амміакомъ, а для опредѣленія марганца—уксусно-кислымъ натромъ. Осадокъ суммы сильно прокаливался, чтобы выдѣлить всю сѣрную кислоту, такъ какъ въ данномъ случаѣ вмѣстѣ съ гидратомъ могла осѣсть и основная сѣрно-глиноземная соль. Последнее обстоятельство можно, по указанію нѣкоторыхъ, устранить тѣмъ, что не вливать амміакъ къ раствору, содержащему сѣрноглиноземную соль, а наоборотъ къ избытку амміака прибавлять постепенно данный растворъ. Марганецъ изъ уксуснокислаго фильтрата осаждался бромомъ, и въ одномъ порошокѣ найдено его въ видѣ перекиси  $\text{O},25\%$ ; въ навѣскѣ же, взятой изъ порошка отъ измелеченія другихъ кругляковъ, марганца не оказалось вовсе. Такимъ образомъ, въ изслѣдуемомъ минералѣ присутствіе марганца ограничивается, повидимому, только тѣми

черными пятнами на поверхности нѣкоторыхъ недѣлимыхъ, о которыхъ упоминалось раньше.

Желѣзо опредѣлялось титрованіемъ хамелеономъ и хлористымъ оловомъ; для титрованія марганцевокислымъ калиемъ навѣска (1 gr). предварительно прокаливалась и потомъ растворялась въ сѣрной кислотѣ. Фосфорная кислота опредѣлялась изъ отдѣльной навѣски и всѣ четыре опредѣленія дали до тысячныхъ долей процента согласные результаты.

Кальцій осаждался щавелево-кислымъ аммоніемъ, а магній фосфорно-кислымъ натромъ. Для опредѣленія калия и натрія растворъ новой навѣски, послѣ выдѣленія выпариваніемъ кислоты, обработки остатка водой и отцѣживанія, сгущался въ фарфоровой чашкѣ и при кипяченіи осаждался избыткомъ баритовой воды; фильтратъ выпаривался въ платиновой чашкѣ, остатокъ растворялся въ возможно маломъ количествѣ воды и осаждался амміакомъ и углекислымъ аммоніемъ. Растворъ, отцѣженный отъ углекислаго барія, выпаривался въ платиновой чашкѣ досуха, остатокъ слабо прокаливался для удаленія амміачныхъ солей, растворялся въ водѣ и снова производилось осажденіе амміакомъ и углекислымъ амміакомъ, повторяя эту операцію до тѣхъ поръ, пока отъ амміака и углекислаго аммонія получался еще осадокъ. Послѣ выдѣленія амміачныхъ солей осторожнымъ и тщательнымъ прокаливаніемъ, остатокъ растворялся въ водѣ и растворъ процѣживался. Такъ какъ можно было предположить, что вся магнезія, присутствующая въ минералѣ только въ количествѣ 0,23%, выдѣлена уже амміакомъ и углекислымъ аммоніемъ въ видѣ двойной соли магнія и амміака, то я не прибѣгалъ къ выдѣленію слѣдовъ магнезіи помощью свѣже осажденной окиси ртути, а прямо къ вышеполученному фильтрату прибавлялъ немного соляной кислоты и выпаривалъ его до суха, остатокъ слабо прокаливалъ и взвѣшивалъ щелочи въ видѣ хлористыхъ солей.

Опредѣленіе калия и натрія путемъ перевода ихъ въ хлороплатинаты производилось обыкновеннымъ способомъ. При опредѣленіи же щелочей изъ фильтрата,—послѣ выдѣленія изъ него суммы—амміакомъ, кальція—щавелево-кислымъ аммоніемъ, а магнія-углекислымъ аммоніемъ,—въ слабо прокаленномъ остаткѣ хлористыхъ щелочей, послѣ растворенія послѣднихъ въ водѣ и прилитія небольшого количества амміака, всегда замѣчались буроватые хлопья, происходящіе вѣроятно изъ щавелевой кислоты, т. е. органическаго свойства; операцію прокаливанія, растворенія въ водѣ, осажденія хлопьевъ амміакомъ и отцѣживанія приходилось повторять отъ 3-хъ до 4-хъ разъ.

Сѣрная кислота опредѣлялась осажденіемъ хлористымъ баріемъ, причемъ въ результатъ вводилась поправка отъ присутствія сѣрной кислоты въ бравшейся для растворенія соляной кислотѣ (въ 100 смм HCl—0,022 gr. BaSO<sub>4</sub>).

Органическая часть опредѣлялась путемъ элементарнаго анализа, причемъ навѣска въ 1 gr., предварительно высушенная при 120° С. въ воз-



душной банѣ, смѣшивалась въ ступкѣ съ хорошо прокаленнымъ хромово-кислымъ свинцомъ и помѣщалась въ стеклянной трубкѣ, имѣя съ одной и съ другой стороны по слою хромовокислаго свинца. Хромовокислый свинецъ поглощалъ сѣрную кислоту, выдѣлявшуюся изъ породы при накаливаніи трубки, а чрезъ послѣднюю пропусклась струя кислорода. Вода улавливалась въ трубкѣ съ хлористымъ кальціемъ, углекислота въ кали-аппаратѣ. Такъ какъ воды въ минералѣ находится довольно много (до 13%), то при сжиганіи нужно было особенное вниманіе обращать на то, чтобы пары воды не сгущались въ переднемъ или заднемъ концѣ трубки, иначе послѣдняя можетъ лопнуть или въ самомъ опредѣленіи воды произойти нѣкоторая потеря. Амміака (слѣдовательно и N) я не нашелъ.

Гигроскопической влаги опредѣлено въ одномъ порошокѣ 0,61%; въ другомъ 0,45.

Изъ того, что порошокъ послѣ прокаливанія становится нѣсколько растворимымъ въ водѣ, можно было предположить, что, помимо сгорания органическихъ веществъ, при этомъ происходитъ и разложеніе самого минерала, причемъ гидратъ глинозема теряетъ воду, отдѣляясь, такъ-сказать отъ сѣрно-глиноземной соли, а эта вмѣстѣ съ щелочами переходитъ въ растворъ.

На подобномъ же свойствѣ квасцовога камня, давать послѣ обжиганія растворимую въ водѣ сѣрно-глиноземную соль, основано въ Тольфа близъ Рима, полученіе квасцовъ.

	Гигроскопической	влаги =	°/о
		$SiO_2$	= 3,33
		$Al_2O_3$	= 36,39
		$SO_3$	= 30,57
		$P_2O_5$	= 3,83
(Fe=0,25).		$FeO$	= 0,32
		$CaO$	= 1,40
		$MgO$	= 0,23
		$K_2O$	= 6,37
		$Na_2O$	= 2,89

---

85,78%

1,50 C.

12,72 H<sup>2</sup>O

---

100

Предполагая затѣмъ, что фосфорная кислота соединена съ глиноземомъ [ $Al_2 (PO_4)^2$ ], сѣрная кислота съ известью, магнезією, съ желѣзомъ ( $Fe SO_4$ ) и со щелочами и что остающееся количество сѣрной кислоты образуетъ съ глиноземомъ сѣрноглиноземную соль, а глиноземъ съ водой—гидратъ глинозема [ $Al_2 (SO_4)_3 Al_2 H_4 O_8$ ], получимъ слѣдующій возможный составъ для минерала:

$SiO_2$	=	3,33
$CaSO_4$	=	3,40
$Al_2P_2O_8$	=	6,60
$K_2SO_4$	=	11,79
$Na_2SO_4$	=	6,62
$MgSO_4$	=	0,69
$FeSO_4$	=	0,67
$Al_2(SO_4)_3$	=	26,54
$Al_2(H_2O)_6$	=	39,09
		<hr/>
		98,73
		1,50 С.
		0,45 влажности
		<hr/>
		100,68

По разсчету на остающееся количество окиси алюминія, послѣ соединенія его съ  $P_2O_5$  именно на 25,65%  $Al_2O_3$ , приходится для образованія гидрата ( $Al_2O_3, 3H_2O$ )—воды 13,44% недостающее же до 100, послѣ сложения всѣхъ составныхъ частей минерала составляетъ 12,72, т. е. почти тоже 13%; такимъ образомъ, число 12,72, принятое за количество воды связанной съ глиноземомъ, согласуется съ числомъ, полученнымъ вычисленіемъ и необходимымъ для составленія изъ остающагося глинозема гидрата.

Непосредственнымъ взвѣшиваніемъ, послѣ сжиганія, количество воды опредѣлено въ 15,9% но въ это число вошла и вода, происшедшая отъ сжиганія водорода, присутствующаго въ органической части.

Всего водорода опредѣлено 1,76%.

Относительно присутствія кремнезема можно предположить, что онъ является тутъ просто въ видѣ механической примѣси, такъ какъ кругляки, при доставленіи ихъ, находились въ песокъ и на поверхности ихъ остались, зернышки кварца. Для образованія силиката это количество мнѣ кажется слишкомъ ничтожнымъ.

Подъ микроскопомъ порошокъ минерала представляется въ видѣ прямыхъ игольчатыхъ частицъ, вмѣстѣ съ изогнутыми на подобіе волосковъ. Въ поляризованномъ свѣтѣ ясно видны свѣтлыя призмочки.

По своему химическому составу и наружному виду изслѣдуемый минераль всего ближе подходит къ алюминиту и къ левигиту.

Алюминитъ долгое время считался за гидратъ глинозема и только со временъ Simon'a Bucholz'a разсматривается какъ основное сѣрноокислое соединеніе.

Образованіе подобныхъ соединеній и цѣлаго ряда другихъ сульфатовъ глинозема является результатомъ разложенія (окисленія) сѣрнаго или желѣзнаго колчедана на сѣрноокислую закись желѣза и сѣрную кислоту и дѣйствія послѣднихъ на совиѣстную съ колчеданомъ глину.

Для даннаго минерала вопросъ этотъ остается пока открытымъ, такъ какъ въ немъ, кромѣ основной сѣрноокислой соли глинозема, присутствуютъ еще фосфорная кислота и органическія вещества; поэтому для объясненія ге-



незиса новой разновидности алюминита необходимы подробныя геологическія изысканія относительно условій ея залеганія.

Помимо чисто-научнаго интереса, вновь открытый въ Россіи и изслѣдованный минераль представляет большой интересъ и съ практической стороны, именно для отечественной промышленности, если только изысканія выяснятъ благонадежность его мѣсторожденія. По своей прекрасной растворимости, послѣ прокаливанія или обжиганія, въ сѣрной кислотѣ онъ прямо можетъ служить для приготовленія сѣрно-глиноземной соли и квасцовъ, имѣющихъ громадное примѣненіе въ красильномъ и ситцепечатномъ дѣлѣ. Я получалъ небольшіе кристаллы квасцовъ, насыщая растворъ порошка въ сѣрной кислотѣ фдкимъ калиемъ и растворяя получающуюся при этомъ такъ называемую квасцовую муку въ горячей водѣ; при охлажденіи и испареніи такого раствора въ фарфоровой чашкѣ, дно послѣдней покрывалось кристалликами калийныхъ квасцовъ.

Изъ встрѣчающихся въ природѣ гидратовъ глинозема, для полученія въ большемъ видѣ самыхъ чистыхъ соединеній глинозема служить бокситъ ( $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ ), который сплавляютъ съ этою цѣлью съ содой, причемъ глиноземъ даетъ алюминатъ, не содержащій уже никакой примѣси желѣза и идущій для полученія чистаго гидрата глинозема. То-же самое можетъ относиться и къ данному минералу. Слѣды желѣза въ послѣднемъ (0,25) можно выдѣлить, кромѣ того, по способу Wiesmann'a, на который онъ получилъ патентъ и который состоитъ въ томъ, что желѣзо осаждаютъ желтою солью въ видѣ берлинской лазури, послѣ чего отстоявшійся растворъ сливаютъ и сгущаютъ.

Въ засѣданіи С.-Петербургскаго Минералогическаго Общества 22-го Апрѣля 1886 года, К. Флугомъ было предложено новую разновидность алюминита назвать игнатьевитомъ.

## II. По С.-Петербургской Пробирной Палаткѣ.

Въ теченіи 1885 года С.-Петербургская Пробирная Палатка занималась испытаніемъ золотыхъ и серебряныхъ издѣлій, испытаніемъ слитковъ, плавленіемъ золота и серебра въ слитки, испытаніемъ сплавовъ, приготовляемыхъ мастерами для своихъ издѣлій, сборомъ пошлинъ и другихъ поступленій, на основаніи Пробирнаго Устава, въ государственный доходъ.

Поступленіе доходовъ за каждый мѣсяцъ и по каждому виду сборовъ отдѣльно приведено въ прилагаемой вѣдомости.

Приносителей золотыхъ и серебряныхъ издѣлій въ теченіи 1885 г. всего было 16429, противъ 1884 года (15205) болѣе на 1224, а противъ 1883 г. (14151) болѣе на 2278.—Приемныхъ дней въ Палаткѣ было 263; поэтому средний годовой выводъ даетъ 62 приносителя въ день. Число приносителей въ

мѣсяцъ, по среднему выводу, составляетъ 1369; ниже средняго вывода приносителей было въ Январѣ, Февралѣ, Мартѣ, Іюнѣ, Іюлѣ и Августѣ; выше средняго вывода приносителей было въ Апрѣлѣ, Маѣ, Сентябрѣ, Октябрѣ, Ноябрь и Декабрѣ.

Пошлинъ и сборовъ втеченіи 1885 года поступило всего 58051 р. 29 к., противъ 1884 г. (59006 р. 7 к.) менѣе на 954 р. 78 к. Средній доходъ въ мѣсяцъ составляетъ 4837 руб.; ниже средняго вывода доходы были въ Февралѣ, Апрѣлѣ, Іюнѣ, Іюлѣ и Августѣ; выше средняго вывода доходы были въ Январѣ, Мартѣ, Маѣ, Сентябрѣ, Октябрѣ, Ноябрь и Декабрѣ.

Золотыхъ издѣлій доставлено было для испытанія въ теченіи 1885 г. 49 п. 1 ф; 27 з. противъ 1884 г. (51 п. 29 ф. 94 з.) менѣе на 2 п. 28 ф. 67 з.

Серебряныхъ издѣлій доставлено было для испытанія въ теченіи 1885 г. 686 п. 13 ф. 74 з. противъ 1884 г. (678 п. 8 ф. 73 з.) болѣе на 8 п. 5 ф. 1 з.

Листоваго (сусальнаго) золота въ теченіи 1885 г. доставлено было 14 п. 30 ф. 87 з. противъ 1884 г. (16 п. 17 ф. 67 з.) менѣе на 1 п. 26 ф. 76 з.

Листоваго (сусальнаго) серебра въ теченіи 1885 г., доставлено было 9 п. 28 ф. 31 з. противъ 1884 г. (8 п. 14 ф.) болѣе на 1 п. 14 ф. 31 з.

За клейменіе слитковъ золота и серебра въ 1885 г. поступило 41 р. 91 к., противъ 1884 г. (52 р. 40 к.) менѣе на 10 р. 49 к.

За золото и серебро, употребленное для золоченія и серебрения, внесено фабрикантами и мастерами въ 1885 г. 486 р. 96 к., противъ 1884 г. (503 р. 94 к.) менѣе на 16 р. 98 к.

За пробы сплавовъ золота и серебра поступило въ 1885 г. 245 р. 40 к., противъ 1884 г. (235 р.) болѣе 10 р. 40 к. По приблизительному исчисленію, принимая для 2 приносителей 3 пробы, въ теченіи 1885 г. произведено около 24643 пробъ.

Штрафовъ съ мастеровъ и торговцевъ за несоблюденіе правилъ Пробирнаго Устава поступило 303 р. 23 к.,

За химическіе анализы въ Лабораторію Министерства Финансовъ въ 1885 г. поступило 1698 р. 80 к., противъ 1884 г. (1586 р. 30 к.) болѣе на 112 р. 50 к.

Какъ видно изъ предыдущаго, наибольшая пошлина получена съ золотыхъ издѣлій, а именно 28809 р. 72 к., составляющихъ почти половину 49% всего пробирнаго сбора; нѣсколько меньшую сумму дала пошлина съ серебряныхъ издѣлій, а именно 26402 р. 27 к. составляющихъ 46% всего пробирнаго сбора.

Всего въ теченіи 1885 г., какъ объяснено выше, собрано въ государственный доходъ 58051 р. 29 к.; за вычетомъ изъ этой суммы израсходованныхъ въ 1885 году на содержаніе С.-Петербургской Пробирной Палатки вмѣстѣ съ Лабораторіей Министерства Финансовъ, согласно штату, 28900 рублей, чистый доходъ по этому учрежденію составилъ 29,151 руб. 29 к., а издержки взиманія составили почти 50 процентовъ валоваго дохода.



## Поступленіе пробырныхъ пошлинъ и другихъ сборовъ по С.-Петербургской Пробирной Палаткѣ и Лабораторіи Министерства Финансовъ за 1885 годъ.

МѢСЯЦЫ.	П Р Е Д С Т А В Л Е Н О.																				Пошлина за клей- меніе слитковъ зо- лота и серебра.		Внесено фабрикан- тами и мастерами за металлы, употре- бленныя на золоченіе и серебрение.		Поступило за про- бы золота и се- ребра.		Поступило за спла- вку металлическа- го золота и серебра.		Поступило за хи- мическіе анализы.		Штрафы съ масте- ровъ и торговцевъ за низкопробныя и не клеймен. издѣлія		Всего поступило пошлины и сборовъ.		
	Число приноси- телей.	И з д ѣ л і й.										Л и с т о в а г о (сусальнаго).																							
		З О Л О Т Ы Х Ъ.					СЕРЕБРЯНЫХЪ.					З О Л О Т А.					СЕРЕБРА.																		
		Вѣсь.			Пошлина.		Вѣсь.			Пошлина.		Вѣсь.			Пошлина.		Вѣсь.			Пошлина.															
		П.	Ф.	З.	Р.	К.	П.	Ф.	З.	Р.	К.	П.	Ф.	З.	Р.	К.	П.	Ф.	З.	Р.	К.	П.	Ф.	З.	Р.	К.	П.	Ф.	З.	Р.	К.				
Январь . .	1364	4	23	59	2644	05	62	5	44	2386	04	1	33	75	70	83	—	28	56	3	43	3	61	45	42	21	—	1	50	452	—	100	—	5727	88
Февраль . .	1222	3	28	72	2142	—	51	12	45	1970	37	—	20	51	19	71	—	14	42	1	74	—	34	39	87	20	—	1	05	81	50	—	—	4276	58
Мартъ . . .	1340	4	5	49	2383	35	62	22	29	2402	21	2	20	40	96	40	—	10	74	1	30	1	84	23	73	14	20	4	05	250	50	100	—	5277	58
Апрѣль . .	1412	3	33	75	2214	45	57	10	81	2199	21	1	8	42	46	50	—	14	71	1	77	10	52	34	59	29	—	19	65	19	80	—	—	4575	49
Май . . . .	1385	3	37	82	2273	10	62	2	13	2382	85	1	15	47	53	27	2	12	60	11	13	1	42	37	43	25	60	3	30	78	—	—	—	4866	10
Іюнь . . . .	1220	4	2	73	2343	75	52	6	65	2003	21	—	—	32	—	32	—	—	—	—	—	—	86	45	70	19	—	2	55	173	—	—	—	4588	39
Іюль . . . .	1312	3	14	35	1934	85	47	20	12	1824	12	1	16	89	54	65	4	17	41	21	30	4	35	23	30	17	40	9	—	50	—	—	—	3938	97
Августъ . .	1238	3	26	34	2107	50	46	24	8	1789	52	1	7	09	45	21	—	—	—	—	—	—	42	44	82	18	20	1	35	218	—	1	67	4226	69
Сентябрь . .	1437	4	16	65	2544	15	60	18	46	2321	74	2	26	93	102	69	—	28	72	3	45	—	78	25	10	19	40	1	65	51	—	1	56	5071	52
Октябрь . .	1568	4	35	25	2811	75	62	36	31	2415	67	—	21	36	20	52	—	—	—	—	—	7	43	67	10	28	20	1	05	140	—	—	—	5491	72
Ноябрь . . .	1496	4	8	17	2421	75	65	1	47	2497	43	—	29	67	28	51	—	7	5	—	85	5	31	65	10	20	—	10	20	100	50	—	—	5149	65
Декабрь . .	1435	4	8	17	2421	75	56	13	37	2163	25	—	29	82	28	66	—	13	90	1	68	5	03	34	80	13	40	7	65	84	50	100	—	4860	72
	16429	49	1	27	28242	45	686	13	74	26355	62	14	30	87	567	27	9	28	31	46	65	41	91	486	96	245	40	63	—	1698	80	303	23	58051	29



## СМѢСЬ.

### Изъ исторіи фабрикаціи пудлинговой стали.

Ст. Феланда <sup>1)</sup>).

Какъ при фришеваніи желѣза въ горну получается иногда, вмѣсто чистаго желѣза, сталеватый продуктъ или даже и настоящая сталь, такъ и при пудлингованіи желѣза на многихъ заводахъ Швейцаріи получался временами продуктъ, который оказывался, перешедши уже въ руки потребителей, болѣе или менѣе хорошою и чистою сталью.

Но сталь эта была лишь исключительно случайнымъ продуктомъ; съ одной стороны, мастера не знали, какъ именно шла у нихъ работа, когда продуктомъ ея оказывалась сталь, а не желѣзо, съ другой же, — когда они ставили себѣ задачею получать сталь, а не желѣзо, то старанія ихъ приводили лишь къ тому, что изъ печи выходило неспѣлое желѣзо. Мастерамъ не хватало знанія метода, при посредствѣ котораго чугуны могъ бы превращаться въ сталь, а что такой методъ долженъ былъ быть, то въ этомъ убѣждало ихъ многократное, во время работы, полученіе сталеватыхъ продуктовъ и даже настоящихъ сталей.

На сколько мнѣ извѣстно, это былъ Антонъ Шлегель, директоръ завода Превали въ Каринтіи, который, первымъ, заявилъ о методѣ спеціального приготовленія въ пудлинговыхъ печахъ стали изъ всякаго сорта чугуна, и который 4-го ноября 1836 года потребовалъ отъ Австрійскаго правительства патентъ на это изобрѣтеніе.

Въ патентѣ этомъ, извлеченномъ мною изъ библіотеки Политехническаго Института въ Вѣнѣ, помѣщено слѣдующее описаніе этого метода:

«Всѣ знаютъ, что чугуны, переплавленный извѣстнымъ образомъ, превращается въ желѣзо. Такого чугуна берутъ 300 фунтовъ и засаживаютъ въ печь, стараясь расположить его по возможности ближе къ продолжнымъ стѣнкамъ пода; какъ только металлъ начнетъ плавиться и стекать каплями, его передвигаютъ въ средину пода и тамъ разламываютъ, причемъ держатъ самый сильный жаръ до тѣхъ поръ, покуда весь металлъ

---

<sup>1)</sup> Переводъ Горн. Инж. Д. А. Сабанѣва.



ни сдѣлается жидкимъ; не употребляя этого пріема, металлъ можетъ придти въ кипѣніе, а этого должно избѣгать. Послѣ этого немедленно затворяютъ печную дверцу и, при безпрерывномъ мѣшаніи, къ металлу прибавляютъ смѣсь изъ  $3\frac{1}{2}$  фунтовъ окалины и  $\frac{3}{4}$  фунта мелкоизрѣзаннаго рога (копыта, рога и т. п.). Смѣсь эта должна быть разбита на 12 частей. Сначала лишь 9 изъ нихъ засаживаются въ печь, наблюдая, чтобы часть за частью слѣдовала черезъ каждыя 2 минуты.

„Когда послѣдняя изъ этихъ 9 частей заброшена и хорошо перемѣшана, усиливаютъ немного жаръ, открывая печную дверцу, но все таки лишь на столько, чтобы большее пространство не оставалось безъ видимаго пламени.

„Это повышеніе температуры имѣетъ цѣлью содѣйствовать болѣе совершенному соединенію металла съ прибавленнымъ къ нему углеродомъ.

„Послѣ этого совершенно закрываютъ заслонку и даютъ печи охладиться на столько, чтобы металлъ сталъ застывать. Въ этомъ состояніи перекидываютъ его отъ порога къ боровку три раза, подсыпая на подъ печи, во время этой работы, оставшіяся еще три порціи смѣси окалины съ измельченнымъ рогомъ и стараясь при этомъ вести дѣло такъ, чтобы металлъ, при перекидываніи падалъ бы на эту смѣсь.

„При послѣднемъ перекидываніи припускаютъ немного жару, такъ чтобы хотя и раффинировавшійся, но все таки содержащій еще нѣкоторое количество углерода металлъ сталъ бы кристаллизоваться и, вслѣдствіе своей болѣе легкой свариваемости образовать крицы.

„Какъ только началось это явленіе, даютъ самый сильный жаръ и продолжаютъ работу, какъ и при желѣзѣ, т. е. скатываютъ металлъ въ крицы по возможности скорѣе, чтобы уменьшить угаръ, и затѣмъ несутъ ихъ подъ молотъ и сильно проковываютъ.

„Дальнѣйшая работа зависитъ уже отъ устройства фабрики. Сталь или перекачиваютъ непосредственно на мильбарсъ, или же еще разъ подвергаютъ сварочному жару. Послѣдующая обработка стали составляетъ уже достаточно извѣстный предметъ.

„Во всякомъ случаѣ однако необходимо, чтобы принявшійся за это дѣло человѣкъ хорошо зналъ бы свойства употребляемаго горючаго и былъ бы совершенно знакомъ практически съ процессомъ пудлингованія.

Франктахъ 28-го сентября 1836 года.

Іосифъ Шлегель.

Управляющій Каринтійскимъ Вольфсбергскимъ желѣзнымъ заводомъ.

Антонъ Миллеръ.

Мастеръ того же завода».

Хотя въ 50-хъ годахъ г. Шлегель письменно и увѣрялъ меня, что онъ, по описанному здѣсь способу, получалъ хорошую и годную для дѣла сталь и остановилъ это дѣло лишь потому, что въ то время новая пудлинговая сталь не шла на рынокъ, вслѣдствіе установившагося мнѣнія о непригодности этого металла, если онъ изготовленъ въ отражательныхъ печахъ, тѣмъ не менѣе, однако, заявленію этому я не могу придать особенной вѣры.

Весь пріемъ приготовленія пудлинговой стали по способу г. Шлегеля доказываетъ полное незнаніе изобрѣтателемъ основаній пудлинговаго процесса. Для полученія желѣза или стали изъ чугуна, изъ послѣдняго долженъ быть удаленъ углеродъ, и всякій хорошій мастеръ знаетъ, что для полученія доброкачественнаго продукта, металлъ долженъ хорошенько вскипятъ. Шлегель-же категорически заявляетъ, что вскипаніе это не должно имѣть

мѣста. Кромѣ того, г. Шлегель не довольствуется необходимымъ для стали углеродомъ изъ массы его, заключающейся въ чугуиъ, но прибавляетъ его еще изъ посторонняго источника, и притомъ употребляя такой пріемъ, который никакъ не можетъ достигнуть своей цѣли.

Относительно управленія жаромъ, г. Шлегель находитъ нужнымъ при концѣ процесса дать сразу сильный варъ, чтобы соединить частицы металла и образовать крицы. Такъ какъ по вышеприведенному описанію чугуиъ переводятъ лишь въ жидкое состояніе, не давая ему вскипать, то тутъ, въ сущности, вовсе нѣтъ той операціи, которая обуславливаетъ настоящее раффинированіе, а если оно и имѣетъ мѣсто, то только неполное и несовершенное. Сильный варъ, даваемой въ концѣ операціи, для образованія крицы, только сжигаетъ и обезуглероживаетъ ихъ со стороны, обращенной къ топкѣ; обезуглероживаніе стали, т. е. переходъ ея въ желѣзо, понятно, тѣмъ сильнѣе, чѣмъ дольше продолжается работа дѣленія массы на крицы; нельзя не признать, однако, что этотъ сильный жаръ необходимъ хоть въ концѣ операціи, если его не было въ теченіи ея, чтобы вообще дать возможность сырой массѣ металла свариться и образовать крицы.

Въ 1851 году на заводѣ Криглахъ произведенные мною опыты ясно доказали, что штирійскій и каринтійскій чугуны превосходно и легко перерабатываются пудлингованіемъ въ сталь, не уступавшую, по отзыву свѣдующихъ людей и потребителей, сырой кричной стали, причѣмъ, расходы на переработку въ пудлинговой печи были на половину меньше, чѣмъ при обыкновенномъ снособѣ.

Въ виду этого, мнѣ кажется, что если г. Шлегель дѣйствительно приготовлялъ хорошую сталь, то ему было бы весьма легко побороть установившееся противъ нея предубѣжденіе, какъ то и имѣло мѣсто въ Вестфалии, гдѣ, вслѣдствіе достоинствъ своихъ, пудлинговая сталь въ короткое время нашла себѣ обширное распространеніе и примѣненіе.

Въ 1841 году, вслѣдствіе невзноса слѣдуемыхъ пошлинъ, патентъ г. Шлегеля объявленъ былъ уничтоженнымъ и самъ г. Шлегель бросилъ это дѣло. Когда же въ 1851 году я приготовилъ на Зефлерскомъ заводѣ въ Криглахъ пудлинговую сталь по новой, привилегированной въ 1850 году въ Австріи на имя Густава Брамме изъ Унна, методъ, г. Шлегель объявилъ, что употребленный мною способъ есть его изобрѣтеніе и, безъ всякаго колебанія, сталъ выдѣлывать на арарскихъ заводахъ пудлинговую сталь по вѣденному мною и неимѣющему ничего общаго со Шлегелевскимъ способу, между тѣмъ, какъ я ежегодно продолжалъ вносить плату за пользованіе привилегіей Брамме.

Вскорѣ затѣмъ Петръ Туннеръ, бывший тогда директоромъ Леобенской горной академіи, побывавъ въ Вестфалии и познакомившись съ отлично поставленнымъ тамъ дѣломъ приготовленія пудлинговой стали, оказалъ, возвратившись на арарскіе заводы, дѣлу этому существенную помощь.

Здѣсь долженъ я замѣтить, что 27-го мая 1851 года на заводѣ Нейбергъ въ Штиріи я, по желанію инженеровъ Гуммеля изъ Нейберга и Гампе изъ Ланнау, взявши съ нихъ слово, что только научный интересъ руководить ими въ этомъ дѣлѣ и что они не сдѣлаютъ никакого промышленнаго употребленія изъ видѣннаго, пропудлинговалъ въ ихъ присутствіи нѣсколько насадокъ на сталь съ указаніемъ на всѣ пріемы привилегированнаго способа.

Нѣсколько позже Шлегеля, удалось инженеру Францу-Ксаверу Шмиду въ Вейхен



хаммерѣ получить пудлингованіемъ сталь. Примѣненный имъ способъ состоялъ въ слѣдующемъ:

Въ пудлинговую печь забрасываютъ сначала нѣсколько лопать сока, а на него 250—300 фунтовъ сѣраго чугуна; этотъ послѣдній прикрывается 100 ф. желѣзной окалины или другаго какого либо тѣла, представляющаго чистую окись желѣза, въ порошокѣ. Чугунъ не долженъ содержать слишкомъ много углерода и кремнія, долженъ быть приготовленъ изъ чистыхъ шпатоватыхъ или бурыхъ желѣзняковъ и полученъ при вполне спѣломъ ходѣ печи.

Послѣ этого закрываютъ рабочее отверстіе и даютъ сильный, равномерный и безостановочный варъ.

Когда насадка сдѣлается совершенно жидкою и стечетъ въ выемку пода, металлъ начинаютъ перемѣшивать, забрасывая въ печь извѣстный порошокъ Шафхейтеля ( $3\frac{3}{4}$  ф. поваренной соли,  $1\frac{3}{4}$  ф. перекиси марганца и 10 унцевъ горшечной глины) небольшими количествами. Тогда масса начинаетъ пѣниться и выдѣлять небольшіе языки голубаго пламени; послѣ  $\frac{1}{2}$  часового перемѣшиванія, забрасываютъ въ печь еще столько же шафхейтелевскаго порошка.

Чѣмъ дольше масса остается въ кипѣніи и чѣмъ постепеннѣе она сгущается, подобно тому, какъ это бываетъ и въ кричномъ горну, тѣмъ лучше идетъ образованіе стали: хорошо даже оставлять массу въ кипѣніи часовъ около двухъ.

При хорошемъ ходѣ, процессъ въ пудлинговой печи совершенно подобенъ таковому же въ кричномъ горну. Масса постепенно сгущается до консистенціи масла, такъ что къ концу операціи перемѣшиваніе требуетъ все большаго и большаго усилія. При плохомъ же ходѣ, масса застываетъ неоднородно, зернами, какъ то бываетъ и въ кричномъ горну, и походить на песокъ, смоченный водою.

Какъ только масса металла сгустится, то, не теряя времени, дѣлать ее на крицы, стараясь держать послѣднія подъ шлакомъ.

Работу эту нужно выполнить не болѣе какъ въ  $\frac{1}{4}$  часа и стараться, чтобы вѣсъ крицы не превосходилъ 20 фунтовъ. Крицы эти вынимаются изъ печи, бросаются на чугунный полъ, молотами превращаются въ шары и со всевозможной поспѣшностью подвергаются проковкѣ.

Если эту проковку невозможно произвести немедленно по отжимкѣ крицы на полу, то ее нужно держать подъ расплавленнымъ въ обыкновенномъ кричномъ горну шлакомъ.

Печь для пудлингованія (Kochofen) должна быть съ чугуннымъ подомъ и съ охлажденными стѣнками или, по крайней мѣрѣ, съ охлажденнымъ порогомъ, причемъ, съ увѣренностью получить сталь можно лишь при условіи самаго сильнаго жара; поэтому полезно, при разогрѣвѣ печи, пускать ее сначала на желѣзо, а потомъ уже на сталь.

Сталью, этимъ способомъ приготовленною, снабжались всѣ заводы и промышленныя заведенія окрестностей Вейерхаммера; но такъ какъ фабрикація ея осталась, такъ сказать, неизвѣстною, то, повидимому, она далѣе этого района и не распространилась.

Хотя способъ г. Шмидта и имѣетъ много общаго со способомъ, употребляемымъ въ Вестфаліи, но, тѣмъ не менѣе, онъ уступаетъ ему въ производительности и вѣрности, такъ какъ рѣдко даетъ совершенно однородную сталь; главнѣйшая причина послѣдняго недостатка заключается въ томъ, что какъ-бы быстро ни происходило раздѣленіе насадки, при краснокальномъ жарѣ, на крицы, послѣднія всетаки успѣваютъ съ по-

верхности обезуглеродиться и перейти въ желѣзо, процессъ этотъ совершается съ чрезвычайною быстротою, едва только металлъ выйдетъ изъ подъ шлака.

Въ 1849 году граверъ изъ Унна, Густавъ Бремме дѣлалъ опыты отжига чугунаго литя и утверждалъ, что предметы изъ сѣраго чугуна, подвергнутые красному каленію, вполне переходятъ въ сталь, а если продолжить эту обработку и довести жеръ до бѣлаго каленія,—то и въ желѣзо. Для содѣйствія въ этихъ опытахъ г. Бремме пригласилъ химика Лохаге, который, ознакомившись съ дѣломъ, полагалъ, что, при красномъ каленіи, изъ сѣраго чугуна выгораетъ графитъ, а при бѣломъ—и химически соединенный углеродъ.

Въ то время, какъ Лохаге занимался усовершенствованіемъ и фабричной постановкой процесса отжига чугунныхъ вещей, Г. Бремме сталъ пропагандировать пудлинговую сталь, процессъ приготовленія которой, по его мнѣнію, весьма простъ, если его вести правильно. Мнѣніе свое подтвердилъ онъ опытами и, по моему разумѣнію, именно Густава Бремме нужно считать отцемъ фабрикаціи пудлинговой стали.

Знали ли Бремме и Лохаге о работахъ Шмидта—мнѣ неизвѣстно, хотя я склоненъ думать, что они его не знали; въ томъ же 1849 году образовали они компанію подъ фирмою Лохаге, Бремме и К<sup>о</sup>, привлекли къ этому дѣлу Густава Леркинда, главнаго инженера и соучастника въ нудлинговомъ заводѣ Фалксиротъ и К<sup>о</sup> въ Хаспе, и на этомъ именно заводѣ стали дѣлать опыты удаленія изъ чугуна графитообразнаго углерода или, иными словами, опыты приготовленія пудлинговой стали.

Собственно о ходѣ опытовъ этихъ я ничего не слыхалъ, но имѣлъ случай изучать свойства получаемой при нихъ стали, такъ какъ г. Леркиндръ, состоявшій въ то же время и членомъ правленія Бергъ Меркской ж. д., гдѣ и я служилъ механикомъ, нерѣдко передавалъ мнѣ куски стали для всесторонняго ея изслѣдованія.

При работѣ этой нашелъ я, что сталь превосходная, и узналъ отъ г. Леркинды, что фирма Лохаге, Бремме и К<sup>о</sup>, заручившись удачными опытами, намѣревается взять патентъ на этотъ родъ приговленія стали во всѣхъ государствахъ.

Наконецъ, къ концу 1849 года г. Леркиндръ пригласилъ меня взять въ мое вѣдѣніе техническую сторону этого дѣла, что и состоялось весною 1850 года.

Къ сожалѣнію нѣкоторая нескромность со стороны г. Лохаге, которому удача опытовъ вскружила голову, имѣла послѣдствіемъ, что прусскому правительству предъявлены были одновременно двѣ просьбы объ утвержденіи привилегіи на приготовленіе стали пудлинговымъ процессомъ; патенты на это, однако, не были выданы комиссіей, не усмотрѣвшей въ изобрѣтеніи ничего новаго. Не могу здѣсь не замѣтить, что въ то время прусская комиссія нерѣдко отказывала въ выдачѣ привилегіи такимъ выдающимся открытіямъ и изобрѣтеніямъ, которыя въ другихъ странахъ немедленно получали патенты.

Превосходно въ началѣ шедшіе опыты, въ скоромъ времени, при поступленіи на должность директора заводовъ въ Хаспе г. Кохера, стали давать худшіе результаты, причину чего, мнѣ кажется, нужно искать въ приказаніи новаго директора употреблять на дѣло стали исключительно зеркальный чугунъ.

Въ такомъ положеніи стояло дѣло весною 1850 года, когда я получилъ приглашеніе взять подъ свое вѣдѣніе стальное дѣло на заводахъ въ Хаспе. Г. Леркиндръ привелъ меня на заводъ и показалъ мнѣ кучу крицъ и полосъ металла, состоявшаго на половину изъ стали и на половину изъ желѣза, и спросилъ меня рѣшаюсь ли я, при такихъ результатахъ, взяться за работу; г. же Кохеръ настойчиво утверждалъ, что все дѣло это



есть бессмыслица и, что если бы оно было возможно, то онъ давно дошелъ бы до наилучшихъ результатовъ.

Такое положеніе дѣла не могло придать мнѣ особенной энергіи, такъ какъ пудлинговое дѣло изучалъ я только, между прочимъ, въ Серенѣ, г. же Кохеръ считался тогда очень опытнымъ заводчикомъ и техникомъ.

Тѣмъ не менѣе, я за дѣло взялся, и уже на второй день работы приготовленные мною изъ Нассаускаго древесноугольнаго чугуна крицы, подъ молотомъ и въ валкахъ, дали удовлетворительные результаты. Полученная сталь была тотчасъ же куплена, хотя и негласнымъ образомъ, съ тою цѣлію, чтобы при рафинировкѣ этой стали рабочіе не знали, что сталь некричная. Но такое положеніе дѣла длилось не долго; по прошествіи нѣсколькихъ недѣль были пущены на сталь уже 4 пудлинговые печи, и получаемый продуктъ препровождался въ Вёрде и Ремшидъ, гдѣ наша сталь, благодаря своимъ хорошимъ качествамъ и, вмѣстѣ съ тѣмъ, дешевизнѣ, въ самомъ непродолжительномъ времени дала сильный толчекъ стальному дѣлу.

Такъ какъ патента на этотъ способъ приготовленія стали въ Пруссіи выдано не было, то рабочіе мало по малу распространили его по окрестнымъ заводамъ, изъ которыхъ, впрочемъ, лишь немногіе ввели удачно эту новую фабрикацію; нѣкоторымъ даже вовсе не удавалось получить хоть мало-мальски порядочнаго продукта.

Послѣ того, какъ на заводѣ Хаспе прочно установилось дѣло, фирма Лохаге, Бремме и К<sup>о</sup> отправили меня, въ ноябрѣ 1850 года, на заводъ Юлія Мейера, въ Бекероде, на Гарцѣ, чтобы принять тамъ на себя защиту патента, выданнаго Ганноверскимъ правительствомъ. Въ томъ же году ввелъ я фабрикацію пудлинговой стали на заводахъ Дюпона въ Файтѣ (Fayt) въ Бельгіи. Тутъ установилъ я процессъ въ такомъ видѣ, чтобы получать сталь для каменоломныхъ инструментовъ и ножеваго товара, первыхъ—для окрестныхъ Файту каменоломенъ, втораго—для фабрикъ Намюра.

Въ 1851 году пригласили меня съ тою же цѣлію въ Австрію, на заводъ Криглахъ, гдѣ я и заключилъ съ наслѣдниками Ю. Зефелера контрактъ, съ тѣмъ, чтобы, по постановкѣ дѣла,  $\frac{1}{3}$  получаемаго отъ стального дѣла барыша шла въ мою пользу въ теченіи 13 лѣтъ. Тутъ мнѣ удалось такъ поставить дѣло, что получаемый продуктъ, специально предназначавшійся для выдѣлки косъ, оказался лучше старой штирійской кричной стали, послѣ чего контрактъ нашъ былъ окончательно утвержденъ. Емъ сожалѣнію, мнѣ пришлось скоро оставить Криглахъ и ѣхать въ Англію, въ Брадфордъ, для защиты англійскаго патента на наше дѣло, взятаго тамъ на имя соучастника фирмы Лохаге, Бремме и К<sup>о</sup> г. Рипе. Замѣститель мой въ Криглахъ оказался совершенно несвѣдущимъ человекомъ, втянулъ дѣло въ большія затраты и, наконецъ, совершенно испортилъ его.

Приготовленіе пудлинговой стали въ Брадфордѣ на заводѣ Лау-Моръ началось въ 1851 году; здѣсь на сталь были пущены пудлинговые печи съ камерою для подогрева чугуна и очень малаго размѣра, вслѣдствіе чего онѣ давали превосходный горячій ходъ, такъ что мнѣ не пришлось дѣлать никакихъ въ нихъ измѣненій,—случай до этого и послѣ неповторявшійся.

Насадка этихъ печей была, какъ и при работѣ на желѣзо, 300 фунтовъ, и такихъ насадокъ въ 12 часовъ обрабатывалось 10, причемъ получалось 2,796 фунтовъ стальныхъ крицъ, что соответствуетъ лишь 6% угара.

Какъ только металлъ вскипалъ и начиналъ показывать зерно, нагружали подогрева-

тельную камеру новымъ матеріаломъ, который и нагрѣвался покуда доканчивали предѣ- идущую, отлично густѣвшую и превосходно сваривавшуюся насадку.

Сталь, представленная на Лондонскую выставку 1851 года, приготовлена была мною на заводахъ Хаспе, преимущественно изъ пѣмецкаго, бельгійскаго и англійскаго чугуновъ; сталь эта была, впрочемъ, только сырая, нерафинированная, въ противоположность другимъ экспонентамъ, выставившимъ рафинированную сталь изъ покупнаго сыраго матеріала.

Изъ Лау-Мора долженъ былъ я отправиться, все для того же дѣла, во Францію на заводъ братьевъ Дое и К<sup>о</sup> въ Сенъ-Морисъ-Шарантонъ, гдѣ мнѣ также посчастливилось со второй же насадки, 17-го декабря 1851 года, получить хорошую сталь, что и было засвидѣтельствовано правительственной комиссіей, во главѣ которой стоялъ г. Лёпле, директоръ Парижской горной академіи и авторъ извѣстныхъ работъ по стальному дѣлу. Въ послѣдствіи, а именно въ 1855 году, этотъ почтенный и любезный человѣкъ удостоилъ меня шести-недѣльнымъ пребываніемъ и изслѣдованіемъ проволоочно-стальнаго дѣла, устроеннаго мною на заводѣ Фуршамбо, около Невера, гдѣ въ шихту перерабатывали 12,000 кило на 2<sup>1</sup>/<sub>3</sub> лин. проволоку и это въ то время, когда суточная производительность въ 3,500 кил. считалась, какъ напримѣръ въ Вестфалии, совершенно достаточною.

Смѣю думать, что работы мои на этомъ заводѣ принесли нѣкоторую пользу нашей проволоочной промышленности.

Упомянутая мною выше большая производительность можетъ удивить многихъ, а потому считаю долгомъ замѣтить, что работа шла при матеріалѣ кричномъ, т. е. сваренномъ и вальцованномъ и на трехъ сварочныхъ печахъ. Въ печь засаживалось всего по семи пакетовъ, но за то насадокъ дѣлалось много.

Работа сварочныхъ съ поддуваломъ печей шла замѣчательно правильно; время вара можно было рассчитывать по минутамъ, такъ что прокатный станъ работалъ безъ малѣйшей задержки. Дѣло останавливалось лишь изрѣдка на <sup>1</sup>/<sub>4</sub> часа для прочистки печныхъ колосниковъ и смазки вальцверка.

Возвращаясь къ одному изъ изобрѣтателей занимающаго насъ процесса. Г. Лохаге, послѣ неудачныхъ стремленій къ другимъ изобрѣтеніямъ, напримѣръ, новаго способа выдѣлки мыла, полученія алмазомъ посредствомъ чрезвычайно высокихъ давленій и т. п., снова вернулся къ стальному дѣлу и занялся усовершенствованіемъ рафинированія этого металла и выступилъ съ новымъ способомъ этой работы, чрезвычайно удешевленнымъ и долженствовавшимъ совершенно вытѣснить старый. Г. Лохаге полагалъ, что, если продержать нѣсколько часовъ въ нейтральной шлаковой ваннѣ стальную крицу или болванку, то заключающійся и неравномѣрно разсѣянный въ ней углеродъ распредѣлится въ массѣ металла совершенно равномѣрно.

Какъ разъ въ это время, когда я опять былъ занятъ на бельгійской фабрикѣ г. Дюпона постановкой двѣнадцати рафинировальныхъ горновъ, явился ко мнѣ г. Лохаге и предложилъ испытать его новый способъ. Представленія мои о немыслимости замѣны этимъ способомъ стараго, даже въ предположеніи вѣрности его теоретическаго основанія, остались безплодными. Пришлось сдѣлать опытъ, причемъ получилась очень мягкая сталь которая, при закалкѣ, садилась крайне неравномѣрно, что и служило убѣдительнымъ доказательствомъ неравномѣрности ея состава. Между тѣмъ г. Дюпонъ, на заводѣ котораго производился этотъ опытъ, надѣялся, что это только временная неудача и что спо-



себѣ этому предстоитъ хорошая будущность, и распорядился поэтому остановить постройку раффинировальныхъ горновъ. Этимъ дѣло фирмы Лохаге, Бремме и К<sup>о</sup>, въ Бельгіи, было погублено. Тогда г. Лохаге предложилъ свой способъ г. Леркиндю въ Хаспе. Послѣдній тотчасъ же взялся готовить на своемъ заводѣ отъ 2½ до 3 милліоновъ фунтовъ раффинированной стали, если новый способъ окажется годнымъ и съ успѣхомъ замѣнитъ старый, причемъ, однако, выговорилъ условіе, что фирма уплачиваетъ ему, въ случаѣ неудачи, расходы на постановку необходимыхъ новыхъ печей и другихъ устройствъ.

Такъ это и случилось и члены фирмы Лохаге, Бремме и К<sup>о</sup> должны были лишиться доходовъ своихъ и съ завода Хаспе. Такимъ же образомъ г. Лохаге, новымъ, неудачнымъ изобрѣтеніемъ своимъ и порученіемъ распространенія этого дѣла неопытными людьми, испортилъ многія другія предпріятія, до этого съ успѣхомъ эксплуатировавшія счастливую мысль приготовленія стали пудлингованіемъ.

Такимъ образомъ, фабрикація пудлинговой стали, дававшая и долженствовавшая бы и впредь давать огромные барыши фирмѣ Лохаге, Бремме и К<sup>о</sup>, перестала, наконецъ, благодаря несчастной мысли и настойчивости г. Лохаге, вовсе давать доходъ, что и заставило меня совершенно оставить фирму и выйти изъ компаніи.

Тогда въ 1853 году основалъ я небольшой, затѣмъ перешедшій къ фирмѣ Асбекъ, Остгаузъ, Ейкель и К<sup>о</sup> стальной заводъ, который въ послѣдствіи расширился и въ 1857 году, кромѣ пудлинговой стали, приготовлялъ и цементную, а равно и листовое желѣзо.

Наконецъ, въ 1858 году установилъ я фабрикацію бандажной пудлинговой стали на заводѣ Виглerta и Кюнцера около Ешвейлера, чѣмъ и закончилась моя дѣятельность по этому дѣлу въ Прирейнской Вестфалии; послѣ этого, до 1860 года, заняты я былъ устройствомъ стальныхъ заводовъ, одного—около Стефанау въ Моравіи, другаго для Императорскаго общества австрійскихъ желѣзныхъ дорогъ, для приготовленія рельсовой, бандажной и рессорной стали.

Въ то время, какъ большіе Вестфальскіе заводы переходили одинъ за другимъ къ фабрикаціи изъ пудлинговой стали рельсовъ и бандажей, малые заводы приготовляли съ большимъ успѣхомъ сортовую сталь для самыхъ разнообразныхъ назначеній, употребляя пудлинговую сталь, какъ сырой матеріалъ.

Г. Гаршеръ, бывшій механикъ Кельнъ-Минденской желѣзной дороги, а нынѣ ея директоръ, подвергъ испытанію приготовленную мною въ Хагенѣ пудлинговую рессорную сталь, поставивъ на локомотивную ось двѣ рессоры, одну изъ литой крупновской стали, а другую—изъ моей.

Въ результатъ, послѣ достаточнаго пробѣга локомотива, оказалось, что моя сталь не уступаетъ нисколько крупновской.

Бессемеровскій способъ, хотя и сдѣлалъ существенный подрывъ фабрикаціи пудлинговой стали, однако вполне не истребилъ ее. Пудлинговая сталь имѣетъ такіе свойства, что рядомъ съ получаемому томасированіемъ и бессемерованіемъ и на нее будетъ спросъ, хотя, разумѣется, уже въ значительно меньшемъ количествѣ, чѣмъ и объясняется дѣйствіе и по настоящее время немалого числа сталепудлинговыхъ печей.

Изобрѣтеніе и усовершенствованіе сталепудлинговаго дѣла, хотя и не сдѣлали переворота въ желѣзной промышленности, но уяснили, по крайней мѣрѣ, многія темныя и непонятныя стороны пудлингованія вообще.

## Вопросъ о пушечной стали за границую.

(Капитана М. Левицкаго).

Долгое время заводъ Фридриха Круппа въ Ессенѣ держалъ въ своихъ рукахъ монополію на изготовленіе орудій почти для всѣхъ артиллерій Европы и прилегающихъ къ Средиземному морю странъ другихъ частей свѣта. Согласно потребностямъ каждаго государства, допускались незначительныя видоизмѣненія въ механизмы и разности въ калибры, но въ сущности всѣ артиллеріи, снабжаемыя Круппомъ, имѣли главные предметы матеріальной части однообразной системы и одинаковаго металла. Такой всемірный поставщикъ стремившійся все болѣе и болѣе расширить свою дѣятельность, избавлялъ иностранныя государства отъ значительныхъ расходовъ по устройству у себя дорого стоящихъ пушечныхъ заводовъ, но, съ другой стороны, монополія его представляла и немаловажныя неудобства: 1) сосредоточенное въ однихъ рукахъ производство развивается лишь на столько, на сколько это зависитъ отъ дѣятельности мѣстныхъ, собственно крупповскихъ техникумовъ; 2) въ снабжаемыхъ Круппомъ государствахъ одна изъ важныхъ частей металлургіи остается безъ всякаго вліянія на мѣстную горнозаводскую промышленность и нисколько не содѣйствуетъ успѣхамъ столь значительной отрасли народнаго хозяйства; 3) артиллеристы получаютъ орудіе готовымъ, не видятъ и не знаютъ способа его изготовленія, а потому въ немъ далеко не такъ увѣрены, какъ тогда, когда пріемщикъ есть вмѣстѣ съ тѣмъ и лицо, наблюдающее за изготовленіемъ; 4) по той же причинѣ уровень металлургическихъ знаній среди офицеровъ понижается, и страна лишается многихъ полезныхъ открытій и изобрѣтеній, естественно являющихся, когда орудіе отъ состоянія грубой болванки до исполнѣ отдѣланной узорной машины остается все въ тѣхъ же рукахъ офицера, привыкающаго смотрѣть на него какъ старая нянька на выхоленное ею дѣтище; 5) производство, сосредоточенное въ одной мѣстности, притомъ за границую, исполнѣ становится подчиненнымъ случайностямъ войны. Отъ Германіи исполнѣ зависитъ задержать и прекратить подвозъ артиллеріи въ любое неполюзующееся ея расположеніемъ государство.

Англія первая сознала практическую непримѣнимость такого способа заготовки орудій и держалась всегда издѣлій своего завода Армстронга, согласившись даже долгое время терпѣть всѣ неудобства, связанныя съ орудіями, заряжающимися съ дула, почти вездѣ оставленными, но не рѣшилась стать въ зависимое положеніе отъ иностранной промышленности и быть стѣсненною въ примѣненіи тотчасъ, какъ только явится надобность, каковаго либо полезнаго нововведенія. Въ Россіи былъ произведенъ опытъ заказовъ орудій у Круппа, но та-же потребность выйти изъ зависимости ощущалась и у насъ. Создались Пермскій и Обуховскій сталепушечные заводы, начали вырабатываться свои собственныя системы затворовъ и прочихъ частей механизма, опредѣленъ составъ шихтъ для полученія требуемаго металла, обусловлены и пріемныя испытанія его. Довѣріе къ металлу, изготовляемому на глазахъ у пріемщиковъ, притомъ производство котораго не составляетъ никакого секрета, быстро возрасло среди сухопутныхъ и морскихъ артиллеристовъ, между тѣмъ какъ оно подрывалось къ таинственно изготовляемымъ пушкамъ Круппа до такой степени, что въ 1865 году разрывъ двухъ 9 и 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> дюймовыхъ орудій одного послѣ 410, другаго послѣ 66 выстрѣловъ, произвелъ шумъ въ газетахъ и журналахъ даже гораздо болѣшій, чѣмъ того заслуживалъ самый случай. Извѣстны еще разрывы въ Россіи орудій Круппа 9 дюймаго послѣ 56 выстрѣловъ въ 1866 г., 8-дюймаго морскаго, убив-



шаго и ранившаго 12 человѣкъ прислуги, въ 1868 г., 11 дюймового морскаго, убившаго и ранившаго 12 человѣкъ прислуги въ 1868 г., 11 дюймового на фортѣ Константинѣ въ Кронштадтѣ въ 1871. Такое число несчастныхъ случаевъ, при громадности заготовленій Ессенскаго завода, нельзя признать громаднымъ, но, соединенное съ другими обстоятельствами, оно подрываетъ кредитъ подрядчика. Въ Германіи извѣстны разрывы: 1865 г.—8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> д. по 96 выстрѣлѣ, въ 1866 полевое орудіе, убившее трехъ кадетъ, 1869 г.—8 д. по 650 выст., 1872 г. 15 фунтовое по 557 выстр. и признано небезопасными для дальнѣйшаго употребленія изъ числа бывшихъ въ дѣйствіи противъ непріятеля во время франко-прусской войны 1870—1871 г.г. болѣе 200 орудій <sup>1)</sup>; 1875 г. 9<sup>3</sup>/<sub>4</sub> д. и полевое, 1876—24 сант. (9,45 дюйм.) при 50 выстрѣлѣ (убить фееерверкеръ и раненъ офицеръ); 1879 на германскомъ учебно-артиллерійскомъ кораблѣ 24 сант. (9,45 дюйм.) убита или ранена вся прислуга. Въ Англіи разорвало при опытахъ въ Вуличѣ 7 дюймовое орудіе со втораго выстрѣла. Это случаи извѣстные изъ журналовъ и газетъ <sup>2)</sup> Въ дѣйствительности ихъ могло быть и больше.

Подобный списокъ, конечно, составить можно и для большинства другихъ сталепушечныхъ заводовъ. Притомъ почти нигдѣ не дается свѣдѣній о дознанномъ по разслѣдованіи, касательно найденныхъ въ металлѣ пороковъ, промаховъ пріемщика и особенныхъ условий, въ которыхъ находилось орудіе. Но, повторяемъ, довѣріе къ фирмѣ Круппа колеблется не отъ однихъ этихъ случаевъ. Дѣятельность представителей этой фирмы, окружающихъ себя тайною, недалеко отставшею отъ древнихъ пріемовъ жрецовъ Изиды и Елевзинской богини, еще менѣе располагаетъ къ его заводу людей, которымъ придется вкладывать собственную жизнь или смерть въ каналъ его орудій. Еще въ 1865 г. Тюрганъ, посѣтившій заводъ Круппа, видѣлъ тамъ такое странное объявленіе: „Г. Директоръ проситъ г.г. посѣтителей не задавать провожатому вопросовъ сверхъ даваемыхъ имъ объясненій, чтобы не вынуждать его на непріятность отказа“ (pour lui éviter la peine d'un refus); <sup>3)</sup> «Нѣмцы по сю сторону Рейна,» прибавляетъ Тюрганъ «говорятъ мало и тихо.» Корреспондентъ Journal de Bruxelles (8 февраля 1886 г.) сообщаетъ о еще болѣе строгой предосторожности. По его словамъ: «входъ въ заведенія Круппа запрещенъ всѣмъ металлургамъ, всѣмъ заводчикамъ, всѣмъ ученымъ, «всѣмъ инженерамъ». Это сообщаетъ не недоброжелатель, не конкуррентъ Круппа, а ревностный его защитникъ, находящій такой способъ дѣйствія весьма естественнымъ и похвальнымъ: „Таинственные пріемы г. Круппа—плодъ трудовъ нѣсколькихъ поколѣній,“ говоритъ Journal de Bruxelles: „подвергать ихъ пытливымъ взорамъ соперника было бы не только признакомъ слабоумнаго легковѣрія, но даже преступною слабостью... Дѣйствуя такъ, пришлось бы отказаться отъ себя... и притомъ безъ всякаго вознагражденія, такъ какъ репутація Круппа окончательно установлена“. Этотъ способъ дѣйствія Ессенскаго завода имѣетъ весьма важное отношеніе къ самому его дѣлу и особенно къ расширенію его дѣятельности. Повидимому не безъ основанія Journal de Liège (21 февраля 1886 г.) говоритъ: „Круппъ никогда не стѣснялся посылать своихъ инженеровъ на чужіе заводы, не допуская никого къ себѣ. Этимъ онъ достигъ только отлученія своихъ под-

<sup>1)</sup> Major Haig. Report to Royal Arillery Society.

<sup>2)</sup> „Арм. журн.“ „Морск. Сборн.“ Revue d'artillerie, Rivista di artiglieria e genio. Progrès militaire, Engineering. „Кронштад. Вѣст.“

<sup>3)</sup> Les grandes Usines. Fabrication des bouches à feu de grand calibre, par Turgan.

„чиненныхъ отъ такихъ учреждений, куда всѣ входятъ свободно. Люди, обладающіе сознаниемъ собственного достоинства, не смѣютъ являться на чужіе заводы, боясь непріятностей. Другіе скрываютъ свое званіе и мѣсто служенія.“ Нѣтъ ли тутъ риска закоснѣть въ рутинѣ, а особенно возстановить противъ себя людей, видящихъ первое условіе въ довѣріи стрѣляющихъ къ своему орудію; а какъ вѣрить тому, съ чѣмъ избѣгаютъ знакомить наиболѣе заинтересованныхъ людей. Ессенскій заводъ издаетъ по нѣскольку разъ въ годъ отчеты о производимыхъ на полигонѣ при его заводѣ опытахъ, но очень трудно удостовѣриться въ правдивости всѣхъ ихъ данныхъ, такъ какъ и на эти опыты, по отзыву бывавшихъ въ Ессенѣ офицеровъ, попасть далеко нелегко.—*Свѣтобоязнь* Круппа идетъ очень далеко, чему служить доказательствомъ разыгрывающаяся въ настоящее время интересная исторія.—Во время Антверпенской выставки заводъ Кокерилля, добивавшійся заказа орудій отъ Бельгійскаго правительства, предложилъ германскому заводу Круппа и французскому бывшему Кайля (Cail) международное состязаніе, передъ коммисією изъ представителей артиллеріи всѣхъ націй, по программѣ, выработанной сообщами управленіями всѣхъ трехъ заводовъ. Приглашеніе это, подписанное 12 Сентября 1885 года, было тотчасъ принято директоромъ завода Кайля, французской артиллеріи полковникомъ Де Банжъ (De Bange), но осталось безъ отвѣта со стороны Круппа. Тогда оба иностранные заводчики уже сообща повторили этотъ вызовъ, подписанный въ Серенѣ (Seraing) главнымъ директоромъ заводовъ Кокерилля Садюаномъ (Sadoine) 22 Декабря, а полковникомъ Де Банжъ 24 Декабря 1885 года. Продавъ тщетно до 8 Марта 1886 года какого либо отвѣта отъ Круппа оба заводчика напечатали вызовъ свой <sup>1)</sup> въ сотняхъ тысячъ экземпляровъ и распространили во всѣхъ редакціяхъ газетъ и журналовъ и во всѣхъ болѣе или менѣе значительныхъ учрежденіяхъ технического характера, съ объясненіемъ крупнымъ шрифтомъ объ исходѣ дѣла. Эта огласка до 5 (17) Апрѣля нисколько не побудила Круппа къ какому либо объясненію.

Изъ всего этого понятно, что точныхъ свѣдѣній объ изготовленіи болванокъ и выплавкѣ пушечной стали на Ессенскомъ заводѣ нѣтъ никакой возможности имѣть. Въ описаніи Тюрмана есть краткій очеркъ того, что дѣлалось въ 1865 году; въ статьѣ „Les canons de Bange“, изданной отдѣльною брошюрою въ типографіи Круппа, говорится просто, что орудія отливаются исключительно изъ литой тигельной стали и совершенно голословно увѣряется будто никакая другая сталь для пушечнаго дѣла не можетъ сравниться съ этимъ сортомъ. Недавно появившаяся въ Journal de Bruxelles (8 февраля 1886) статья, озаглавленная „Посѣщеніе завода Круппа“ (une visite aux usines Krupp) и подписанная lieutenant d'Obusson (псевдонимъ), даетъ нѣкоторыя подробности, часто въ видѣ догадокъ автора, но не сообщаетъ ничего новаго. Если г. Д'Обюссонъ не ошибается, то пришлось бы заключить, что со временъ Тюрмана въ металлургическомъ отношеніи Крупповскій заводъ не сдѣлалъ впередъ ни одного шага, а это слишкомъ неправдоподобно, зная дѣятельность, развитой умъ и научное образованіе заслужившаго серьезную славу директора.

«Г. Круппъ создалъ, говоритъ г. Д'Обюссонъ, не только артиллерію, но еще и металлъ для нея... и около этого металла создавалась даже легенда. Собственно заводъ

<sup>1)</sup> Défi porté à M. Fried. Krupp d'Essen par le colonel De Bange directeur general de la Société Anonyme des anciens établissements Cail (Paris) et A. M. Sadoine directeur general de la société John Cockerill (Seraing).



Круппа приготовляетъ всѣ виды стали: бессемеровскую, мартеповскую, пудлинговую и литую тигельную. Двѣ первыхъ идутъ на ходячія въ торговлѣ издѣлія, но для пушекъ сталь употребляется *исключительно тигельная*. Дешевизны ради бессемеровская сталь идетъ только на желѣзнодорожныя издѣлія—рельсы, шины, оси, рессоры. Металлъ Мартинъ—Сименса употребляется тамъ, гдѣ нуженъ матеріалъ болѣе стойкій (*plus stable??*), болѣе однородный, чѣмъ бессемеровскій. Бессемерованіе введено въ Эссенѣ съ 1871 года <sup>1)</sup>, а способъ Мартинъ-Сименса еще позже.

Руда употребляется для плавки испанская—гематитъ изъ Бильбао, и германская—Зигенскій шпатовый желѣзнякъ. Полученный изъ нихъ чугуны пудлингуется на сталь, которая проковывается и прокатывается въ квадратные прутки. Эти послѣдніе закаляются въ водѣ и рѣжутся на равные куски по 20 сантиметровъ (7,48 дюйм.) каждый. По излому ихъ сортируютъ и отбираютъ на пушечное лѣло только наилучшіе, безусловно надежные. Вѣрность этого способа, объясняетъ корреспондентъ *Journal de Bruxelles*, позволяеть инженеру заранѣе опредѣлять количество сопротивленія въ металлѣ, ожидаемомъ отъ плавки; металлъ, обрабатываемый малыми количествами, будетъ представлять наибольшую вѣроятность безусловной однородности <sup>2)</sup>. Уже достаточно однородная пудлинговая сталь служить главнымъ основаніемъ каждой тигельной закладки, къ ней прибавляется небольшое количество пудлинговаго желѣза, придающаго металлу болѣе прочнаго сопротивленія. Флюсомъ служить („кажется“, оговаривается г. Д'Обюссонъ) угольный порошокъ съ перекисью марганца. Съ такою же оговоркою упоминаетъ авторъ и о составѣ тиглей изъ смѣси огнеупорной глины съ графитомъ.

Изъ этого видно, что Круппу почему то очень хочется, чтобъ Европа думала, что его орудія отливаются изъ той стали, изъ которой они изготовлялись 50 лѣтъ тому назадъ, и что весь успѣхъ его основанъ на таинственныхъ флюсахъ, подмѣсахъ въ матеріалъ тиглей и т. п. Корреспондентамъ-специалистамъ онъ показываетъ такой способъ работы, который не допускаетъ ни анализовъ, ни повѣрочныхъ опытовъ, а все предоставляетъ глазомѣру мастера и рабочаго. Если допустить, что съ г. Д'Обюссономъ сыграна комедія, или что ему внушено въ Эссенѣ какъ писать статью, полную желанія доставить Круппу заказъ отъ Бельгійскаго правительства, то успѣхъ хитрости (если она была) вышелъ самый плачевный. Въ концѣ января военное министерство въ Брюсселѣ сильно колебалось между выборомъ бельгійскаго или иностраннаго завода; самъ министръ высказывалъ сомнѣніе въ томъ, что сѣумѣетъ ли который либо изъ мѣстныхъ заводовъ доставлять металлъ, вполне удовлетворительнаго качества, а на другой день по выходѣ статьи Д'Обюссона Товарищество Кокериля получило заказъ пробной батареи изъ 6 полевыхъ пушекъ, на предложенныхъ заводомъ условіяхъ. Недѣлю спустя о заказѣ официально извѣщалась палата.

По сталелитейному дѣлу заводъ Кокериля извѣстенъ съ 1866 г. поставкою Бельгійскому правительству стальныхъ болванокъ для ручнаго оружія. Подобные заказы онъ получалъ потомъ изъ Италіи, Австріи, Испаніи, Россіи и Америки. Нѣсколько лѣтъ спустя,

<sup>1)</sup> Между тѣмъ, какъ изобличаетъ *Journal de Liège*, съ 1864 г. было на заводѣ болѣе 12 ретортъ для бессемерованія и продавалось множество шинъ, осей и рессоръ несомнѣнно бессемеровской стали, выдаваемыхъ за отлитыя въ тигляхъ.

<sup>2)</sup> Однородность разнородностью! замѣчаетъ *Journal de Liège*, металлургическая гомеопатія—*similia dissimilibus!*—подобныя неподобнымъ!

Товарищество приступило къ первымъ опытамъ по пушечному дѣлу, заготовивъ кольца для скрѣпленія орудій большого калибра. Въ 1871 управленіе завода принесло своему правительству въ даръ двѣ пушечныя болванки для полевыхъ орудій, которыя получили окончательную отдѣлку въ Люттихскомъ арсеналѣ и приняты на службу. Недавно фирма Кокериль отправила въ Мароко шести-орудійную батарею съ принадлежностью, снарядами и металлическими передками. Въ 1885 г. на Антверпенской выставкѣ Кокериль и К<sup>о</sup> выставили прекрасныя орудія системы Круппа и системы Де-Банжа. Словомъ, стремленіе установить въ Бельгіи самостоятельное пушечное производство и освободить страну, славящуюся широкимъ развитіемъ металлургическаго производства, отъ многомилліонной дани сегодня иноземному, завтра можетъ быть враждебному заводчику, не останавливалось передъ препятствіями, и, надо полагать, достигнетъ своей цѣли; за пробнымъ заказомъ послѣдуетъ вѣроятно болѣе серьезный, который окончательно установитъ столь важное производство у себя дома. Противники заказа орудій въ Бельгіи, основывали свои доводы на непригодности бессемеровской стали для пушечнаго дѣла; но при этомъ никто изъ нихъ не объяснилъ почему-же въ Бельгіи не мѣгутъ готовить другой стали, — пудлинговой, мартеновской или даже литой, еслибъ въ самомъ дѣлѣ было доказано, что послѣдняя представляетъ единственный надежный металлъ для орудій? <sup>1)</sup> Пока, впрочемъ, такой взглядъ основывается только на голословныхъ увѣреніяхъ агентовъ Круппа, между тѣмъ какъ все, что мы знаемъ о физическихъ и химическихъ свойствахъ стали, не даетъ намъ ни малѣйшаго указанія на то, почему металлъ, котораго температура и даже химическій составъ (при посредствѣ спектральнаго анализа) во всякую минуту точно извѣстны, — металлъ, плавкою котораго можно руководить непрестанно, долженъ непременно выйти хуже такого, гдѣ руководствовались одною сортировкой по излому чрезъ каждые 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub> дюймовъ длины? Въ пользу исключительнаго примѣненія тигельной плавки можно дать одно объясненіе, сказавъ, что литье малыми массами даетъ металлъ болѣе плотный. Но для столь важнаго вопроса, какъ выборъ пушечнаго металла, устанавливаемый на долгія времена пріемными инструкціями и долгосрочными контрактами съ заводами, нельзя довѣрять чисто теоретическому предположенію, а тѣмъ менѣе увѣреніямъ Круппа и агентовъ его.

Извѣстно, что на Обуховскомъ заводѣ давно производятся весьма серьезныя механическія испытанія пробныхъ брусковъ, благодаря которымъ, за десятокъ почти лѣтъ, накопился богатѣйшій матеріалъ для разработки вопроса о зависимости прочнаго сопротивленія и коэффиціента упругости металла отъ способа его выдѣлки. Но, несмотря на нѣкоторое небольшое личное наше знакомство съ этими данными, мы не смѣемъ сказать заранѣе, на сколько они подвинутъ окончательное рѣшеніе вопроса, и не откроетъ-ли сопоставленіе полученныхъ при этихъ опытахъ цифръ новыя противорѣчія, которыя придется, въ свою очередь, выяснять теоретическими соображеніями, а лучше дополнительными опытами. Такъ было, напримѣръ, съ брусками отъ прибылей чугунныхъ орудій Олопецкихъ горныхъ заводовъ, механическія свойства которыхъ не имѣли по большей части ровно никакой связи съ качествами брусковъ, взятыхъ отъ тѣла орудія. Во всякомъ случаѣ, возможно полная разработка наконившагося на сталепушечныхъ заводахъ матеріала относительно механическихъ испытаній брусковъ и въ настоящее время весьма желательна,

<sup>1)</sup> Въ брошюрѣ, изданной въ 1880 г., заводъ Кокеряля принимаетъ на себя всѣ расходы по испытанію металла въ видахъ выбора надежнѣйшаго сорта.



и еслибъ въ этомъ случаѣ одержала верхъ надъ всѣми другими матеріалами тигельная сталь, то это все-таки еще не будетъ побѣдою Круппа, дающею ему право на ту монополию въ пушечномъ производствѣ, которая все болѣ и болѣ ускользаетъ изъ его рукъ.

Тигельная сталь отливается съ успѣхомъ, у насъ на Обуховскомъ и на нѣкоторыхъ Уральскихъ горныхъ заводахъ; въ Шеффилдѣ находится множество заводовъ, готовящихъ матеріалъ по одному тигельному способу; во Франціи заводъ Якова Гольцера въ Унне (Jacob Holtzer et C<sup>ie</sup> acieries d'Unieux, заводское клеймо „Unieux T. H.“) занимается исключительно тигельною плавкою. Сличая описанія Крупповскаго производства въ сочиненіи Тюрмана и въ статьѣ Д'Обюссона съ описаніемъ работъ на Обуховскомъ заводѣ Д. К. Чернова (Морск. Сборн. 1875 и слѣд. годовъ), а также съ тѣмъ, что извѣстно объ англійскихъ, французскихъ и американскихъ тигельныхъ заводахъ, рѣшительно нельзя и придумать, что можетъ дѣлать такого необыкновеннаго Круппъ, чтобы никто не былъ въ состояніи ему подражать, а подавно дополнить своими позднѣйшими изобрѣтеніями? Заводъ Круппа находится въ классической странѣ прирейнскихъ легендъ, но времена, когда отливаемые бомбарды, сакиры и фалконы „отчитывались“ и „заговаривались“ давно прошли съ самими бомбардами, сакирами и фалконами, и Круппъ видно вовсе не домогается славы чернокопнщика. Иначе онъ велъ бы защиту своихъ коммерческихъ интересовъ ловчѣе и не позволялъ бы издавать на своемъ заводѣ, въ своей типографіи брошюры въ родѣ „Les canons de Bange“, въ которыхъ совершенно голословно, безъ всякихъ доказательствъ, онъ обзываетъ ложью всѣ неблагопріятные для своего завода факты и прибѣгаетъ къ полемическимъ приемамъ, вовсе несвойственнымъ серьезной технической литературѣ.

По словамъ Д'Обюссона, въ литейной Круппа находятся 130 коксовыхъ и 30 газовыхъ печей по 12 тиглей каждая, что составитъ всего 1,800 тиглей. Самые крупныя орудія, изготовленныя въ Ессенѣ, 120 тонныя (7,443 пуд. 24 фун.), громаднѣйшая изъ болванокъ, требуемыхъ для частей оныхъ, вѣситъ 70 тоннъ (4342), на что достаточно 1,700 тиглей. Слѣдовательно, при выдѣлкѣ орудій значительнаго калибра, вся мастерская занята только одною работою. Люди съ котлами бѣгутъ одинъ вслѣдъ за другимъ и выливаютъ металлъ, котель за котломъ, не давая остыть поверхности. Въ помѣщеніи печей Мартинъ-Сименса и ретортъ Бессемера г. Д'Обюссонъ не замѣтилъ ни одной формы или изложницы, могущей выѣстить значительное количество, болѣе 1,500 килограммовъ или 916 пуд. (по указаніямъ другаго корреспондента) металла. Онъ не говоритъ, чѣмъ онъ убѣдился, что расплавленная сталь не привозится въ тѣлѣжкѣ локомотивомъ изъ одного въ другое помѣщеніе. У Круппа желѣзная дорога проведена по всему заводу. Кромѣ того, нельзя не вспомнить, что на полевые орудія не требуется матеріала болѣе, чѣмъ 733 пуда, что внолибъ позволяетъ отливать эти орудія въ самомъ помѣщеніи Сименса или ретортныхъ печей. Составителю настоящей замѣтки случилось видѣть въ провинціи у одного нѣхотнаго офицера цапфу, отбитую отъ турецкой пушки, изъ числа заказанныхъ у Круппа. Изломъ и общій видъ этого образца гораздо болѣе походилъ на пробныя бруски Вессемера, чѣмъ на тигельные (Обуховскіе), съ которыми онъ былъ сличенъ послѣ совершенно одинаковаго обнаженія кислотою. Къ чему служить Круппу реклама о тигельной стали—рѣшительно непонятно, тѣмъ болѣе, что другіе заводы ведутъ это производство и съ болѣе давнихъ поръ и въ гораздо обширнѣйшихъ размѣрахъ.

Въ Англіи, послѣ того, какъ перешли отъ желѣзныхъ орудій къ стальнымъ, рѣшено сталь брать у частныхъ заводчиковъ, не опредѣляя способа изготовленія болванокъ, а только требуя удовлетворенія условіямъ механической пробы.

Сѣверо-Американскіе Соединенные Штаты посылали нѣсколько лѣтъ тому назадъ комиссію для изученія на мѣстахъ матеріальной части всѣхъ евронейскихъ артиллерій. Комиссія эта нашла первостепеннымъ недостаткомъ немнѣніе средствъ въ предѣлахъ Штатовъ для выдѣлки и обработки орудій свыше 8-ми дюймового калибра. Орудія слѣдуетъ дѣлать непременно, по мнѣнію комиссіи, въ Америкѣ изъ американской стали, но къ иностранной производительности обращаться опасно и неудобно. Изготовление матеріала въ видѣ болванокъ также считаютъ возможнымъ поручить частнымъ предпринимателямъ.

Самостоятельнѣ всѣхъ повела дѣло переустройства своей артиллеріи Франція, имѣвшая самыя основательныя причины не желать связываться съ германскимъ заводчикомъ и не довѣрять ему. Въ 1870 году во всѣхъ французскихъ заводахъ, могущихъ работать что-либо для артиллеріи, все производство было обращено въ эту сторону съ лихорадочною дѣятельностью. Доставка съ заводовъ прекращалась только въ виду непріятеля. Что можно было, перевозилось впередъ въ болѣе безопасныя пункты, чего нельзя было спасти, то тщательно ломалось и приводилось въ негодность для какого-либо пользования вступающаго въ совершенно разоренный заводъ врага отечества <sup>1)</sup>.

Пріемка матеріальной части во время войны не могла быть особенно строга; надо было главнымъ образомъ работать скоро и настолько прочно, чтобы держаться до послѣдней крайности. Цѣль эта, какъ извѣстно, была вполне достигнута. Тотчасъ по окончаніи войны приняты 12-ти и 17-ти фунтовые (5 и 7 кил.) пушки Реффи (Reffye), главнымъ образомъ позволявшія воспользоваться старою пушечною бронзою и старымъ порохомъ, имѣвшимся въ складахъ. Какъ извѣстно, Тьеръ придавалъ дѣлу переустройства артиллеріи такое значеніе, что, помимо порученія этого труда знаменитѣйшимъ специалистамъ, онъ самъ, хотя и не военный и не техникъ, считалъ своимъ долгомъ лично присутствовать при опытахъ и вникать во все, что было доступно его степени знаній. Но эти орудія съ перваго дня были объявлены временными. Миновала опасность новаго непріятельскаго нашествія, и артиллерійскому комитету было поручено, не спѣша, изучить всѣ условія, на которыхъ можно бы было основать созданіе новаго и лучшаго типа матеріальной части.

Нѣсколько лѣтъ ушло на теоретическія изслѣдованія и на опыты, какъ на заводахъ, такъ и на артиллерійскихъ полигонахъ. Типъ орудій предложенъ былъ на конкурсъ, съ общаніемъ преміи. Многіе артиллерійскіе офицеры явились на состязаніе. Одержали верхъ двѣ системы—Лагитолля и де-Банжа (Lahitolle; de Bange).

Объ представляли нѣкоторыя достоинства. Чтобы установить окончательный выборъ той или другой, опыты рѣшено повторить въ обширѣйшихъ размѣрахъ, уже не на полигонѣ, а въ самихъ войскахъ. Орудія обѣихъ системъ были распредѣлены по артиллерійскимъ бригадамъ и несли обыкновенную службу, обнаруживая свои качества не только въ стрѣльбѣ, но и въ походахъ и большихъ маневрахъ. Всего изготовлено по 10 баттарей каждой системы, переданныхъ въ 10 артиллерійскихъ полковъ со всею принадлежностью и выработаннымъ артиллерійскимъ комитетомъ программу опытовъ и формою отчетовъ. Такая несомнѣнно реальная постановка вопроса привела къ январю 1877 года французское правительство къ окончательному принятію орудій системы полковника де-Банжа, долгое время управлявшаго казеннымъ пушечнымъ заводомъ и пріобрѣвшаго тамъ

<sup>1)</sup> Etude sur les matériels d'artillerie français et allemand par J. Malengreau lieutenant d'artillerie belge.



необходимую опытность въ этой важной отрасли металлургической техники. Главныя условія приѣмки металловъ остались прежнія.

По этимъ условіямъ правительство вольно какъ покупать на частныхъ заводахъ, сырые матеріалы производства (мѣдь и олово для бронзовыхъ, чугуны первой плавки для прочихъ орудій), такъ и заказывать матеріалы уже переработанные (трубы и кольца стальныхъ орудій). Торговля сдѣлки (marchés) совершаются при казенномъ артиллерійскомъ заводѣ, въ настоящее время при пушечномъ въ Буржѣ, и утверждаются военнымъ министромъ. Особые контракты (cahiers des charges) опредѣляютъ условія, которымъ должны удовлетворять отдѣланные вещи, и пробы, которыя обязаны выдержать металлъ, чтобы быть допущеннымъ до дальнѣйшей переработки <sup>1)</sup>. Главныя стальные заводы, поставляющіе болванки, трубы и скрѣпляющія кольца во французскую артиллерию, суть слѣдующіе:

ЗАВОДЫ.	Мѣсто нахожденія ихъ.	Заводское клеймо.	Способъ добычванія стали.
Барбуенъ (Barbouin. Compagnie des fonderies, forges et aciéries de St. Etienne).	Сантъ-Етьенъ (Saint Etienne).	St. Etienne B.	Бессемера.
Шатилонъ-Коментри (Compagnie anonyme des fogres de Chatillon et Commentry).	Монлюсонъ (Montluçon-Saint Jacques).	Montluçon S. J.	Мартэна.
Яковъ Гольцеръ (Jacob Holtzer et Cie. Aciéries d'Unieux).	Уньё (Unieux).	Unieux J. H.	Тигельный.
Маррель, братья (Marrel frères. Forges de la Loire et du Midi).	Ривъ де-Жьеръ (Rive de Gier).	Rive de Gier M.	Мартэна.
Монгольфье, бывшій Петенъ - Года (Montgolfier ci-devant Petin Gaudet. Compagnie des hauts fourneaux, forges et aciéries de la marine et des chemins de fer).	Сантъ-Шамонъ (Saint-Chamond).	St. Chamond P. G.	Бессемера.
Пуатонъ-Вердые (Poyeton-Verdié. Société anonyme des aciéries et forges de Firminy).	Фирмини (Firminy).	Firminy P. V.	Мартэна.
Шнейдеръ (Schneider et C-ie. Houillères, forges, aciéries et ateliers de construction du Creusot).	Крѣзо (Le Creusot).	Creusot S.	Мартэна.

Отдѣлка орудій сперва производилась исключительно въ Буржѣ-Тарбѣ (Tarbes) и Пюто (Puteaux) на казенныхъ пушечныхъ заводахъ, но не разъ допускалась обработка и на частныхъ заводахъ, подъ наблюдениемъ приѣмщиковъ изъ артиллерійскихъ офицеровъ.

<sup>1)</sup> Aide mémoire a l'usage des officiers d'artillerie; quatrieme édition ch. I p. 58. Paris. I. Dumaine lib. ed. 1880.

Заводъ Кайля въ Парижѣ (*Société anonyme des anciens établissemet Cail*) и заводъ Монгольфьера въ Санъ-Шамонъ въ настоящее время имѣютъ значительные заказы отъ правительства. Первый есть даже главный производитель орудій Де-Банжа, находясь въ личномъ управленіи самого изобрѣтателя.

Заводъ этотъ одинъ изъ обширѣйшихъ въ столицѣ Франціи. Онъ находится на Гренельской набережной (*quai de Grenelle*) и занимаетъ пространство около 8 десятинъ. Желѣзная дорога, проведенная по всему заводу, находится въ прямомъ сообщеніи съ огибающею весь Парижъ поясною линіею. Заводъ имѣетъ на Сенѣ свою пристань, снабженную паровымъ краномъ.

Парижскому заводу подчинены два вспомогательныхъ: одинъ въ Дененъ (*Denain*), другой въ Дуэ (*Douai*). Первый преимущественно изготовляетъ паровые котлы, кованныя и штампованныя издѣлія большихъ размѣровъ и приборы, необходимые для сахарныхъ заводовъ, весьма многочисленныхъ въ этой части Франціи. Второй изготовляетъ всю принадлежность для винокурения, мелкія мѣдно-котельныя издѣлія и всякія вещи изъ листовыхъ металловъ. На всѣхъ трехъ заводахъ товарищество Кайль и К<sup>о</sup> обладаетъ земельною собственностью, составляющею болѣе 33 десятинъ, сплошь покрытыхъ мастерскими.

Одинъ заводъ на набережной Гренель располагаетъ паровымъ двигателемъ въ 400 лощ. силъ, обрабатываетъ ежегодно болѣе 13500 тоннъ (824000 пудовъ) металовъ и расходуетъ около 10000 тоннъ (610500 пудовъ) топлива. Станковъ и машинъ было весьма достаточно въ 1878 году, но съ тѣхъ поръ инвентаръ завода почти удвоился.

Заводъ Кайля снабжаетъ разныя фабрики и заводы, преимущественно же сахароварни, всѣмъ необходимымъ; готовитъ локомотивы и желѣзныя архитектурныя постройки, мосты и водопроводы. Во время осады Парижа онъ въ нѣсколько дней превратился въ паровую мельницу съ 300 поставовъ. Въ Январѣ 1871 года Парижское населеніе получало отъ Кайля по 300000 килограммовъ (18320 пудовъ) мукъ въ день. Въ то же время заводъ выступилъ впервые на помрище артиллерійское, поставивъ правительству 60 картечницъ разныхъ образцовъ и болѣе 100 мѣдныхъ пушекъ. Въ настоящее же время заводъ обладаетъ всѣмъ устройствомъ и приспособленіями для обширнаго и усовершенствованнаго ручнаго производства.

Требованія, предъявляемыя ко всякому артиллерійскому металлу, формулируются инструкціею французской артиллеріи въ слѣдующихъ выраженіяхъ: „онъ долженъ быть способенъ къ сопротивленію значительнымъ усиліямъ; ковкость требуется достаточная для полученія замѣтныхъ пережѣвъ очертанія образца до его раздробленія; упругость должна позволить ему подвергаться безъ остающихся удлиненій или смятій тѣмъ усиліямъ, которыми орудіе подвергается ежедневно; твердость требуется достаточная, чтобы каналъ орудія не скоро истирался треніемъ снаряда, а слѣдовательно возможно долѣе служилъ“<sup>1)</sup>. Поэтому испытаніе стрѣльбою нѣсколькихъ орудій изъ каждой партіи до приведенія ихъ въ негодность считается единственною, вполне надежною пробю металла, но, принимая во вниманіе, что такое испытаніе продолжительно и дорого стоитъ, его ограничиваютъ стрѣльбою изъ незначительнаго процента поставляемыхъ орудій, за то дополняютъ косвенными испытаніями (*essais indirects*), позволяющими судить только о томъ, близко ли подходятъ по химическому составу и по элементамъ сопротивленія представляемые образцы къ тѣмъ, которые уже дали на стрѣльбѣ хорошіе результаты. Химическій анализъ даетъ только

<sup>1)</sup> Aide memoire à l'usage des officiers d'artillerie ch. I p. 59.



степень чистоты металла, механическая проба опредѣляетъ исключительно сопротивленіе, ковкость и упругость, отношенія къ растягиванію и къ быстрымъ ударамъ. Анализъ чугуна, стали и желѣза слишкомъ хлопотливъ для ежедневнаго примѣненія. Кромѣ того анализъ стали можетъ дать только поводъ къ устраненію отъ подряда такого завода, образцы котораго въ общемъ среднемъ выводѣ окажутся неудовлетворяющими требованіямъ казны, но имѣть въ немъ точныхъ указаній для принятія именно даннаго образца или болванки. Свойства металла слишкомъ видоизмѣняются механическою обработкою, закалкою и отпускомъ. Поэтому во французской артиллеріи сплавы (бронза и проч.) принимаются преимущественно по химическому анализу, чугунъ по анализу и механическому испытанію извѣстнаго числа образцовъ каждой партіи <sup>1)</sup>, сталь-же преимущественно по механическому испытанію, исполняемому стрѣльбою.

Въ настоящее время сталь выдѣлывается для французскихъ орудій изъ чугуна, выплаиваемаго изъ смѣси сардинскаго магнитнаго желѣзняка съ испанскимъ гематитомъ. Для колець сталь выдѣлывается пудлингованіемъ изъ особыхъ сортовъ чугуна, выплавленныхъ на древесномъ топливѣ. Листовая сталь также имѣетъ своихъ постоянныхъ поставщиковъ. Но относительно способа полученія стали обязательныхъ условій нѣтъ. Разъ металлъ удовлетворяетъ условіямъ механической пробы онъ принимается и пускается въ дальнѣйшую обработку. Полученъ-ли металлъ надлежащаго состава и опредѣленныхъ качествъ изъ смѣси пудлинговыхъ стали и желѣза, или сплавкою цементныхъ шведскихъ желѣзныхъ полосъ или весьма чистыхъ бессемеровскихъ или мартеновскихъ стружекъ,—до этого французскимъ заводчикамъ и приемщикамъ никакого дѣла нѣтъ и въ этомъ они открыто сознаются.

Трубы получаютъ высверленные и закаленные. Ихъ отливаютъ въ песокъ или въ изложницы, проковываютъ подъ паровымъ молотомъ и за тѣмъ сверлятъ. Поперечное сѣченіе трубочной болванки должно по мѣньшей мѣрѣ въ 4 раза превосходить діаметръ, требуемый отъ кованной трубы; а вѣсъ ея долженъ быть въ  $2\frac{1}{2}$  раза больше. Артиллерійское вѣдомство имѣетъ право разрѣшать заводамъ, располагающимъ нужными для того средствами, выработку изъ одной болванки нѣсколькихъ трубъ. Общій вѣсъ болванки долженъ быть во всякомъ случаѣ достаточенъ, чтобъ большая половина его могла быть отрѣзана въ видѣ не идущей въ дѣло прибыли.

Изложницы не должны имѣть внутреннихъ острыхъ угловъ. Чаше всего болванки отливаются пирамидальныя, почти призматическія, четырехъ-гранныя, со срѣзанными у реберъ наискось гранями. Подъ паровымъ молотомъ пирамида обращается въ 8 гранную призму и затѣмъ отъ нея отрѣзывается прибыль. Давленіе и температура при этомъ достаточны въ большинствѣ случаевъ для значительнаго уплотненія металла и уничтоженія большей части имѣвшихся въ немъ раковинъ. Послѣ того производится вторая проковка подъ паровымъ молотомъ меньшаго вѣса и при не столь высокой, какъ въ первый разъ, температурѣ. Болванкѣ придается видъ, возможно приближающійся къ тому, который должна имѣть труба, для возможно меньшей потери металла при отдѣлкѣ. Если изъ одной болванки выдѣлывается нѣсколько трубъ, ихъ послѣдовательно отдѣляютъ другъ отъ друга и обрабатываютъ каждую часть особо.

<sup>1)</sup> Механически испытывается и бронза, но для нея, какъ и для чугуна, испытаніе это имѣетъ преимущественно справочное значеніе (à titre de renseignement).

Прокованную болванку отжигаютъ, даютъ ей медленно остыть и помѣщаютъ на токарный станокъ. Съ краевъ ея обрѣзаютъ концы, оставляя только связь сантиметровъ въ 5 (1,97 дюйм.) діаметромъ, которую переламываютъ молоткомъ: изломъ долженъ быть мелкозернистый, однородный, безъ раковинъ и пузырей.

Длину болванки надо разсчитывать также достаточною, чтобъ можно было отъ обоихъ концовъ ея отпилить круги, изъ которыхъ вытачиваются пробные бруски, очертаніе и размѣры коихъ подробно указаны въ контрактѣ, вмѣстѣ съ правилами для опытовъ, которымъ они должны быть подвергнуты. Заводчикъ, отпускающій болванки, самъ испытываетъ ихъ, сколько разъ онъ это сочтетъ нужнымъ, либо для опредѣленія степени закалки, наиболѣе выгодной для каждаго образца, либо для подробнѣйшаго личнаго своего ознакомленія съ металломъ. Артиллерійское учрежденіе (въ Буржѣ, Тарбѣ, Путо или Парижѣ) испытываетъ механически металлы одинъ разъ до закалки, и выдаетъ *первый приговоръ* о принятіи. Послѣ того болванка обтачивается, сверлится, закаливается и отпускается; отпусканіе всегда требуется полное. Новое испытаніе производится уже надъ закаленными образцами и, смотря по нимъ, болванки принимаются, передѣлываются или бракуются.

Для испытанія брусковъ на растяженіе и разрывъ пользуются машиною Томасе (Thomas-et) съ поршнемъ, нагнетаемымъ водою, и машиною Малляра, также гидравлическою, но менѣе сложнаго устройства. На брускахъ нарѣзаются черты, между которыми разстояніе постоянно наблюдается катетометромъ. Бруски казенной части отмѣчаются съ разстояніемъ между чертами, равнымъ 100 миллиметрамъ (3,44 дюйм.), а на брускахъ дульной части это разстояніе берется только въ 50 миллиметровъ (1,97 дюйма). При испытаніи до закалки должны получиться числа, не выходящія изъ слѣдующихъ предѣловъ.

#### Б р у с к и и з ъ к р у г о в ъ :

	казенной части		дульной части	
	кил. на 1 кв. мил.	тон. на 1 кв. дюйм.	кил. на 1 кв. мил.	тон. на 1 кв. дюйм.
Предѣлъ упругости. . . . .	23	14,6004	24	15,2352
Допускъ (+или—). . . . .	5	3,1740	6	3,8088
Разрывающее усиліе . . . . .	48	30,4704	49	31,1152
Допускъ (+или—). . . . .	9	5,7132	10	6,3480
Наименьшее удлинненіе послѣ разрыва . . . . .	18 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>			
Послѣ закалки должны получиться слѣдующія предѣльныя данныя:				
Предѣлъ упругости. . . . .	32	21,3136	35	22,2180
Допускъ (+или—) . . . . .	5	3,1740	7	4,4436
Разрывающее усиліе. . . . .	62	39,3576	65	41,2620
Допускъ (+или—) . . . . .	8	5,0784	10	6,3480
Наименьшее удлинненіе послѣ разрыва . . . . .	14 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>			

Кромѣ того предѣлъ упругости долженъ быть послѣ закалки по крайней мѣрѣ на 5 кил. на 1 кв. мил. (3,1740 тоннъ на 1 кв. дюйм.) больше того, который былъ найденъ при испытаніи на растяженіе до закалки бруска изъ *того же самаго* кружка.

Испытаніе на раздробленіе производится паденіемъ гири копра въ 18 кил. (1 пудъ 4 фунта) вѣсомъ на средину квадратнаго бруска, въ 30 миллиметровъ (1,58 дюйм.) поперечнаго размѣра, подпертаго въ точкахъ, отстоящихъ другъ отъ друга на 140 миллиметровъ (5,51 дюйм.). Брусокъ не долженъ ломаться при паденіи гири, высота котораго въ первый разъ опредѣлена въ 2 метра (6,5619 фут.) потомъ увеличивается каждый



разъ на 10 сантиметровъ (3,94 дюйм.), доходя наконецъ до 2,5 метровъ (8,2202 фѣт.). Стрѣлка изгиба, полученная послѣ этого послѣдняго паденія, измѣряется и записывается. Повѣрочный опытъ дополняетъ еще основной и состоитъ изъ 12 послѣдовательныхъ ударовъ копромъ при той-же 2,5 метр. высотѣ.

Скрѣпляющія кольца состоятъ каждое изъ длинной стальной полосы, плотно вытянутой въ валкахъ, за тѣмъ скатаной спирально въ кольцо и прокованной подъ паровымъ молотомъ, въ нагрѣтомъ состояніи, до совершеннаго свариванія отдѣльныхъ полосъ между собою; потомъ ихъ прокатываютъ еще разъ, закаливаютъ въ водѣ и отдѣлываютъ на станкахъ. Словомъ, къ нимъ примѣняется способъ, давно употребительный для выдѣлки несварныхъ колесныхъ шинъ (*bandages sans soudure*).

Изъ каждой партіи, нѣкоторое число колець подвергается испытанію на упругость, а другое такое-же число—испытанію на крѣпость; послѣднія уже въ дѣло послѣ опытовъ не идутъ. Сжатіе въ процентахъ скрѣпляемаго кольцами діаметра допускается слѣдующее: 1)

	И с п ы т а н і е	
	упругости	сопротивленія.
Среднія кольца и кольца казенной части . . . . .	0,175	0,350
Вертяжные кольца . . . . .	0,150	0,300

Въ отдѣлкѣ орудія, первую работою является наложеніе колець. Ихъ нагрѣваютъ до синяго каленія и опускаютъ помощью крана на вертикально поставленную внутреннюю трубу. При остываніи кольцо сжимается и плотно охватываетъ эту послѣднюю, образуя съ нею одно тѣло и усиливая діаметральное сопротивленіе, сила котораго будетъ зависѣть отъ точности наложенія каждаго кольца. Далѣе слѣдуютъ обточка, нарѣзка и раздѣлка орудія, т. е. обыкновенныя общеизвѣстныя работы орудійнаго производства.

Готовое орудіе, по тщательномъ осмотрѣ, согласно инструкціи испытывается еще стрѣльбою. При этомъ стараются достигъ такихъ давленій, которыя орудіе было бы въ состояніи перенести безъ вреда, принимая однако во вниманіе и случайныя увеличенія давленія, возможные при часто послѣдовательно другъ за другомъ повторяемыхъ выстрѣлахъ или непредвидѣнныхъ обстоятельствахъ стрѣльбы. Разность между зарядомъ пробнымъ и зарядомъ обыкновеннымъ—такъ называемый *коэффициентъ безопасности* орудія принять для стальныхъ въ 0,10, а для чугуновыхъ, скрѣпленныхъ пушекъ 0,067 нормальнаго заряда. Снаряды и порохъ употребляются общепринятые для орудій того же калибра.

Пріемная стрѣльба состоитъ изъ 4 выстрѣловъ по 2 въ 1,1 нормальнаго заряда, и по 2 въ 1 нормальный зарядъ. Кромѣ того еще на заводѣ пріемщику дозволяется произвести тотъ же опытъ для собственнаго свѣдѣнія и почти всѣ пріемщики всегда пользуются этимъ правомъ. Орудіе, металлъ котораго былъ бы не безусловно удовлетворителенъ, не можетъ выдержать такой пробы, получить неизбежно замѣтныя поврежденія и будетъ забраковано.

Такимъ образомъ французскіе заводчики постарались обойтись безъ легендарныхъ секретовъ и тайныхъ процессовъ германскихъ литейщиковъ и, кажется, вполне успѣли въ этомъ дѣлѣ, также какъ давно успѣваютъ въ немъ и наши русскіе пушечные заводы. О томъ насколько выдерживаютъ дѣйствіе пороховыхъ газовъ орудія изъ разныхъ сортовъ стали, можно судить по слѣдующимъ даннымъ, относящимся къ орудіямъ, наиболѣе схожимъ по калибру, толщинѣ стѣнъ и величинѣ заряда. Напримѣръ 80 миллиметровая (3,15 дюйм.)

1) Cahier des charges pour les épreuves des métaux servant à la fabrication du matériel d'artillerie système de Bange approuvé le 28 Mars 1879.

пушка Круппа изъ литой тигельной стали даетъ начальную скорость стрѣльбы 465 метр. (1526 фут.); орудіе Де Банжа изъ переработанной самыми разнообразными способами стали — 490 метр. (1608 фут.); англійская пушка изъ стали Сименса 500 метр. (1640 фут.). Пушка Де Банжа 155 милл. (6,104 д.) калибра развиваетъ начальную скорость, могущую поднять ее съ лафетомъ вмѣстѣ на высоту 78 метровъ (256 фут.), между тѣмъ какъ для орудій Круппа та же высота будетъ только 67 метровъ (220 фут.)

Орудія Де Банжа прекрасно выдержали испытаніе въ Бѣлградѣ и французскому заводу сербское правительство дало заказъ на довольно значительное число орудій; за нимъ послѣдовало и румынское, заказавшее два пробныхъ орудія; наконецъ Мексика, рѣшившая вооружить свою полевую артиллерію орудіями Де Банжа. Въ теченіе прошлаго 1885 года происходила ожесточенная полемика во многихъ иностранныхъ газетахъ не столько за ту или другую систему, сколько за и противъ монополіи Круппа. Отстаивали недостижимое, будто бы, первенство Ессенскаго завода: *Belgique Militaire*, *Journal de Bruxelles*, *Coelnische Zeitung*; обличали ихъ: *Progrès militaire*, *Journal de Liège* и другіе; при этомъ выяснилось, что до сихъ поръ изъ орудій Де Банжа разорвалось только одно 240 миллиметровое (9,45 дюйм.) въ Гаврѣ, въ 1883 г.; оно было неудачно отдѣлано и поэтому не принято на службу, но употреблялось для опытовъ, а въ то время уже разстрѣливалось до разрыва; прочіе же случаи разрывовъ французскихъ орудій, оповѣщаемые упомянутыми выше газетами, оказались то лягушачья, то другихъ системъ, нынѣ изъятыхъ изъ обращенія. Вся полемика послужила во второстепенныхъ государствахъ въ пользу Де Банжа, Кокерилля и прочихъ соперниковъ Круппа. Въ странахъ же съ развитою металлургическою промышленностью нашли въ дѣйствіяхъ французскаго правительства съ 1870 года примѣръ, достойный подражанія. Новую французскую артиллерію создала вся Франція; всѣ заводчики предлагали то сырье, то обработанныя части, всѣ артиллеристы, отъ генерала до подпоручика, предъявляли свои проекты и изобрѣтенія и другъ другу предлагали поправки и дополненія къ нарождающимся идеямъ. Являющійся въ настоящую минуту главнымъ изобрѣтателемъ, полковникъ Де Банжъ, вмѣсто того, чтобъ проновѣдывать монополію своей мысли, доказываетъ гласно необходимость каждой странѣ достигать лучшихъ усовершенствованій общею работою всѣхъ силъ, въ каждомъ государствѣ самостоятельно <sup>1)</sup>. Недавно высказался и въ Германіи безпристрастный голосъ майора Рона, автора прекраснаго сочиненія о Германской артиллеріи.

„Громадное превосходство нашей матеріальной части“, говорятъ онъ—„надъ французскою, несомнѣнное въ 1870 году и въ то время столь облегчившее наше дѣло, болѣе не существуетъ. Если вѣрить свѣдѣніямъ, издавшимся объ иностранныхъ артиллеріяхъ, то нѣкоторые государства обладаютъ орудіями, во многихъ отношеніяхъ лучшими, сравнительно съ нашими“.

Еще нѣсколько лѣтъ тому назадъ, въ самомъ германскомъ рейхстагѣ, депутатъ Бергеръ возставалъ противъ сосредоточенія всѣхъ правительственныхъ заказовъ въ однѣ руки, и доказывалъ, что, поручивъ безъ торговъ изготовленіе 2358 орудій съ лафетами и принадлежностью Круппу, военное министерство нанесло убытокъ менѣе значительнымъ заводамъ, которые могли бы какъ нельзя лучше удовлетворять требованіямъ правительства общими соединенными усиліями. „Привиллегія Ессенскаго завода“, сказалъ тогда Бергеръ, „стоила Германіи милліоны, и обходится и теперь не дешевле. Продолженіе ея можетъ нанести серьезный ущербъ благу Имперіи“.

<sup>1)</sup> Таковъ характеръ всѣхъ ссылокъ на современныя статьи и сочиненія приводимыхъ во всѣхъ изданіяхъ завода Кайля.



Наши Обуховскій и Пермскій заводы давно спасли насъ отъ такой же переплаты милліоновъ и притомъ не соотечественнику, а иностранцу, могущему завтра обратиться въ непріятеля, хотя все время у насъ сторонники иностранныхъ заказовъ были и, кажется, даже теперь есть. Желательно, чтобъ пережитое на западѣ въ теченіи прошлыхъ полутора лѣтъ послужило поучительнымъ примѣромъ и чтобъ наши техники возможно съ большимъ усердіемъ, безъ преклоненія передъ отжившими авторитетами, взялись дружно за полное изученіе вопроса о пушечной стали и приложили всѣ усилія, чтобы всякая маломальски техническая страна могла вести все дѣло возможно больше своими средствами, своею изобрѣтательностью, своимъ топливомъ и своими матеріалами, не давая спать первой и тщательно изучая послѣднія, тамъ гдѣ на нихъ до сихъ поръ даже не обращено должнаго вниманія.

*Орудія штабсъ-капитана Бринка.* Къ типу орудій, которыми почти повсемѣстно стремятся замѣнить Крупновскій образецъ, относится русская пушка, предложенная для береговыхъ крѣпостей и флота корпуса морской артиллеріи штабсъ-капитаномъ А. Ф. Бринкомъ и изготовленная на Обуховскомъ сталелитейномъ заводѣ. Но это орудіе имѣетъ въ себѣ, кромѣ общаго способа обтюраціи, представляющаго общія черты съ системою Де Банжа, много вполне своеобразнаго, имѣющаго безъ сомнѣнія въ скоромъ времени открыть совершенно новые горизонты орудійному производству. Орудіе штабсъ-капитана Бринка состоитъ изъ внутренней трубы, разбитой довольно близкихъ къ принятымъ для орудій Обуховскаго завода: второй слой орудія составляютъ кольца почти равной длины, соединенныя между собою на замокъ; затѣмъ надѣваются постепенно четыре ряда колецъ обыкновенной длины и сравнительно тонкихъ (не болѣе 2,8 дюйм.); все это вмѣстѣ образуетъ скрѣпленный стволъ, свободно вставляемый въ наружную оболочку, съ которою онъ соединяется гайкою. Затворъ располагается въ оболочкѣ; онъ цилиндрическій, направленъ по оси орудія и снабженъ асбестовымъ обтюраторомъ, подобнымъ французскому, а именно онъ состоитъ изъ асбестовой подушки, обшитой парусиной, безъ чашекъ и пружинъ, значительно усложняющихъ это приспособленіе во французскихъ орудіяхъ. На той-же оболочкѣ утверждены цапфы.—На оболочку дѣйствуетъ только усиліе, стремящееся оторвать казенную часть; разрывъ орудія предупреждается единственно взаимнымъ стягиваніемъ колецъ. Трубы приготовлены изъ литой стали, кольца—изъ бессемеровской. Металлъ для трубъ долженъ удовлетворять условіямъ пріемки, принятой во Франціи; металлъ для колецъ имѣетъ предѣлъ упругости  $3200 \pm 400$ , сопротивленіе разрыву  $6200 \pm 700$ , наименьшее относительное удлинненіе 14% при разстояніи между чертами 4 дюйма. Упругая прочность орудія получается около 5900 атмосферъ. Оболочка признается удовлетворительною при предѣлѣ упругости 1060 атм. и окончательномъ удлинненіи 8%, при разстояніи между чертами на брусѣ 4 дюйма. Въ настоящее время изготовляется довольно значительное число 6 дюймовыхъ орудій штабсъ-капитана Бринка и одно 12 дюймовое въ 30 калибровъ длиною. Испытываемое на полигонѣ опытнаго Охтенскаго поля 6 дюймовое орудіе выяснило вполне прекрасныя качества новой системы. Сдѣлано 686 выстрѣловъ разными зарядами и снарядами съ русскимъ чернымъ порохомъ, дающимъ давленіе до 3300 атм. на дно. Начальная скорость снаряда въ 136 фунт., при зарядѣ 44 ф., оказалась 1730 футовъ. Вліяніе новаго способа скрѣпленія на особенно дорогія въ морскихъ и береговыхъ орудіяхъ качества прочности, сопротивленія и силы пораженія при большихъ дальностяхъ видно изъ слѣдующей сравнительной таблицы вѣсовъ предлагаемыхъ штабсъ-капитаномъ Бринкомъ орудій со стальными оболочками и существующихъ у насъ орудій приблизительно одинаковой длины и прочности:





### Новый сплавъ алюминія.

До послѣдняго времени изъ сплавовъ алюминія промышленное значеніе имѣли лишь сплавы этого металла съ мѣдью, извѣстные въ продажѣ подъ общимъ названіемъ алюминіевой бронзы. Недавно появились издѣлія изъ сплава алюминія съ оловомъ. Этотъ новый сплавъ содержитъ 10 частей олова на 100 частей алюминія и можетъ съ выгодой замѣнять латунь при выдѣлкѣ оптическихъ инструментовъ. Онъ также бѣлъ, какъ и чистый алюминій; плотность его 2,85, т. е. лишь немного болѣе чистаго алюминія (2,56—2,67). Такая легкость составляетъ немаловажное преимущество для новаго сплава въ такихъ подѣлкахъ, въсѣхъ которыхъ желательно сдѣлать какъ можно меньше. Сплавъ алюминія съ оловомъ готовится весьма легко, не требуя для того специальныхъ пріемовъ, и противустоитъ дѣйствию ѣдкихъ реагентовъ лучше, чѣмъ чистый алюминій; онъ долженъ быть особенно пригоденъ для переносныхъ электрическихъ аппаратовъ.

### Сравнительныя изслѣдованія американскаго и русскаго керосина.

Въ Вѣстникѣ Финансовъ, Промышленности и Торговли, № 32 за текущій годъ, профессоръ Я. Никитинскій приводитъ слѣдующія данныя объ относительныхъ достоинствахъ русскаго и американскаго керосина:

Въ послѣднее время, по мѣрѣ увеличенія вызова русскихъ нефтяныхъ продуктовъ за границу, конкуренція между ними и американскими нефтяными товарами все болѣе и болѣе обостряется. Поэтому очень важными представляются сравнительныя изслѣдованія тѣхъ и другихъ, чтобы знать напередъ, чего можно ожидать на заграничныхъ рынкахъ нашимъ нефтянымъ продуктамъ. За послѣднее время въ иностранной литературѣ опубликовано нѣсколько работъ, посвященныхъ сравнительному изученію нашихъ и американскихъ керосиновъ. Одна изъ такихъ работъ, произведенная въ химико-технической лабораторіи въ Карлсруэ Энглеромъ и Левинымъ, окончаніе которой помѣчено іюнемъ 1886 г., только что опубликована въ *Dingler's Polytechnisches Journal*; она даетъ очень интересные для нашей нефтяной промышленности факты и выводы, особенно относительно состава керосиновъ, свѣтящей способности и подъема керосина по свѣтильнѣ.

Вопросъ о томъ, насколько керосины различнаго происхожденія, сжигаемые при одинаково благопріятныхъ условіяхъ, различаются другъ отъ друга по свѣтящей способности, до сихъ поръ представляется еще открытымъ. Правда, въ этомъ направленіи произведено уже довольно много изслѣдованій, но такъ какъ для послѣднихъ употреблялись обыкновенно только продажные сорта маселъ, произвольныя и мѣняющіяся смѣси отдѣльныхъ частей нефти, то и упомянутыя изслѣдованія, съ научной точки зрѣнія, имѣютъ лишь относительное значеніе. Для рѣшенія вопроса недостаточно также сравнивать по свѣтящей способности въ одной и той же лампѣ отдѣльныя одинаково кипящія фракціи, потому что эти послѣднія, по физическимъ, а особенно по химическимъ свойствамъ, очень неодинаковы, и тѣмъ не менѣе условія сжиганія ихъ въ лампѣ, относительно свойствъ свѣтильни, притока воздуха и пр., чисто случайны и могутъ случайно же соотвѣтствовать болѣе одному сорту масла, чѣмъ другимъ, а потому однѣ фракціи будутъ

сжигаться въ сравнительныхъ опытахъ при болѣе выгодныхъ условіяхъ, чѣмъ другія. Итакъ, чтобы получить сравнительныя данныя, необходимо для каждого отдѣльнаго освѣтительнаго масла, а также для каждой отдѣльной фракціи его, производить цѣлый рядъ испытаній, примѣняя лампы различныхъ конструкций и устанавливая такимъ образомъ наиболѣе выгодныя условія свѣтильной способности. Нынѣ никто изъ знающихъ техниковъ не станетъ производить сравнительныя опредѣленія выгоды различныхъ топливъ, напр. каменнаго угля, лигнита, торфа и пр., въ одной и той же топкѣ, при однихъ и тѣхъ же условіяхъ горѣнія. То же самое всецѣло относится и къ сравненію освѣтительныхъ матеріаловъ по свѣтящей способности ихъ, опредѣляемой фотометрическими единицами. Кромѣ фотометрическихъ измѣреній, при сравненіи свѣтильных маселъ, сжигаемыхъ въ различныхъ для каждого сорта особенно подходящихъ лампахъ, въ практическомъ отношеніи имѣетъ значеніе сравненіе маселъ при сжиганіи ихъ въ обыкновенныхъ, наиболѣе примѣняемыхъ въ общежитіи лампахъ. Для характеристики освѣтительнаго масла очень полезно также опредѣленіе содержанія въ немъ отдѣльныхъ фракцій различной температуры кипѣнія, капиллярности и быстроты поднятія по свѣтильнѣ въ связи съ вязкостью. Для своихъ изслѣдованій Энглеръ и Левинъ примѣняли различные сорта американскаго керосина, купленнаго въ Карлсруэ, а также керосинъ Нобеля отъ продавцевъ изъ Берлина, Лейпцига и Кобурга изъ цистернъ; одна проба взята непосредственно изъ цистернъ Нобеля. Авторами произведены были слѣдующія изслѣдованія.

*Опредѣленіе количества отдѣльныхъ фракцій.*—Практика давно уже установила, а работы Энглера (1885 г.), Цалоцики (1886 г.) и Тернера (1886 г.) подтвердили, что при горѣніи въ обыкновенныхъ лампахъ низкокипяція части нефти обладаютъ болѣе свѣтящей способностью, чѣмъ очень высококипяція. Но такъ какъ, съ другой стороны, легко кипяція части нефти возвышаютъ огнеопасность керосина, то поэтому керосиновые заводы должны, по возможности, не допускать въ освѣтительныя масла огнеопасныхъ легкокипящихъ частей, а также и высококипящихъ, плохо сгорающихъ. Въ виду этого было предпринято фракціонированіе различныхъ сортовъ керосина при одинаковыхъ условіяхъ. Результаты перегонки были слѣдующіе (въ графахъ, обозначенныхъ буквами „к. с.“, содержится объемное процентное количество въ кубическихъ сантиметрахъ, а въ графахъ, обозначенныхъ буквами „гр.“—вѣсовое процентное количество въ граммахъ):

	Точка воспламе- ненія.	Удѣль- ный вѣсъ.	Начало кипѣ- нія.	До 130°.	Ниже 150°.	Отъ 150° до 290°.	Выше 290°.
Кавказскій керосинъ:							
к. с. I.	31	0,820	129	—	6,00	89,00	5,00
гр. I.	—	—	—	—	5,23	70,84	5,00
к. с. II.	32	—	112	2,25	11,00	82,25	6,75
гр. II.	—	—	—	1,69	8,06	67,94	6,75
к. с. III.	34	0,8205	118	2,00	8,75	85,00	5,00
гр. III.	—	—	—	1,43	6,19	70,80	5,00
к. с. IV.	36	0,820	119	2,00	6,25	88,75	5,00
гр. IV.	—	—	—	1,32	4,33	71,60	5,00
Американскій керосинъ:							
к. с. I.	25,5	0,809	115	6,50	14,00	58,00	28,00
гр. I.	—	—	—	4,49	9,86	46,68	28,00
к. с. II.	24,5	0,800	100	6,90	15,80	60,05	24,15



	Точка воспламе- ненія.	Удѣль- ный вѣсъ.	Начало кипѣ- нія.	До 130°.	Ниже 150°.	Отъ 150° до 290°.	Выше 290°.
гр. II . —	—	—	—	4,83	11,14	49,16	24,15
к. с. III . 25,5	0,805	102	8,50	15,00	64,50	20,50	
гр. III . —	—	—	5,81	10,46	52,03	20,50	
к. с. IV . 24,5	0,805	110	7,75	15,25	58,00	26,75	
гр. IV . —	—	—	5,21	11,16	46,81	26,75	
к. с. V . 23,5	0,800	105	9,25	20,50	48,75	30,75	
гр. V . —	—	—	6,51	15,80	37,61	30,75	
к. с. VI . 27,5	0,805	115	4,00	12,50	66,75	90,75	
гр. VI . —	—	—	2,78	9,57	52,46	90,75	
к. с. VII . 24	0,800	95	10,25	19,75	52,25	28,00	
гр. VII . —	—	—	7,19	14,19	43,44	28,00	
к. с. VIII . 25,5	0,805	110	8,00	16,75	54,25	29,25	
гр. VIII . —	—	—	5,20	11,73	43,73	29,25	
к. с. IX . 26,5	0,800	108	7,25	17,00	55,00	28,00	
гр. IX . —	—	—	5,12	12,57	44,26	28,00	
к. с. X . 23	0,800	100	8,00	22,50	54,25	23,25	
гр. X . —	—	—	5,18	16,40	43,09	23,25	

Въ среднемъ изъ предъидущихъ отчетныхъ данныхъ имѣется:

	Отгоняется объемныхъ %.		
	Ниже 150°.	150°—209°.	Выше 290°.
Керосина: кавказскаго .	8,0	86,6	5,4
американскаго.	16,9	57,1	26,0

Изъ этихъ среднихъ цифръ слѣдуетъ, что очистка кавказскаго керосина дистилляціей значительно выше по сравненію съ американскимъ, потому что въ первомъ находится много меньше частей низко и высококипящихъ. Изъ этого, однако, еще нельзя заключить, чтобы и свѣтящая способность кавказскаго керосина была тоже выше, потому что отдѣльныя фракціи, съ одинаковой температурой кипѣнія, по полученныя изъ разныхъ керосиновъ, обладаютъ обыкновенно различными физическими и химическими свойствами, а слѣдовательно онѣ могутъ обладать и различной свѣтящей способностью. Поэтому очень возможно, хотя до сихъ поръ и не доказано, что часть американскаго керосина, кипящая непосредственно выше 290°, приносить менѣе вреда собственно керосиновой (средней) фракціи по отношенію къ силѣ свѣта, чѣмъ та же часть кавказскаго керосина. Что касается удѣльнаго вѣса и температуры воспламененія среднихъ фракцій, отъ 150 до 290°, то эти физическіе признаки для кавказскаго и американскаго керосина очень различны:

	Удѣльный вѣсъ.	Температура воспламененія.
Кавказскій керосинъ № I . . . . .	0,825	45,5°
Американск. „ № I . . . . .	0,805	29,0°
„ „ № II . . . . .	0,800	28,0°

Оставляя нерѣшеннымъ вопросъ о различномъ вліяніи высококипящихъ частей кавказскаго и американскаго керосина на свѣтящую способность послѣдняго, считаемъ вполне установленнымъ фактъ много лучшей рафинаціи кавказскаго продукта, потому что онъ содержитъ только 13,4% примѣсей, кипящихъ ниже 150° и выше 290°, тогда какъ

американскій керосинъ содержитъ ихъ 42,9<sup>0</sup>%. Въ американскомъ керосинѣ умышленно оставляется возможно большее количество менѣ цѣнныхъ, слишкомъ легко и очень трудно кипящихъ частей, и такимъ образомъ стараются обоюдно уничтожить вредныя вліянія ихъ: легкую воспламеняемость низкокипящихъ частей высокимъ содержаніемъ тяжелыхъ маселъ, а слишкомъ большой удѣльный вѣсъ и густоту тяжелыхъ маселъ прибавкой легкихъ.

Параллельно съ фракціонированіемъ керосиновъ, Эцглеръ и Левинъ произвели фракціонную перегонку нефти различнаго происхожденія. Въ таблицѣ показаны объемные проценты различныхъ фракцій:

Нефть.	Удѣльный вѣсъ.	Начало кипѣнія.	До 130°.	До 150°.	Отъ 150° до 300°.	Выше 300°.
Пенсильванія I . . .	0,8175	82	15,0	21,0	38,25	40,75
„ II . . .	0,8010	74	24,5	31,5	35,00	33,50
Галиція (Слобода) . . .	0,8235	90	16,0	26,5	47,00	26,50
Баку (Биби-Эйбатъ) . . .	0,8590	91	16,0	23,0	38,00	39,00
Баку (Балаханы) . . . .	0,8710	105	3,75	8,5	39,50	52,00
Эльзасъ (Пехельброннъ) .	0,9075	135	—	3,0	50,00	47,00
Ганноверъ (Эльгеймъ) . .	0,8990	170	—	—	32,00	68,00

*Сравнительныя измѣренія свѣтильной способности керосиновъ.* — Керосинъ сожигался въ горѣлкахъ двухъ системъ: въ круглой горѣлкѣ „космосъ“ Вильда и Весселя въ Берлинѣ и въ „улучшенной горѣлкѣ космосъ“ Шустера и Баэра въ Берлинѣ. Для измѣренія силы свѣта примѣнялся фотометръ Бунзена и нѣмецкая нормальная параффиновая свѣча.

Горѣлки	Горѣлка линій.	Сила свѣта перваго часа.	Сила свѣта въ концѣ опыта.	Средняя сила свѣта изъ 10 опредѣ- леній.	Продолжи- тельность опыта. Часы.	Потребленіе керосина въ граммахъ на 1 нормаль- н ую свѣчу.
Кавказскій керосинъ изъ склада Нобеля:						
Вильда и Весселя .	10	8,35	7,6	7,86	5,00	3,76
„ „ .	10	8,40	7,8	7,93	6,00	3,80
„ „ .	14	9,00	7,1	8,60	5,00	4,04
„ „ .	14	9,20	7,2	8,80	6,50	4,50
Шустера и Баэра .	10	10,10	9,4	9,72	6,75	3,80
„ „ .	14	11,65	10,7	11,00	5,00	4,10
Американскій керосинъ изъ г. Карлсруэ:						
Вильда и Весселя .	10	8,65	7,0	7,60	7,25	4,10
„ „ .	10	8,55	6,5	7,72	7,50	3,70
„ „ .	10	9,15	6,8	7,80	7,25	4,00
„ „ .	14	10,95	8,2	9,82	5,00	4,10
„ „ .	14	11,90	8,8	10,00	8,25	4,30
„ „ .	14	10,95	8,8	10,10	5,50	4,60
Шустера и Баэра .	10	9,40	7,8	8,00	6,00	4,20
„ „ .	14	11,30	8,6	9,40	5,00	5,70

Эта таблица даетъ очень интересныя въ практическомъ отношеніи выводы: 1) Кавказскій керосинъ, сожигаемый въ приспособленныхъ для него лампахъ, горитъ по крайней мѣрѣ такъ же свѣтло, какъ и американскій въ соотвѣтственныхъ лампахъ. 2) Хотя при началѣ горѣнія американскій керосинъ даетъ болѣе свѣта, чѣмъ кавказскій, но зато



пламя перваго скорѣе тускнѣтъ, такъ что подъ конецъ опытовъ кавказскій керосинъ горѣлъ свѣтлѣе американскаго. 3) Потребленіе масла для полученія опредѣленнаго количества свѣта для обоихъ керосиновъ почти одинаково, для кавказскаго даже нѣсколько менѣе. 4) Такъ какъ горѣлака Шустера и Баэра приспособлена для кавказскаго, а Вильда и Весселя для американскаго керосина, то изъ таблицы видно, что керосины, и тотъ, и другой, горятъ въ неподходящихъ для нихъ лампахъ, вообще говоря, съ меньшимъ отдѣленіемъ свѣта. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что американскій керосинъ горитъ въ лампахъ, предназначенныхъ для кавказскаго керосина и имѣющихъ болѣе сильный притокъ воздуха, свѣтлѣе, чѣмъ кавказскій въ американскихъ лампахъ; но при этомъ, вслѣдствіе болѣе энергическаго и быстрого горѣнія, американскаго масла сгораетъ болѣе, а кавказскаго, обратно, менѣе. Слѣдовательно, если примѣнять американскія горѣлки, то для полученія одного и того же количества свѣта бакинскаго керосина потребляется менѣе, чѣмъ пенсильванскаго; но пламя перваго въ этомъ случаѣ менѣе красиво и не такъ бѣло, какъ при горѣніи его въ подходящей лампѣ. Отсюда слѣдуетъ вообще, что для полученія наибольшаго свѣтоваго эффекта каждый сортъ керосина слѣдуетъ сжигать въ соотвѣтствующей ему горѣлкѣ.

*Подъемъ керосина по свѣтильнѣ* зависитъ прежде всего отъ капиллярности и жидкости масла, а также отъ свойствъ свѣтильни. Чѣмъ капиллярность болѣе, тѣмъ выше поднимается керосинъ по свѣтильнѣ, причемъ, разумѣется, и удѣльный вѣсъ керосина имѣетъ значеніе, и чѣмъ жиже масло, тѣмъ быстрѣе оно поднимается. Опредѣленіемъ капиллярности и вязкости масла получается исходная точка для сравненія различныхъ керосиновъ по отношенію ихъ къ сгоранію. Во время горѣнія масла въ лампѣ, какъ показавъ Цалодики (1886 г.), быстрота поднятія керосина по свѣтильнѣ зависитъ, между прочимъ, и отъ скорости, т. е. энергіи горѣнія. Для опредѣленія капиллярности примѣнялись не свѣтильни, а тонкія капиллярныя стеклянныя трубочки, трехъ различныхъ діаметровъ, точно измѣренныхъ; на трубочкахъ нанесены дѣленія въ миллиметрахъ. Капилляры отпускаясь всегда при одной и той же температурѣ ( $27^{\circ}$ ) до пулевой черты въ керосинъ и отсчитывалась высота поднятія послѣдняго. Произведенныя такъ изслѣдованія показали, что по капиллярности между кавказскимъ и американскимъ керосиномъ нѣтъ никакой существенной разницы, такъ что оба они поднимаются по свѣтильнѣ на одинаковую высоту; изслѣдованія доказали также, что труднокипящія фракціи нѣсколько уменьшаютъ капиллярность керосина. Для опредѣленія быстроты поднятія керосина по свѣтильнѣ примѣнена была простая свѣтильня, раздѣленная по длинѣ чертами на сантиметры. Эти изслѣдованія показали, что керосинъ поднимается по свѣтильнѣ тѣмъ медленнѣе, чѣмъ онъ содержитъ болѣе труднокипящихъ частей, и, кромѣ того, что быстрота поднятія кавказскаго керосина нѣсколько болѣе сравнительно съ американскимъ, несмотря а то, что удѣльный вѣсъ послѣдняго ( $0,805$ ) менѣе перваго ( $0,820$ ).

Для опредѣленія зависимости быстроты поднятія керосина по свѣтильнѣ отъ вязкости масла, послѣдняя была опредѣлена помощію аппарата Энглера, причемъ найдена для кавказскаго керосина въ 1,07, а для американскаго въ 1,15. Слѣдовательно, несмотря на меньшій удѣльный вѣсъ, американскій керосинъ нѣсколько вязче, а потому, вслѣдствіе большаго тренія въ свѣтильнѣ, поднимается въ ней медленнѣе, чѣмъ кавказскій. На основаніи этихъ и цѣлаго ряда еще другихъ опытовъ, можно вывести заключеніе, что вязкость керосина характеризуетъ быстроту поднятія его по свѣтильнѣ. Во время горѣнія керосина, поднятіе его по свѣтильнѣ регулируется потребленіемъ масла въ пламени, т. е.

быстротой сгорания, но во всякомъ случаѣ быстрота всасыванія керосина свѣтильной должна быть такова, чтобы пламя получало въ достаточномъ количествѣ горючаго матеріала. Лучшіе сорта керосина не будутъ горѣть въ лампахъ, въ которыхъ разстояніе пламени отъ уровня керосина равно, напр., 40 сантим., хотя бы масло и могло подниматься по свѣтильнѣ много болѣе, чѣмъ на 40 сант. Понятно, что чѣмъ выше поднимается керосинъ, тѣмъ онъ проходитъ по свѣтильнѣ медленнѣе, вслѣдствіе увеличивающагося тренія; поэтому для каждаго керосина есть предѣлъ высоты, за который хотя онъ и поднимается, но уже не столь быстро, чтобы въ достаточной мѣрѣ снабжать пламя горючимъ матеріаломъ. Чѣмъ больше вязкость, тѣмъ ниже этотъ предѣлъ и тѣмъ менѣе должно быть разстояніе пламени отъ уровня керосина.

Мы не излагаемъ здѣсь произведенныхъ авторами другихъ очень интересныхъ работъ, направленныхъ къ выясненію причинъ, почему замѣчается уменьшеніе свѣта по мѣрѣ горѣнія лампы, потому что эти работы не относятся непосредственно къ вопросу о сравнительныхъ свойствахъ американскаго и кавказскаго керосина. Что касается этого вопроса, то изложенное выше выяснило слѣдующее: 1) удѣльный вѣсъ американскаго керосина ниже сравнительно съ кавказскимъ; 2) температура воспламененія перваго ниже; 3) дистилляціонная очистка кавказскаго керосина лучше; 4) кавказскій керосинъ горитъ во всякомъ случаѣ не менѣе свѣтло, чѣмъ пенсильванскій; 5) русскій керосинъ горитъ въ лампѣ ровнѣе; 6) потребленіе керосина при одной и той же силѣ свѣта для русскихъ сортовъ нѣсколько меньше, чѣмъ для американскихъ; 7) несмотря на большій удѣльный вѣсъ, русскій керосинъ менѣе вязокъ, сравнительно съ американскимъ. Всѣ эти данныя указываютъ, что бакинскій керосинъ, поступающій въ настоящее время за границу, не только не хуже американскаго, съ которымъ онъ встрѣчается на иностранныхъ рынкахъ, но даже лучше его.

### Глауберова соль въ Кубанской области.

Въ самой восточной части Кубанской области, недалеко отъ Баталпанинска и отъ станціи Невинномысской Ростово-Владикавказской желѣзной дороги, около верховьевъ рѣкъ Кубани и Кумы, находятся два самосадочныхъ озера, въ которыхъ ежегодно садится глауберова соль. Слои ея, толщиною отъ  $\frac{1}{2}$  до  $1\frac{1}{2}$  вершка, налегаютъ одинъ на другой, раздѣляясь илистыми прослойками, совершенно такими, какіе встрѣчаются, наприимѣръ, въ бузунныхъ самосадочныхъ озерахъ Астраханской губерніи или Крыма. Эти наслоенія, составляющія дно озеръ, покрыты сверху рапою. Зимой и во время дождей количество рапы сильно увеличивается, причемъ верхній слой соли частью растворяется, но лѣтомъ, съ испареніемъ разсола, соль садится снова. Изъ описываемыхъ озеръ одно, болѣе, эллипсоидальнаго очертанія, съ большою осью въ  $3\frac{1}{2}$  и малою въ  $2\frac{1}{2}$  версты; малое озеро имѣетъ очертаніе почти круглое, съ радіусомъ приблизительно въ 300 сажень.

Что касается состава естественной соли озеръ, то онъ нѣсколько мѣняется, но въ среднемъ, послѣ прокаливанія, соль содержитъ 90—94 проц. сѣрнонатровой соли. Чистота ея и богатство мѣсторожденія обратили на себя вниманіе бельгійско-французскаго общества эксплуатаціи каменной соли и натуральной соды южной Россіи,—общества, приступившаго нынѣ къ разработкѣ мѣсторожденія каменной соли около Бахмута, близъ станціи Ступки, Донецкой желѣзной дороги. Это общество заарендовало указанныя озера, извлекаетъ изъ нихъ соль и, для удаленія воды, прокаливаетъ ее. Такимъ образомъ получается матеріалъ—сульфатъ—въ глыбахъ и молотый, очень пригодный непосредственно



для стекляннаго производства. Подвезенный къ Ростово-Владикавказской желѣзной дорогѣ и доставленный по ней въ Ростовъ на Дону, прокаленный сульфатъ продается на ростовскомъ складѣ по 420 руб. за вагонъ или по 70 коп. за пудъ. До сихъ поръ баталпашинскій сульфатъ идетъ, въ количествѣ 1—2 вагоновъ въ мѣсяцъ, на стекловаренный (бутылочный) заводъ въ Аксаѣ на Дону. Недавно онъ также сбывался на стекловаренный заводъ въ Бахмутъ, по оттуда его вытѣснилъ сульфатъ изъ Одессы, съ тамошняго химическаго завода. Этотъ послѣдній матеріалъ представляетъ собою кислый сульфатъ, или такъ называемый *огарокъ*, остающійся въ видѣ отброса при добываніи соляной кислоты изъ поваренной соли и купороснаго масла и при выгонкѣ азотной кислоты изъ чилийской селитры дѣйствіемъ сѣрной кислоты. Этотъ огарокъ вытѣснилъ съ бахмутскаго завода баталпашинскій сульфатъ потому, что не содержитъ примѣси поваренной соли, находящейся въ естественномъ сульфатѣ. Эта примѣсь дѣйствуетъ вредно на тѣ огнеупорные матеріалы, собственнаго издѣлія, которыми футерована газовая стеклоплавильная печь завода, работающая съ регенераціей. Этотъ мѣстный фактъ, однако, нисколько не понижаетъ вообще достоинства баталпашинскаго сульфата, вполне успешное примѣненіе котораго на бутылочномъ заводѣ въ Аксаѣ доказываетъ пригодность его для стекловаренія. На этотъ продуктъ обращено въ послѣднее время вниманіе брянскими стекловаренными заводами Мальцева, которые предполагаютъ потреблять его ежегодно болѣе 150 вагоновъ, по цѣнѣ 390 руб. за вагонъ. Если это дѣло состоится, то эксплоатацію баталпашинскихъ озеръ можно будетъ считать обезпеченною.

### Вывозъ изъ Англіи въ Россію произведеній горнозаводской промышленности за первое полугодіе 1886 года.

На основаніи официальныхъ данныхъ, опубликованныхъ англійскимъ таможеннымъ вѣдомствомъ, вывозъ изъ Англіи въ Россію произведеній горнозаводской промышленности, за первые шесть мѣсяцевъ текущаго года, представляется въ слѣдующемъ видѣ, по сравненію съ вывозомъ за тотъ же промежутокъ времени 1885 года:

	КОЛИЧЕСТВО.		ЦѢННОСТЬ.		Въ 1886 г., сравнительно съ предше- ствующимъ годомъ болѣе (+) или ме- нѣ (—).
	1885.	1886.	1885.	1886.	
	тоннъ.	тоннъ.	ф. стерл.	ф. стерл.	тоннъ.
Уголь, коксъ, угольная мелочь и проч.	535,530	507,338	229,281	206,056	— 28,192
Чугунъ . . . . .	16,349	26,775	35,977	52,090	+ 10,426
Желѣзо полосовое, угловое, клепочное и круглое . . . . .	922	653	6,632	4,346	— 269
Желѣзо обручное, листовое, котельное и броневое . . . . .	5,810	6,148	50,616	200,591	+ 338
Металлы въ дѣлѣ . . . . .	2,127	3,010	31,873	34,961	+ 883
Свинецъ въ сыромъ и обработанномъ видѣ . . . . .	1,550	1,872	17,538	25,146	+ 322
Жестъ необдѣланная . . . . .	269	382	22,707	38,177	+ 113
Рельсовое желѣзо всякаго сорта	9,774	2,746	56,179	16,244	— 7,028
Паровыя машины и части ихъ . . . .	—	—	58,069	34,382	— 23,687 ф.с.
Прочія механическія издѣлія . . . . .	—	—	223,257	230,512	+ 7,255 „

Цѣны втеченіи перваго полугодія нынѣшняго года, сравнительно съ прошлогодними за тотъ же періодъ, были въ металлическихъ кофѣйкахъ за пудъ слѣдующія:

	1885 г.	1886 г.	Разность.
Чугунъ шотландскій . . . . .	21,09	19,88	— 1,21
Желѣзо клеветландское . . . . .	50,86	46,74	— 4,12
Рельсы стальные . . . . .	48,74	46,53	— 2,12
Уголь каменный . . . . .	8,26	8,18	— 0,08

Во всѣхъ этихъ произведеніяхъ замѣчается болѣе или менѣе значительное пониженіе цѣны, сравнительно съ прошлымъ годомъ, что указываетъ на продолжающійся еще кризисъ во всемірномъ хозяйствѣ.

### Возвышеніе таможенной пошлины на каменный уголь, привозимый къ портамъ Чернаго и Азовскаго морей.

Высочайше утвержденнымъ, 16 іюня 1884 года, мнѣніемъ Государственнаго Совѣта установлена была, между прочимъ, таможенная пошлина, въ размѣръ 2 к. зол. съ пуда, на иностранный каменный уголь, привозимый къ портамъ Чернаго и Азовскаго морей. Мѣра эта была вызвана необходимостью доставить покровительство угольной промышленности нашего Донецкаго бассейна, причемъ было указано, что хотя разработка имѣющихся въ южныхъ губерніяхъ богатыхъ залежей каменнаго угля возникла сравнительно недавно и постепенно двигалась впередъ, но предприниматели встрѣчали постоянныя затрудненія въ расширеніи района сбыта и въ соперничествѣ съ углемъ иностраннымъ. Только въ послѣднее время, путемъ усилій и затратъ, они завоевали ближайшіе къ мѣсторожденіямъ угля рынки, но болѣе отдаленные, какъ одесскій и другіе, всецѣло оставались въ рукахъ иностранцевъ. Такое положеніе вещей представлялось не нормальнымъ, тѣмъ болѣе, что все количество минеральнаго топлива, привозимаго изъ-заграницы, вполне могло бы быть замѣнено туземнымъ углемъ, сбытъ котораго не достигалъ даже дѣйствительно вырабатываемаго на коняхъ количества. Вслѣдствіе наплыва дешеваго англійскаго угля въ южные порты, нашъ собственный уголь, вполне готовый для продажи, оставался въ складахъ и бесполезно подвергался порчѣ отъ дѣйствія воздуха. Изъ собранныхъ на бывшемъ въ 1883 году съѣздѣ углепромышленниковъ данныхъ усматривалось, что существующія копи Донецкаго бассейна приготовлены къ ежегодной добычѣ до 166 милл. пуд. угля, что въ томъ году дѣйствительно выработано было лишь около 100 мил. пуд., и что сбытъ не достигалъ даже и этого количества. Какъ бы ни было, поэтому, незначителенъ привозъ иностраннаго угля въ черноморскіе и азовскіе порты, необходимость облегчить соперничество съ нимъ во всякомъ случаѣ оправдывалась интересами нашей собственной угольной промышленности, и открытіе для нея новаго рынка, гдѣ можно сбывать до 20 милл. пуд. угля, никакъ нельзя было считать излишнимъ. Противниками обложенія каменно-угольнаго топлива пошлиною указывалось, что означенная мѣра увеличить цѣну фрахтовъ и затруднить отіравку хлѣба за границу; но мысль эта достаточно опровергалась тѣмъ обстоятельствомъ, что далеко не всѣ иностранныя суда приходятъ къ намъ съ угольнымъ балластомъ. Очень многія имѣютъ просто водяной балластъ и, несмотря на то, берутъ доставку хлѣбныхъ грузовъ по цѣнамъ, для насъ выгоднымъ. При этомъ, количество привозимаго въ черноморскіе порты угля отвѣчаетъ, по



размѣрамъ, лишь небольшой части вывозныхъ хлѣбныхъ грузовъ. Наконецъ, если бы даже обнаруживался фактъ нѣкотораго удешевленія хлѣбныхъ фрахтовъ черезъ привозъ угля балластомъ, то удешевленіе это, и по естественному ходу дѣлъ, должно бы было въ недалекомъ будущемъ прекратиться, потому что донецкій уголь несомнѣнно будетъ, мало по малу, овладѣвать одесскимъ рынкомъ. Истекшія, со времени установленія пошлины, двѣ навигаціи наглядно подтверждаютъ отсутствіе соотношенія между угольными и хлѣбными фрахтами. Въ 1883 г., до пошлины, средній фрахтъ изъ Лондона въ Одессу былъ 7,5 к. съ пуда, а изъ Одессы въ Лондонъ 15,5 к.; въ 1884 г. фрахтъ этотъ составлялъ, соотвѣтственно, 6,8 к. и 14,4 к. съ пуда; въ 1885 г.—6,9 к. и 13,3 к. съ пуда. Такимъ образомъ, послѣ введенія пошлины отнюдь не усматривается возрастанія хлѣбнаго фрахта на счетъ угольнаго, а замѣчается пониженіе обонхъ, зависящее, безъ сомнѣнія, отъ успѣховъ пароходной техники и отъ конкуренціи перевозныхъ средствъ на международномъ рынкѣ. Такъ цѣны фрахтовъ изъ Англіи въ Одессу въ копѣйкахъ были съ пуда:

	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.
Высшая . . . . .	12,9	8,4	8,9	9,4	8,4
Средняя . . . . .	10,5	8	7,3	6,8	6,9
Низшая . . . . .	8	8	6,5	4,4	5,3
Общая средняя . . . . .	8,7			6,8	
Цѣны же фрахтовъ изъ Одессы въ Англію были соотвѣтственно:					
	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.
Высшая . . . . .	36,3	24,2	20,9	18,1	24,2
Средняя . . . . .	24,5	20,1	15,5	14,4	13,3
Низшая . . . . .	12,9	16,1	10,4	10,9	6,5
Общая средняя . . . . .	20,1			14,6	

Противъ установленія пошлины заявлялось также, что при недостаткѣ въ южныхъ губерніяхъ древеснаго топлива населеніе вынуждено замѣнять дрова соломой, кизякомъ и вообще матеріалами, необходимыми для удобренія земли, что возможность имѣть уголь по дешевымъ цѣнамъ отдалъ эти матеріалы земледѣлю и, такимъ образомъ, усилить производительность полей. Но этой именно цѣли всего вѣрнѣе и могла содѣйствовать пошлина на иностранный уголь, ибо если слѣдствіемъ установленія пошлины на уголь и ожидалось нѣкоторое вздорожаніе топлива въ Одессѣ, то оно не могло быть значительно, тѣмъ болѣе, что иностранный уголь, не встрѣчая себѣ соперника въ Одессѣ, сбывался по сравнительно хорошимъ цѣнамъ. Возможность же конкуренціи со стороны донецкаго угля, поставленнаго покровительственною мѣрою въ условія, болѣе благоприятныя, должна была заставить торговцевъ довольствоваться меньшею прибылью, и уголь, обложенный пошлиною, какъ ожидалось, мало долженъ бы разниться въ цѣнѣ отъ продававшагося до установленія пошлины. Справедливость такого заключенія вполнѣ подтвердилась опытомъ истекшихъ, со времени обложенія угля, полутора слишкомъ лѣтъ. Иностранный уголь понизился въ цѣнѣ на одесскомъ рынкѣ на всю сумму пошлины (около 3,2 к. вр. съ пуда) и даже болѣе, а такъ какъ за то же время цѣны на уголь въ Англіи оставались почти неизмѣнными (замѣтное пониженіе оныхъ обнаруживается лишь съ осени 1885 г.), фрахты же по перевозкѣ угля понизились въ среднемъ противъ 1883 г. лишь на 1 к.

кр. въ пудѣ, то слѣдуетъ заключить, что большая часть пошлины принята была на счетъ продавцевъ, а не потребителей иностраннаго минеральнаго топлива.

Установленная въ 1884 г. пошлина на уголь въ южныхъ портахъ оказала нѣкоторые благотворные результаты: привозъ иностраннаго угля уменьшился въ минувшемъ году противу 1884 года на  $5\frac{1}{2}$  милліоновъ пудовъ; на донецкихъ копяхъ сократился нѣсколько избытокъ дѣйствительной добычи надъ сбытомъ (по заявленію угленпромышленниковъ на 3 милл. пудовъ); наконецъ, все количество вывезеннаго изъ Донецкаго бассейна угля (за исключеніемъ грушевскихъ коней) возрасло съ 96,160 вагоновъ въ 1884 году до 107,000 вагоновъ въ 1885 г., т. е. на  $6\frac{1}{2}$  милл. пудовъ. Но результаты эти не могли быть признаны достаточно удовлетворительными: привозъ иностраннаго угля оставался все еще весьма значительнымъ (отъ 15 до 20 милл. пудовъ), несмотря на пошлину, съ другой же стороны сокращеніе спроса донецкаго минеральнаго топлива на надобности свеклосахарной промышленности и пароходства <sup>1)</sup> дѣлало особенно желательнымъ предоставленіе нашему углю возможности замѣнить иностранный въ южныхъ портахъ. Въ 1884 году достиженіе этой цѣли признавалось возможнымъ при установленіи на заграничный уголь пошлины въ 2 к. зол. съ пуда, исчисленной на основаніи существовавшей тогда разницы между цѣною русскаго и англійскаго минеральнаго топлива на одесскомъ рынкѣ, которая въ среднемъ выводѣ составляла отъ 2 до  $2\frac{1}{2}$  к. кред. на пудъ. Въ то время цѣна англійскаго угля въ Одессѣ колебалась между 17 и 20 к. съ пуда; приблизительно въ той же цѣнѣ могъ продаваться тамъ и донецкій уголь (18—19 к. за пудъ). Но цѣна эта для нашего угля представлялась крайнею, ниже которой она, безъ ущерба для угленпромышленниковъ, опускаться не могла; иностранный же уголь обнаруживалъ значительныя колебанія въ цѣнѣ, которую продавцы могли, повидимому безъ убытка для себя, понижать, въ случаѣ появленія конкуренціи или по другимъ причинамъ, на 3 и болѣе копѣекъ кредитныхъ въ пудѣ. Опытъ двухъ истекшихъ навигацій указываетъ на возможность гораздо большаго пониженія цѣны англійскаго угля въ южныхъ портахъ нашихъ и убѣждаетъ, что установленный въ 1884 г. размѣръ пошлины на иностранное минеральное топливо недостаточенъ для того, чтобы удержать цѣну англійскаго угля въ Одессѣ на высотѣ, при которой было бы возможно соперничество съ нимъ угля донецкаго, не могущаго, вслѣдствіе дороговизны перевозки, достигать этого рынка по цѣнѣ, меньшей 17—18 к. кр. за пудъ. Цѣна англійскаго угля въ Одессѣ понизилась, со времени установленія пошлины, на всю сумму пошлины (3,2 к. кр. съ пуда) и даже болѣе противу низшихъ цѣнъ, существовавшихъ въ 1883 г., а именно: цѣна ньюкастльскаго угля упала съ 17 к. до 16 к. за пудъ (съ уплатою пошлины), т. е. на 4,2 к. кр., а цѣна кардифскаго — съ  $18\frac{1}{2}$  до  $16\frac{3}{4}$  к. за пудъ (также съ пошлиною), т. е. почти на 5 к. кр. Такимъ образомъ, несмотря на пошлину, англійскій уголь продавался въ среднемъ болѣе чѣмъ на 1 к. дешевле въ пудѣ противъ цѣны, по которой могъ сбываться тамъ уголь донецкій. Причины этого явленія требуютъ болѣе подробнаго разсмотрѣнія. Угленпромышленники объясняютъ сказанное паденіе цѣнъ иностраннаго минеральнаго топлива, главнымъ образомъ, удешевленіемъ фрахтовъ, но съ этимъ едва ли можно безусловно согласиться. Фрахты, дѣйствительно, понизились, но пониженіе это, въ среднемъ,

<sup>1)</sup> Для свеклосахарныхъ заводовъ вывозъ донецкаго угля сократился, по заявленію угленпромышленниковъ, съ 15,332 вагоновъ въ 1883 г. до 10,010 ваг. въ 1885 г., т. е. на 3,193 тыс. пуд., а для пароходства, въ тотъ же срокъ, съ 6,876 вагоновъ до 4,554 ваг., т. е. на 1,393 т. пуд.



выражается лишь одной копѣйкой въ пудѣ противу 1883 г. и двумя копѣйками въ пудѣ противу трехлѣтія 1881—1883 г. Къ тому же въ минувшемъ году фрахты изъ Англіи въ Одессу обнаружили наклонность къ повышенію (въ 1884 году низшій фрахтъ въ навигаціонное время былъ 4,4 копѣекъ съ пуда, а въ 1885 году—5,3 копѣекъ). Во всякомъ случаѣ, данныя показываютъ, что пониженіе цѣны на англійскій уголь значительно превышаетъ пониженіе фрахтовъ. Съ другой стороны и цѣны на уголь въ Англіи оставались въ 1884 г. и въ теченіе первыхъ восьми мѣсяцевъ 1885 г. довольно постоянными. Всѣ эти обстоятельства подтверждали, что удешевленіе иностраннаго угля въ Одессѣ произошло, главнымъ образомъ, вслѣдствіе того, что продавцы и привозители угля могли поступаться частью своихъ барышей и принять на свой счетъ большую часть пошлины. Это именно обстоятельство и являлось самымъ вѣскимъ аргументомъ въ пользу возвышенія таможеннаго обложенія угля на югѣ. Принятіе этой мѣры теперь же представлялось тѣмъ болѣе желательнымъ, что съ осени минувшаго года замѣчено немаловажное пониженіе цѣны на уголь въ Англіи, которая, оставаясь съ января 1884 г. по августъ 1885 г. почти на одной и той же высотѣ 8 к. за пудъ въ портахъ погрузки, въ осенніе мѣсяцы минувшаго года упала до 6,6 к. за пудъ и сохранялась на этомъ уровнѣ до февраля нынѣшняго года.

Что же касается размѣра возвышенія пошлины на уголь въ портахъ Чернаго и Азовскаго морей, то оный опредѣленъ по соображенію средней цѣны русскаго и иностраннаго минеральнаго топлива въ Одессѣ, принимая таковую для русскаго угля въ 17<sup>1</sup>/<sub>2</sub> к. съ пуда, а для заграничнаго (англійскаго) въ 16<sup>1</sup>/<sub>2</sub> к. Усиленіе таможеннаго обложенія этого продукта на 1 к. золотомъ или на 1,6 к. кред. съ пуда признано достаточнымъ для уравненія исчисленной разности.

*(Вѣстникъ Финансовъ, Промышленности и Торговли).*

## ОБЪЯВЛЕНІЯ.

Содержаніе вышедшихъ изъ печати №№ 7—8 издающагося въ г. Кіевѣ журнала

### „ИНЖЕНЕРЪ“

Опытныя изслѣдованія надъ примѣненіемъ системы „Compound“ и паровозныхъ рубашекъ къ паровознымъ машинамъ, произведенныя на Ю. Э. ж. д. **А. Вородина**.—Способы испытанія бандажей и дѣйствительная ихъ служба. **М. Пашковскаго**.—Графическое построеніе переменныхъ величинъ объемовъ Receiver'a паровыхъ машинъ „Compound“ и Woolf'a. **Г. Зандберга**.—Къ вопросу о введеніи однообразной системы непрерывныхъ тормазовъ. **В. Сумарокова**.—Переносная желѣзная дорога системы Р. Дольберга. **Д. Волкова**.—Кривые пути желѣзныхъ дорогъ **Н. Окулова**.—Верхнее строеніе городскихъ желѣзныхъ дорогъ (продолженіе). **А. Абрагамсона**.—Изслѣдованіе средствъ для предупрежденія происшествій на ж. дорогахъ. **К. Кетрица**.—Опыты „Considère'a“ надъ сопротивленіемъ заклепочныхъ соединеній. **П. Бульковскаго**.—Хроника. Обзоръ журналовъ. **Смѣсь**.

Подписка (12 р. въ годъ) принимается въ Редакціи журнала (Кіевъ. Кузнечная ул., д. № 15) и въ книжныхъ магазинахъ.

Химическая лабораторія **К. Гольдбаха**, въ Кортѣ близъ Кея, на Рейнѣ, желая пріобрѣсти

## КОБАЛЬТОВЫЙ БЛЕСКЪ

для техническихъ цѣлей (а равно и въ хорошихъ кристаллахъ для коллекцій), проситъ владѣтелей этого ископаемаго доставить ей образцы такового, съ приложеніемъ результатовъ химическаго анализа, и сообщить цѣны за 1000 килогр., по которымъ минералъ этотъ можетъ быть поставляемъ. Также проситъ лицъ, имѣющихъ въ большихъ количествахъ

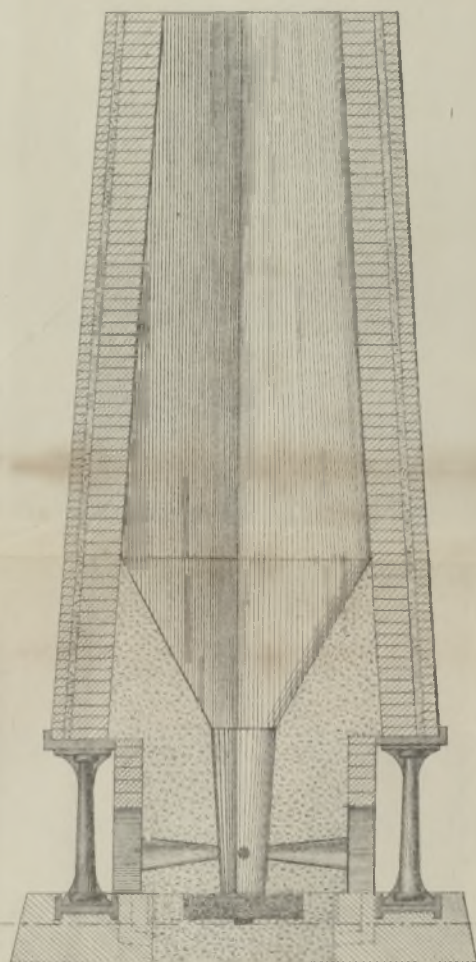
## М Е Л Л И Т Ъ

сообщить ей условія, на которыхъ минералъ этотъ ей можетъ быть уступленъ. Письма покорнѣйше просятъ адресовать такъ:

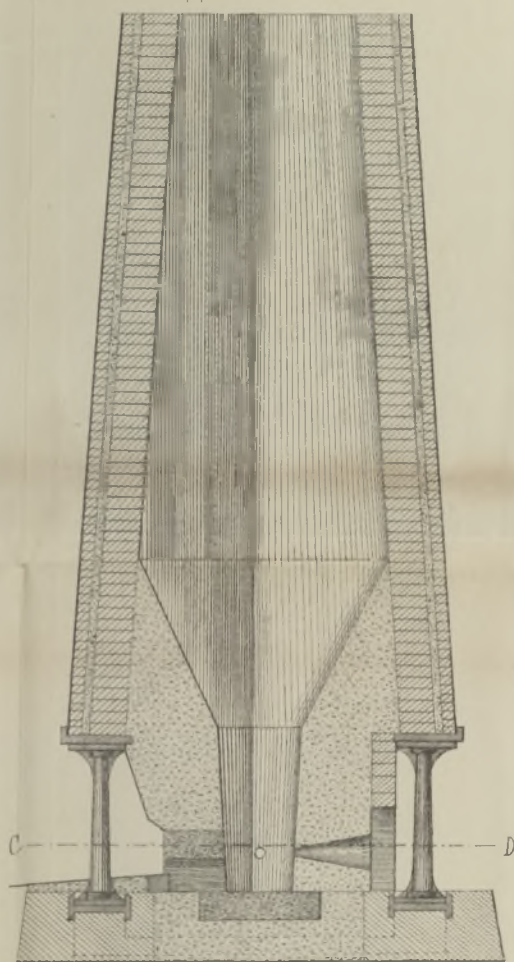
**C. Goldbach, Chemisches Laboratorium. Kork bei Kehl am Rhein.**



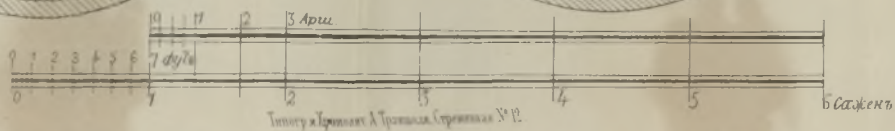
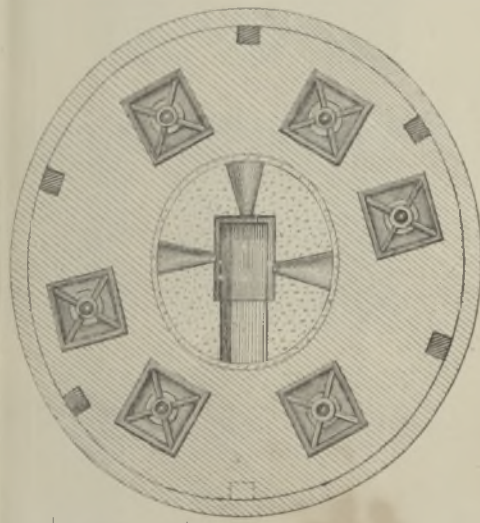
ЧЕРТЕЖЪ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ №3 СЪ ЖЕЛѢЗНЫМЪ КОЖУХОМЪ  
ВЪ ВЕРХНЕТУРИНСКОМЪ ЗАВОДѢ.



Разрѣзъ по лини А В.

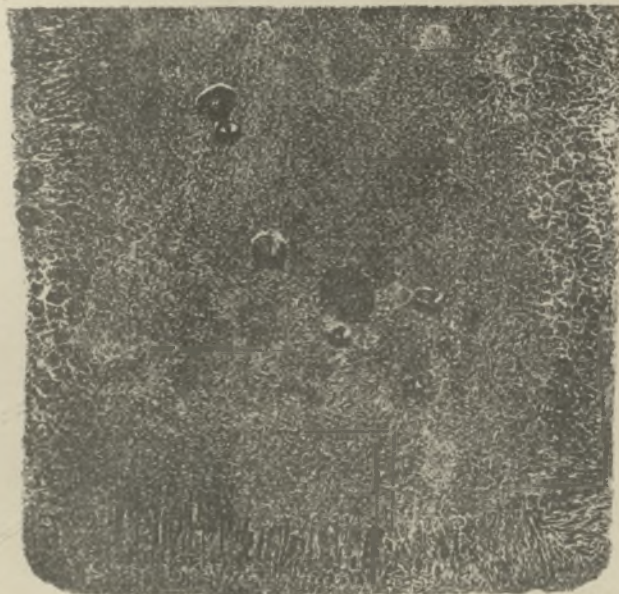


Разрѣзъ по лини С D.





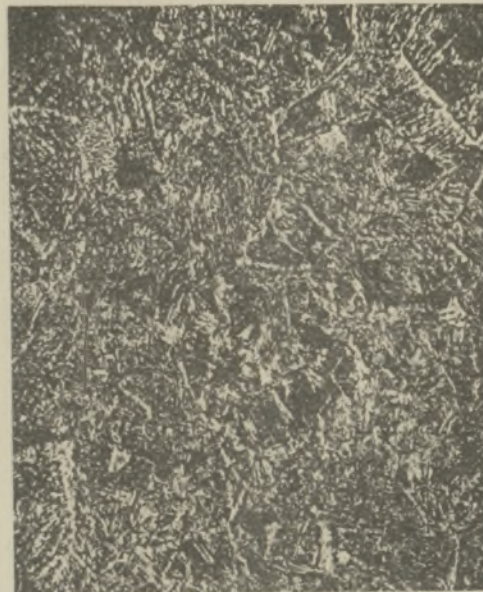
Фиг. 1



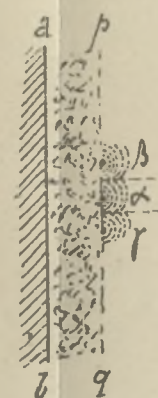
Фиг. 2



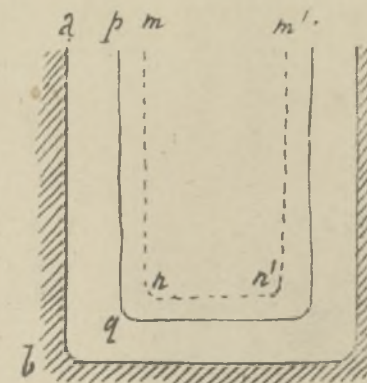
Фиг. 3



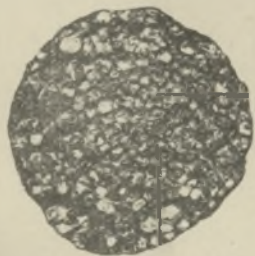
Фиг. 12



Фиг. 13



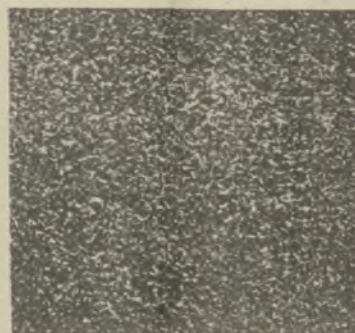
Фиг. 4



Фиг. 5



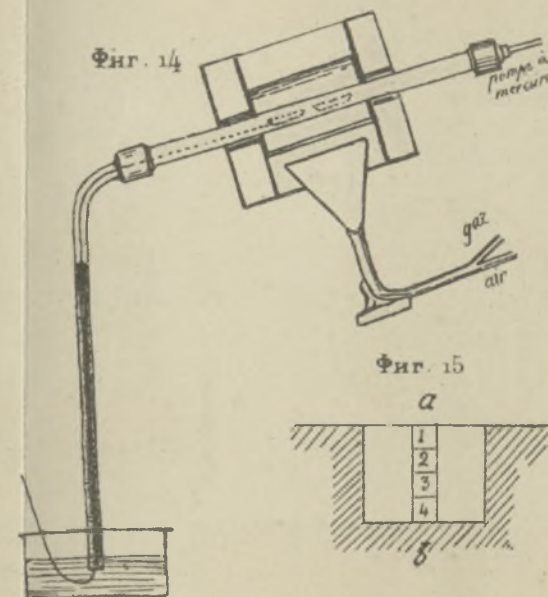
Фиг. 6



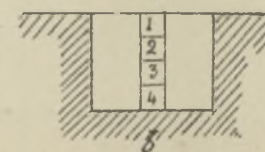
Фиг. 7



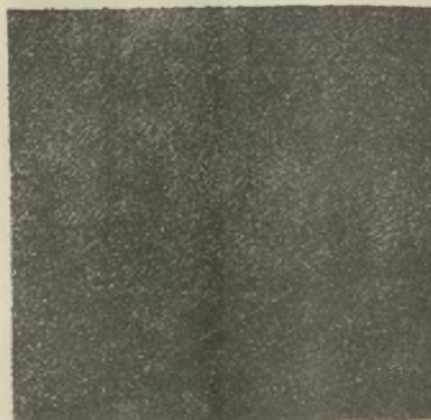
Фиг. 14



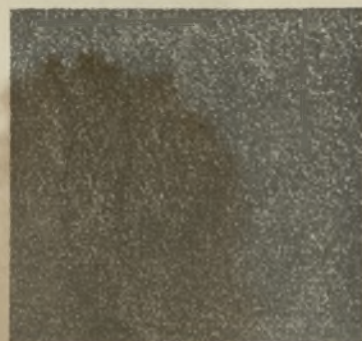
Фиг. 15



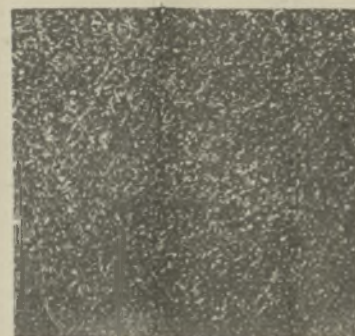
Фиг. 8



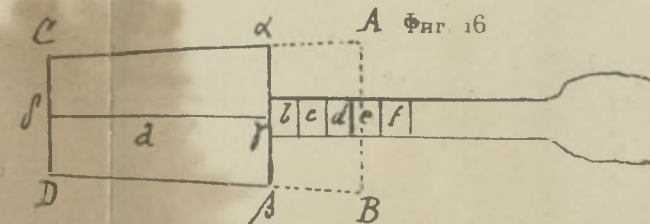
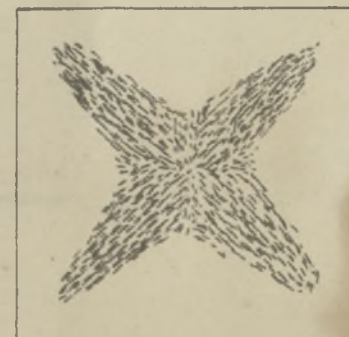
Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11



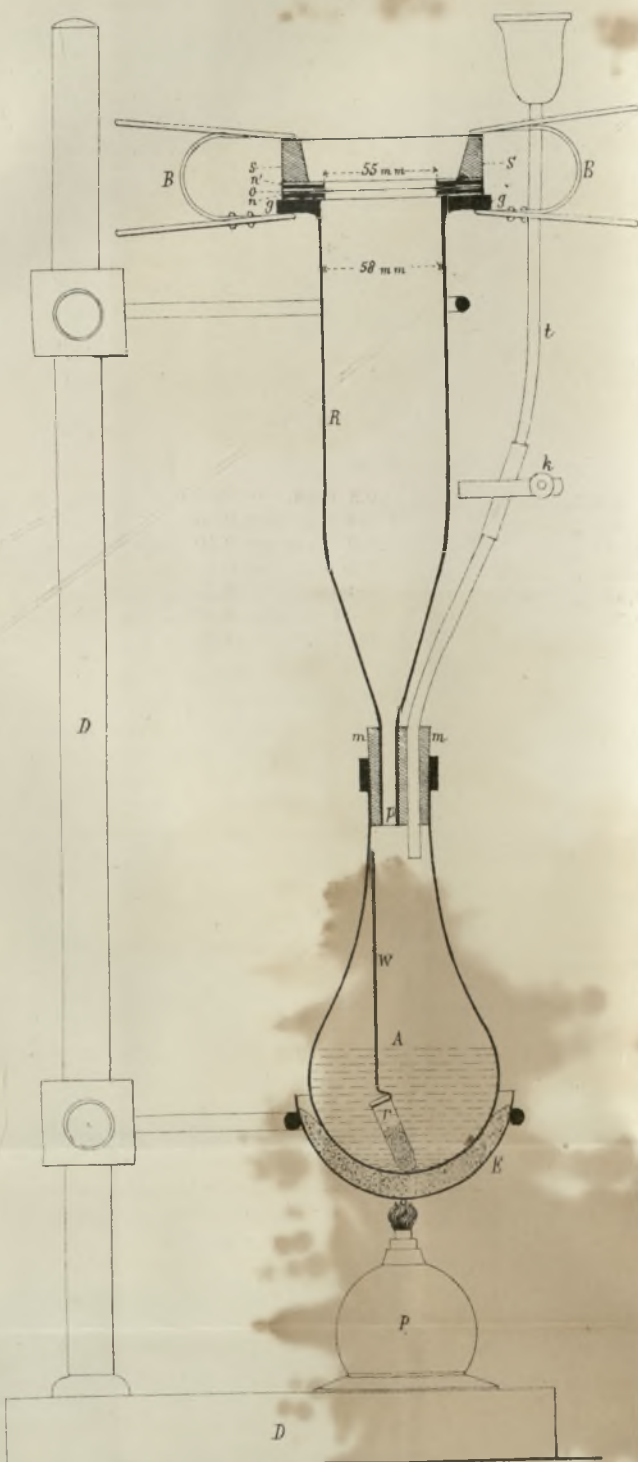


# Шкала для КОЛОРИМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОБЫ НА СЪРУ ВИБОРГА.

Аппаратъ въ 55 миллиметровъ.

W=Вѣсъ пробы въ граммахъ.

S=Содержаніе сѣры въ процентахъ.



W	S
0,8 грам.	0,05%
0,4 " "	0,1 " "
0,2 " "	0,2 " "
0,1 " "	0,4 " "
0,08 " "	0,5 " "
0,04 " "	1,0 " "
0,02 " "	2,0 " "



W	S
0,8 грам.	— 0,035%
0,4 " "	— 0,07 " "
0,2 " "	— 0,14 " "
0,1 " "	— 0,28 " "
0,08 " "	— 0,35 " "
0,04 " "	— 0,70 " "
0,02 " "	— 1,40 " "



W	S
0,8 грам.	— 0,025%
0,4 " "	— 0,05 " "
0,2 " "	— 0,10 " "
0,1 " "	— 0,20 " "
0,08 " "	— 0,25 " "
0,04 " "	— 0,50 " "
0,02 " "	— 1,00 " "



W	S
0,8 грам.	— 0,0025%
0,4 " "	— 0,005 " "
0,2 " "	— 0,01 " "
0,1 " "	— 0,02 " "
0,08 " "	— 0,025 " "
0,04 " "	— 0,05 " "
0,02 " "	— 0,10 " "



W	S
0,8 грам.	— 0,005%
0,4 " "	— 0,01 " "
0,2 " "	— 0,02 " "
0,1 " "	— 0,04 " "
0,08 " "	— 0,05 " "
0,04 " "	— 0,10 " "
0,02 " "	— 0,20 " "



W	S
0,8 грам.	— 0,01%
0,4 " "	— 0,02 " "
0,2 " "	— 0,04 " "
0,1 " "	— 0,08 " "
0,08 " "	— 0,10 " "
0,04 " "	— 0,20 " "
0,02 " "	— 0,40 " "



W	S
0,8 грам.	— 0,015%
0,4 " "	— 0,03 " "
0,2 " "	— 0,06 " "
0,1 " "	— 0,12 " "
0,08 " "	— 0,15 " "
0,04 " "	— 0,30 " "
0,02 " "	— 0,60 " "

13) Печи для металлургическихъ процессовъ. Профес. А. Ледебура, переводъ съ нѣмецкаго горн. инж. А. Шуппе. Цѣна 75 коп.

14) Руководство къ химическому изслѣдованію предметовъ желѣзнаго производства. Профес. А. Ледебура, переводъ съ нѣмецкаго горн. инж. К. Флуга. Книжка въ 104 стр. съ 16-ю рисунками въ текстѣ. Цѣна 1 руб.

15) Руководство къ химическимъ пробамъ желѣза, желѣзныхъ рудъ и горючихъ матеріаловъ, профессора Эггерца, съ двумя таблицами чертежей. Перев. со шведскаго Хирьяковъ. Цѣна 1 р.

16) Горнозаводская промышленность Россіи и въ особенности ея желѣзное производство. П. фонъ Туинера, перев. съ нѣмецкаго Н. Кулибинимъ. Цѣна 2 р. 60 к.

17) Очеркъ мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ въ Европейской Россіи и на Уралѣ. Карта рудныхъ мѣсторожденій Европейской Россіи и Урала. Продаются вмѣстѣ. Цѣна 1 р. 50 коп.

18) Огнеупорныя глины, ихъ нахожденіе, составъ, изслѣдованіе, обработка и примѣненіе. Д-ра Карла Бишофа. Перевелъ Горн. Инж. П. Миклашевскій. Цѣна 3 руб.

19) Мѣсторожденія огнеупорныхъ матеріаловъ въ Россіи и способы выдѣлки огнеупорныхъ издѣлій, примѣняемые на русскихъ горныхъ заводахъ. Составилъ Горн. Инж. П. Миклашевскій. Цѣна 3 р. 50 коп.

20) Геологическій очеркъ Херсонской губерніи Н. Барбота де-Марни, съ геологической картой, профилями и рисунками. Цѣна 3 р.

21) Геологическая карта западнаго отклоня Уральскаго хребта, составл. горн. инженер. Меллеромъ. Цѣна экземпляру (2 листа) съ русскимъ или французскимъ текстомъ—2 р. 50 к.

22) Геогностическая карта Европейской Россіи и хребта Уральскаго, составл. въ 1845 г. Мурчисономъ, де-Вернейлемъ и гр. Кейзерлингомъ. Цѣна 75 к., и дополненная въ 1849 г. Д. Озерскимъ, цѣна экземпляру (2 листа) 1 р. 50 к.

23) Геогностическое описаніе южн. части Уральскаго хребта, изслѣдов. 1854—1855 г. горн. инж. Меглицкимъ и Антиповымъ 2-мъ. Цѣна 3 р.

24) Пластовая горнопромышленная карта западной части Донецкаго края, сост. подъ руководствомъ Академика Г. П. Гельмерсена, въ трехъ верстномъ масштабѣ, на 12 листахъ. Цѣна 6 руб.

25) Памятная книжка для русскихъ горныхъ людей за 1862—1863 гг. Цѣна экземпляру за каждый годъ отдѣльно 2 р.

26) Сборникъ статистическихъ свѣдѣній по горной и соляной части за 1864, 1865, 1866 и 1867 гг. Цѣна за каждый годъ отдѣльно 1 р.

27) Геологическія и топографическія карты шести уральскихъ горныхъ округовъ на русскомъ языкѣ, сост. Г. Л. Гофманомъ. Изд. 1870 г. Ц. 10 р.

28) Геологическія карты шести уральскихъ горныхъ округовъ, на нѣмецкомъ языкѣ съ описаніемъ, сост. Г. Л. Гофманомъ. Цѣна (вмѣстѣ съ шестью русскими топографическими картами) 12 р.

29) Исторія химіи О. Савченкова. Цѣна 2 р.

30) Графическія статистическія таблицы по горной промышленности Россіи, состав. А. Кеппенымъ. Цѣна 9 руб.

31) Матеріалы для статистики о лѣсахъ всѣхъ горныхъ заводовъ въ Европейской и Азіатской Россіи. Н. Г. Малъгина. Цѣна 2 р. 25 к.

32) Металлы, металлическія издѣлія и минералы въ древней Россіи, соч. М. Д. Хмырова; исправлено и дополнено К. А. Скальковскимъ. Цѣна 3 р.

33) Мемуаръ о строганіи металловъ, соч. Профессора И. в. Тиме, на французскомъ языкѣ, съ тремя чертежами. Цѣна 70 коп.

На основаніи журнала Горнаго Ученаго Комитета 1870 г., за № 55, всѣ вышеупомянутыя сочиненія, а равно и другія изданія Горнаго Ученаго Комитета продаются со скидкой 20% съ рубля противъ показанныхъ цѣнъ. Сія скидка дѣлается книгопродавцамъ при покупкѣ ими изданій за наличныя или на комиссію въ неопредѣленномъ количествѣ экземпляровъ, а для прочихъ лицъ только при пріобрѣтеніи не менѣе 1 экземпляровъ.



# Отношеніе метрической системы къ наиболѣе употребитель- нымъ мѣрамъ другихъ системъ.

1 метръ = 0,0000001 четверти земнаго меридіана. =

3,2809 Русск. или Англ. фут.

3,1862 Рейнск. или Пруссск. фута.

1,4061 аршина.

1,73058 Польск. локтя.

Метръ = 10 дециметр. = 100 сантиметр. = 1000 миллим. и т. д.

1 дециметръ = 3,9371 русск. дюйм. или 2,2498 вершка; 1 сантим. = 3,9371 русск. линіи или 0,2249 вершк. Одинъ русск. дюйм. = 25,399 миллим. и русск. линія = 2,54 мм.

Миріамет. = 10 километр. = 100 гектаметр. = 1000 декаметр. = 10,000 метр.

0,0898419 град. экватора.

5,39052 морск. (итальянск.) мил.

1,34763 геогр. или нѣм. мил.

или морскаго узла.

9,37400 рус. верстъ.

6,21382 англійск. мили.

1<sup>2</sup> метръ =

10,76430 рус. или англ. кв. фута.

10,15187 прусск. кв. фута.

1<sup>2</sup> дециметръ = 15,489 кв. рус. дюйм. 1<sup>2</sup> сантим. = 15,489 кв. рус. линій.  
1<sup>2</sup> рус. дюйм. = 6,456 кв. сант. 1<sup>2</sup> саж. = 4,5521 кв. метр.

Одинъ гектаръ = 10,000 кв. метр. =

0,91553 рус. десятины.

3,91662 прус. моргена.

2197 рус. кв. сажени.

1,78632 польск. моргена.

1<sup>3</sup> метръ =

35, 31528 рус. или англ. куб. фута.

32,34587 прус. куб. фута.

1<sup>3</sup> сантим. = 0,06102 куб. дюйм. = 61,02 куб. лин. 1<sup>3</sup> рус. дюйм. = 16,388 куб. сант. 1<sup>3</sup> саж. = 9,71376 куб. метр. 1<sup>3</sup> метр. = 2,77956 куб. арш.

Гектолитръ = 100 литрамъ, а литръ = 1000 куб. сантим. =

3,8113 четверика.

1,4556 прус. эймера.

8,1308 ведра.

25,018 польск. гарницевъ.

1,8195 прусск. шефеля.

0,7813 польск. коржеца.

1 килогр. = вѣсу 1000 куб. сант. воды при 4° Ц. =

2,44190 рус. фунт.

2 фун. тамож. вѣса и 2,18808 прус. стар. фунта.

1 фунтъ = 0,40951196 килогр. или = 409,52 гр. 1 гр. = 0,23443 золотн. или 22,5 долей.

1° Ц. = 0,8° Р. и 1° Р. = 1,25 Ц.

Помѣщая эту таблицу, редація покорнѣе проситъ лицъ, доставляющихъ статьи въ «Горный Журналъ», обозначать на нихъ мѣры въ единицахъ метрической системы.