

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ.

ИЗДАВАЕМЫЙ

ГОРНЫМЪ УЧЕНЫМЪ КОМИТЕТОМЪ.

1885.



ТОМЪ IV.

ОКТАБРЬ. — НОЯВРЬ. — ДЕКАБРЬ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ

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

1885.

ТОРНИНЪ ЖУРНАЛЪ

ИЗДАВАЕМЪ

ТОРНИНЪ ЖУРНАЛЪ КОМИТЕТЪ

1882

ТОМЪ IV

ГОРЬКОЕ - ДОБРОЕ - ДЕНЬ

2000



С. ПЕТЕРБУРГЪ

Издательство Комитета Журналовъ

1882

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Четвертаго тома 1885 года.

	Стр.
I. Официальный Отдѣлъ.	
Приказы по Горному Вѣдомству	I
Отчетъ о денежныхъ оборотахъ эмеритальной кассы Горныхъ Инженеровъ за 1884 годъ.	XI
II. Горное и Заводское Дѣло.	
Испарительныя системы соляныхъ варницъ. Горн. Инж. Н. Курнакова. (Ausdampfungs-Systeme der Salinen; von Berg-Ing. N. Kurnakoff)	1
О приготовленіи литой стали въ печахъ съ основною набойкою на заводѣ Крезю. (Ueber die Fabrication von Flusssthal in Creuzot)	78
Новый матеріалъ для мартеновскаго процесса О. Мюризье. (Neues Material beim Martenschen Process; von O. Mürisier)	85
О нѣкоторыхъ устройствахъ и инструментахъ, употреблявшихся при ручномъ развѣдочномъ буреніи на Малоблагодатскомъ желѣзномъ рудникѣ. Горн. Инж. П. Оржеховскаго. (Ueber einige bei in der Eisenerzgrube Klein-Blagodat angeführten Bohruntersuchungen angewandte Einrichtungen und Instrumente; von Berg-Ing. P. Orschechoffsky)	181
Опытъ примѣненія устройства закрытой груди къ доменной печи старой конструкціи. Г. Вологдина. (Versuch der Anwendung einer geschlossenen Brust bei Hochöfen alter Construction; von G. Wologdin)	205
Матеріалы для опредѣленія относительныхъ достоинствъ доменнаго производства разныхъ мѣстностей и сравнительная польза, достаемая двойнымъ воздухоограждавательнымъ и газуловительнымъ аппаратомъ. Горн. Инж. Вл. Бернера. (Materialien zur Bestimmung des relativen Werthes des Hochofenprocesses in verschiedenen Gegenden und über den vergleichenden Nutzen der deppeltem Luftwärme-und-Gasfang-Apparate; von Berg-Ing W. Berner)	209
Механическія испытанія надъ литымъ и сварочнымъ желѣзомъ (Mechanische Proben des Fluss- und Schmiede-Eisens)	223
Надшахтные сооруженія. А. Эйхенауера. (Die Seilscheiben-Gerüste der Bergwerke; von A. Eichenauer)	357
О способѣ рафинированія черной мѣди и гаркупфера посредствомъ электролиза. М. Килиани. (Ueber das Raffiniren des Schwarz- und Garkupfers mittelst Electrolyse; von M. Kiliany)	449
Электролитическій способъ Е. Марчеза въ Штольбергѣ (Electrolytische Methode von E. Marchese in Stolberg)	470
III. Геологія, Геогнозія и Палеонтологія.	
О составѣ и способѣ образованія доломитовъ Ильской долины въ Кубанской области. Профес. А. Потылицына (Ueber die Zusammensetzung und Bildungsart der Dolomite des Il-Thales im Kubanschen Gebiet; von Prof. A. Potylitzin)	98
Таганайское и Ахтенское мѣсторожденія бурога желѣзняка въ Златоустовскомъ горномъ округѣ. Студ. Горн. Инст. Богдановича. (Der Taganaische und Achtsenche Brauneisenstein Fundorte; von Berg-Student Bogdanowitsch)	2 4

Мѣсторожденія золота А. Локка . (Ueber Gold-Fundorte; von A. Lokk)	249
То-же (<i>Окончаніе</i>). <i>Idem</i> (<i>Schluss</i>)	477

IV. Химія, Физика и Минералогія.

Горный гудронъ и его суррогаты. Инж. Г. Вилениуса . (Der Hudron und seine Surrogate; von Ing. G. Wilenius)	124
О возстановленіи угольнаго ангидрида углемъ въ окись углерода. А. Науманна и К. Пистора (Ueber Reducirung des Kohlen-Anhydrits zu Kohlen-Oxyd; von A. Naumann u. C. Pistor)	284
Отчетъ о работахъ, произведенныхъ въ 1884 г. въ лабораторіи при Управленіи горною частью на Кавказѣ и Закавказьѣ (Bericht über die im Jahre 1884 in Laboratorium der Kaukasischen Berg-Verwaltung ausgeführten Arbeiten)	293
Объ отношеніи угольнаго ангидрида къ водороду при высокой температурѣ. А. Науманна и К. Пистора (Ueber das Verhältniss der Kohlen-Anhydrit zum Wasserstoff bei hoher Temperatur; von A. Naumann u. C. Pistor)	503

V. Горное Хозяйство, Статистика и Исторія.

Бельгійскій законъ 28 апрѣля 1884 г. о производствѣ рудничныхъ работъ (Das belgische Gesetz vom 28 April 1884 über die Grubenarbeiten)	134
Фосфоритовые рудники въ Подоліи и Бессарабіи. Горн. Инж. М. Мельникова . (Die Phosphoritgruben von Podolien und Bessarabien; von Berg-Ing. M. Melnikoff)	300

VI. Смѣсь.

Свойства, обработка и примѣненія придія. Нельсона У. Перри	148
Анализованіе хромистой стали и желѣзо-хрома. Проф. Ле-Верриэ	160
О нахожденіи бирюзы близъ Нишанура въ Персіи	169
О кристаллической формѣ и физическихъ свойствахъ графита. Сьегрена	—
Производительность чугуна, желѣза и стали и добыча ископаемаго горючаго во Франціи въ 1884 году.	171
Закалка стали сжатіемъ, по способу инж. Клемандо	172
Сравнительныя данныя по добычѣ полезныхъ ископаемыхъ и выплавкѣ металловъ въ различныхъ государствахъ	173
Современное положеніе каменноугольной промышленности Соединенныхъ Штатовъ Сѣверной Америки	324
О примѣненіи, съ промышленной цѣлью, естественныхъ горючихъ газовъ въ Соединенныхъ Штатахъ Сѣверной Америки	335
О возможности ускоренія въ ходѣ мѣдныхъ пробъ по способу Паркеса	339
Замѣтка о пробѣ свинцовыхъ рудъ мокрымъ путемъ.	340
О сплавахъ вольфрама съ желѣзомъ	341
Опредѣленіе титана въ желѣзныхъ рудахъ и чугунахъ по Ледебуру	342
Варшавскій съѣздъ горнопромышленниковъ	343

VII. Библиографія.

Научность высшаго технического преподаванія. Горн. Инж. Ө. Савченкова	347
По поводу статьи „Причины упадка горнозаводскаго производства Алтая“. Горн. Инж. С. Войслава	352
Отвѣтъ на замѣчанія г. Войслава по поводу статьи „Причины упадка горнозаводскаго производства Алтая“. Горн. Инж. Н. Юсса	507

Письма въ редакцію:

Горн. Инж. А. И. Антипова	178
Горн. Инж. Н. А. Юсса	179

ОФФИЦИАЛЬНЫЙ ОТДѢЛЪ

ПРИКАЗЫ ПО ГОРНОМУ ВѢДОМСТВУ.

Его Императорское Величество, въ присутствіи своемъ въ Гатчинѣ, 4-го Ноября 1885 года, соизволилъ отдать слѣдующій приказъ по Горному Вѣдомству.

Производится, за отличіе по службѣ, изъ Статскихъ Совѣтниковъ въ Дѣйствительные Статскіе Совѣтники: Причисленный къ Министерству Государственныхъ Имуществъ, прикомандированный, въ качествѣ техника по соляной части, къ Управленію Государственными Имуществами Херсонской и Бессарабской губерній, Горный Инженеръ *Шостаковъ 2-й*, съ увольненіемъ отъ службы, согласно прошенію, съ мундиромъ.

№ 10. 23-го Сентября 1885 года.

1.

Назначаются: Горные Инженеры: Старшій Смотритель соляныхъ озеръ Таврической губерніи, Коллежскій Ассесоръ *Недовичъ*—въ распоряженіе Начальника С.-Петербургскаго Монетнаго Двора, съ зачисленіемъ по Главному Горному Управленію (VII класса), съ 20 Апрѣля сего года; состоящій по Главному Управленію и откомандированный на заводы княгини Абамеликь-Лазаревой для техническихъ занятій, Коллежскій Ассесоръ *Курмаковъ*—въ распоряженіе Управляющаго горною частью на Кавказѣ и за Кавказомъ, для надзора за соляными конями Эриванской губерніи и Карской области, съ оставленіемъ по Главному Горному Управленію (VII класса) съ 20 Августа сего года; состоящій по Главному Горному Управленію, Коллежскій Секретарь *Гонсіоровскій*—Младшимъ Смотрителемъ Перекопскихъ

казенныхъ соляныхъ озеръ 3-й дистанціи, съ 21 Августа сего года, съ отчисленіемъ отъ Главнаго Горнаго Управленія; чиновникъ особыхъ порученій при горномъ отдѣленіи Главнаго Управленія Восточной Сибири, Губернскій Секретарь *Тихомировъ*—Помощникомъ Управляющаго Иркутскою золотосплавочною Лабораторіею, съ 6 сего Сентября.

2.

Командируются: Горные Инженеры состоящіе по Главному Горному Управленію, Титулярные Совѣтники: *Липинъ*—на Теплогорскій и Бисерскій графа Шувалова заводы, съ 10 Августа сего года, и *Василевскій*—на чугуно-мѣдно-литсйный механическій и котельный заводъ братьевъ Пульманъ, съ 16 того же Августа; оба для техническихъ занятій, съ оставленіемъ по Главному Горному Управленію (IX класса), безъ содержанія.

3.

Переводятся: Горные инженеры: состоящій по Главному Горному Управленію, съ откомандированіемъ на заводы княгини Абамеликь-Лазаревой для техническихъ занятій, Надворный Совѣтникъ *Лебединскій* и Горный Смотритель Гороблагодатскаго округа, Коллежскій Ассесоръ *Крупскій*—въ вѣдѣніе Кабинета Его Императорскаго Величества, на службу—*Лебединскій* по Нерчинскому округу, съ 12 сего Сентября, а *Крупскій* по Алтайскому горному округу, съ 10 сего же Сентября; состоящій по Главному горному Управленію и откомандированный въ распоряженіе Общества Путиловскихъ заводовъ, Коллежскій Секретарь *Шмидецкій*—на службу въ Министерство Финансовъ по пробирной части, съ 8 Августа сего года, Лебединскій и Шмидецкій съ отчисленіемъ отъ Главнаго Горнаго Управленія.

4.

Указомъ Правительствующаго Сената, отъ 25 Юля 1885 года, за № 3001-мъ произведены за выслугу лѣтъ, горные инженеры: изъ Титулярныхъ Совѣтниковъ въ Коллежскіе Ассесоры: состоящій по Главному Горному Управленію *Паваковскій*, со старшинствомъ съ 7-го февраля 1885 года; состоящій по Главному Горному Управленію, съ откомандированіемъ на каменно-угольные копи, арендуемая купцомъ Любимовымъ, въ Пермской губерніи, для техническихъ занятій, *Трофимовъ*, со старшинствомъ съ 21 Марта 1885 г.; состоящій по Главному Горному Управленію, съ откомандированіемъ на Усольскіе и Ленвенскіе соляные промысла, въ Пермской гу-

бернии, принадлежащіе наследникамъ графа Шугалова, для техническихъ занятій, *Кротовъ*, со старшинствомъ съ 27 Марта 1885 г.; изъ Коллежскихъ Секретарей въ Титулярные Совѣтники: состоящіе по Главному Горному Управленію съ откомандированіемъ для техническихъ занятій: въ распоряженіе общества Криворогскихъ желѣзныхъ рудъ *Шимановскій*, со старшинствомъ съ 8 Февраля 1885 г.; въ Управленіе горною частію на Кавказѣ *Побѣдинъ*, со старшинствомъ съ 6 Марта 1885 г.; на Спб. Монетный Дворъ *Загаевскій*, со старшинствомъ съ 22 Марта 1885 г.; въ имѣніе гражданскаго инженера Салько, въ Полтавской губерніи, *Шлезингеръ*, со старшинствомъ съ 24 Марта 1885 г.; въ распоряженіе Управленія Богословскимъ округомъ *Иларіоновъ*, со старшинствомъ съ 29 Апрѣля 1885 г.; изъ Губернскихъ въ Коллежскіе Секретари: состоящій по Главному Горному Управленію, съ откомандированіемъ на Омутнинскіе заводы, для техническихъ занятій, *Бронаковскій*, со старшинствомъ съ 24 Марта 1885 года.

5.

Высочайшимъ приказомъ по Министерству Государственныхъ Имуществъ, отъ 6 Августа за № 7, Управляющій Алагирскимъ Серебросвинцовымъ заводомъ на Кавказѣ, горный инженеръ Коллежскій Совѣтникъ *Щастливцевъ* произведенъ, за отличіе, въ Статскіе Совѣтники, со старшинствомъ съ 6 Августа 1885 года.

6.

Отчисляются по Главному Горному Управленію, на основаніи приказа по горному вѣдомству, отъ 13 Марта 1871 г. за № 4. Горные инженеры: 1) состоящіе по Главному Горному Управленію, съ откомандированіемъ для техническихъ занятій въ распоряженіе: а) Николозаозерскаго Камско-Уральскаго Товарищества Надворный Совѣтникъ *Байеръ*, б) Ленскаго золотопромышленнаго товарищества, Титулярный Совѣтникъ *Балинскій*; оба съ 3 сего Сентября и в) графа С. А. Строганова на Билимбаевскіе заводы, Титулярный Совѣтникъ *Паутовъ*, съ 6 сего Сентября и 2) состоящіе на практическихъ занятіяхъ въ распоряженіи: а) Главнаго Начальника Уральскихъ горныхъ заводовъ, Коллежскій Секретарь *Корвинъ-Круковскій* и б) Завѣдывающаго работами по осушенію и ирригаціи Генераль-Маіора Жилинскаго, Губернскій Секретарь *Маевскій 2-й*; оба съ 6 Сентября; всѣ на одинъ годъ безъ содержанія, за окончаніемъ техническихъ и практическихъ занятій.

7.

Увольняется отъ службы. Причисленный къ Министерству Государственныхъ Имуществъ, съ откомандированіемъ въ Товарищество Брянцевской

соляной копи, для техническихъ занятій, горный инженеръ Статскій Совѣтникъ *Летуновскій*, согласно прошенію, съ мундиромъ и пенсією по положенію, съ 20 Августа сего года.

№ 11. 24 Октября 1885 г.

1.

Вице-Директоръ Горнаго Департамента, Горный Инженеръ, Дѣйствительный Статскій Совѣтникъ *Скалковскій* командированъ въ гор. Варшаву, для предсѣдательствованія на второмъ съѣздѣ горнопромышленниковъ Царства Польскаго, на одинъ мѣсяць.

2.

Смотритель сварочнаго и кричнаго цеховъ Воткинскаго завода, Горный Инженеръ, Коллежскій Секретарь *Жигалковскій*, командированъ, съ Высочайшаго соизволенія, за границу, на три мѣсяца, для осмотра тамошнихъ желѣзодѣлательныхъ заводовъ, съ сохраненіемъ содержанія.

3.

Опредѣляются на службу по горному вѣдомству 1) Изъ отставныхъ,—Горные Инженеры, Коллежскій Совѣтникъ *Андреевскій 1-й*, съ причисленіемъ къ Министерству Государственныхъ Имуществъ и съ откомандированіемъ для занятій въ Горный Департаментъ, съ 1-го Сентября сего года.

2) Выпущенные въ нынѣшнемъ году изъ Горнаго Института, съ правомъ на чинъ Коллежскаго Секретаря и назначенные на практическія занятія, на одинъ годъ, въ распоряженіе: *Середонинъ*—Окружнаго Инженера 1-го округа западной части Донецкаго бассейна и *Бьлецкій*—Окружнаго Инженера 2-го округа западной части того же бассейна;—оба съ содержаніемъ по чину, съ 1-го сего Октября, и *Павловъ*—въ распоряженіе Потомственнаго Почетнаго Гражданина Пастухова, на принадлежащій ему Омутинскій заводъ, безъ содержанія отъ казны, съ 12 сего Октября.

4.

Приказомъ по Министерству Финансовъ за № 37, состоящій по Главному Горному Управленію, съ откомандированіемъ въ распоряженіе Общества Южно-Русской каменноугольной промышленности, для техническихъ занятій, Горный Инженеръ, Коллежскій Совѣтникъ *Шостакъ 1-й*, назначенъ

чиновникомъ особыхъ порученій означеннаго Министерства V класса, съ 5-го минувшаго Сентября.

5.

Состоящій по Главному Горному Управленію, съ откомандированіемъ въ Грушевское имѣніе Его Императорскаго Высочества Великаго Князя Михаила Николаевича для техническихъ занятій, Горный Инженеръ, Титулярный Совѣтникъ *Коиовскій*, утверждается Адъюнктомъ Горнаго Института по кафедрѣ горнаго и маркшейдерскаго искусствъ, съ 27-го минувшаго Сентября.

6.

Назначается: Состоящій въ распоряженіи Главнаго Начальника Уральскихъ горныхъ заводовъ, Горный Инженеръ, Коллежскій Совѣтникъ *Романовъ 1-й*—Горнымъ Ревизоромъ частныхъ золотыхъ промысловъ Семипалатинской области, съ 9-го сего Октября.

7.

Командируются: Горные Инженеры: Коллежскій Ассесоръ *Булычевъ*—на золотые промысла Березовскаго золотопромышленнаго дѣла В. И. Асташава и К°, съ 13 Сентября сего года; Титулярный Совѣтникъ *Хильчинскій*—на каменноугольныя копи, принадлежація горнопромышленному обществу „Графъ Ренардъ“, съ 28 того же Сентября, и Коллежскій Секретарь *Попковъ*—на заводы Графа Строганова, съ 12 сего Октября; всѣ трое съ оставленіемъ по Главному Горному Управленію: Булычевъ VII класса, а Хильчинскій и Попковъ—IX класса; состоящіе въ распоряженіи Главнаго Начальника Уральскихъ горныхъ заводовъ, для практическихъ занятій: *Апыхтинъ*—въ распоряженіе золотопромышленнаго дѣла Графа Левашова, Дарагана и К°, съ 10 сего Октября, и *Свѣчинъ*—на Верхъ-Исетскій заводъ, съ 12 же сего Октября; оба съ зачисленіемъ по Главному Горному Управленію IX класса; всѣ пятеро для техническихъ занятій, безъ содержанія отъ казны; состоящій въ распоряженіи Горнаго Департамента и откомандированный въ Лабораторію Министерства Финансовъ, Коллежскій Секретарь *Шредеръ*—въ распоряженіи Директора Горнаго Института, съ 17-го Сентября сего года, для практическихъ занятій въ Лабораторіи Института по органической химіи, безъ содержанія.

8.

Отчисляются по Главному Управленію, на основаніи приказа по горному вѣдомству, 13 Марта 1871 г.

за № 4. Горные Инженеры, состоящие по Главному Горному Управлению, съ откомандированіемъ: 1) въ частную службу, для техническихъ занятій: Коллежскій Совѣтникъ *Струве*, Коллежскій Секретарь *Бржезинскій*,—оба съ 28-го Сентября сего года, и Коллежскій Секретарь *Шульцевскій* съ 10-го сего Октября и 2) въ Управленіе горною частию на Кавказѣ и за Кавказомъ, Титулярный Совѣтникъ *Гавриловъ*, съ 21 Сентября сего года;—все за окончаніемъ техническихъ занятій, на одинъ годъ, безъ содержанія.

9.

Увольняется отъ службы. Причисленный къ Министерству Государственныхъ Имуществъ, съ откомандированіемъ въ Верхъ-Исетскій округъ, графини Стенбокъ-Ферморъ, для техническихъ занятій, Горный Инженеръ, Статскій Совѣтникъ *Дудинъ*, согласно прошенію, съ мундиромъ и пенсією по положенію, съ 24-го минувшаго Сентября.

 № 12. 28 Ноября 1885 года.

1.

Опредѣляется на службу по горному вѣдомству: Окончившій въ семь году курсъ наукъ въ Горномъ Институтѣ, съ правомъ на чинъ Коллежскаго Секретаря, горный инженеръ *Васильевъ 5-й*, съ откомандированіемъ на заводы Княгини Абамеликъ-Лазаревой, въ Пермской губерніи, для практическихъ занятій, на одинъ годъ, безъ содержанія отъ казны, съ 1-го Сентября 1885 года.

2.

Прикомандированный къ Горному Институту для научныхъ занятій, горный инженеръ Коллежскій Секретарь *Куриковъ*, утверждается въ званіи Адъюнкта Горнаго Института по кафедрѣ Металлургіи, Галургіи и Пробирнаго Искусства, съ 27 минувшаго Октября.

3.

Состоящій по вѣдомству Кабинета Его Императорскаго Величества, горный инженеръ Коллежскій Совѣтникъ *Мостовенко*, опредѣленъ Директоромъ Екатеринбургской гранильной фабрики, съ 7-го сего Ноября.

4.

Состоящій въ распоряженіи завѣдывающаго работами по осушенію и ирригаціи, Генераль-Маіора Жилинскаго, для практическихъ занятій, горный инженеръ Губернскій Секретарь *Маевскій 2-й*, назначенъ Подтехникомъ западной экспедиціи по осушенію болотъ, съ зачисленіемъ по Главному Горному Управленію IX класса, съ 28 миноваго Октября.

5.

Состоящій въ распоряженіи Окружнаго Инженера 2 округа западной части Донецкаго бассейна, для практическихъ занятій, горный инженеръ *Бълецкій*, командированъ въ распоряженіе исполняющаго обязанности Горнаго Начальника Луганскаго округа, для продолженія тѣхъ же занятій, съ 30 Октября сего года.

6.

Отчисляются по Главному Управленію, на основаніи приказа по горному вѣдомству, отъ 13 Марта 1871 года за № 4. Горные инженеры: служащій въ Нерчинскомъ горномъ округѣ, Коллежскій Ассесоръ *Дмитріевскій*, съ 10 сего Ноября, и состоящій по Главному Горному Управленію, съ откомандированіемъ въ Морское Министерство, для техническихъ занятій на Адмиралтейскихъ Ижорскихъ заводахъ, Коллежскій Секретарь *Шуппе*, съ 8 сего Ноября; оба на одинъ годъ, безъ содержанія; первый, согласно прошенію, а послѣдній за окончаніемъ техническихъ занятій.

7.

Увольняется въ отпускъ. Управляющій отъ казны заводами наслѣдниковъ Мосолова, горный инженеръ Надворный Совѣтникъ *Боклевскій*, на 28 дней, по домашнимъ обстоятельствамъ, въ С.-Петербургъ.

№ 13. 20 Декабря 1885 г.

1.

Опредѣляется на службу по горному вѣдомству. Окончившій въ семь году курсъ наукъ въ Горномъ Институтѣ, съ правомъ на чинъ Коллежскаго Секретаря, Горный Инженеръ *Эрнъ*, съ откомандиро-

ваніемъ на Симскіе гг. Балашевыхъ заводы, въ Уфимской губерніи, для практическихъ занятій, на одинъ годъ, съ 2-го сего Декабря, безъ содержанія отъ казны.

2.

К о м а н д и р у ю т с я. Горные Инженеры: 1., состоящій по Главному Горному Управленію, Коллежскій Ассесоръ *Пестеревъ*—въ распоряженіе Землевладѣльца, Статскаго Совѣтника Булацеля, для техническихъ занятій, безъ содержанія отъ казны, съ 11-го сего Декабря, и 2., состоящій въ распоряженіи Горнаго Департамента для практическихъ занятій, на Симскихъ гг. Балашевыхъ заводахъ, Губернскій Секретарь *Глинковъ* на эти же заводы, съ 2-го Декабря, для техническихъ занятій, безъ содержанія отъ казны; Пестеревъ съ оставленіемъ, а Глинковъ—съ зачисленіемъ по Главному Горному Управленію; первый VII класса, а послѣдній IX класса.

3.

Н а з н а ч а е т с я. Состоящій по Главному Горному Управленію, Горный Инженеръ, Коллежскій Секретарь *Брунаковскій*—на службу въ Камско-Воткинскій округъ, съ отчисленіемъ отъ Главнаго Управленія, съ 25-го минувшаго Ноября.

4.

Указомъ Правительствующаго Сената, отъ 3-го Декабря 1885 года № 4728, произведены, за выслугу лѣтъ, горные инженеры: изъ Коллежскихъ въ *Статскіе Совѣтники*: Профессоръ Горнаго Института по кафедрѣ палеонтологіи *Лагузенъ*, со старшинствомъ съ 17 Іюня 1885 г. и Инженеръ для особыхъ порученій при Управленіи горною частью на Кавказѣ и за Кавказомъ *Лорисъ-Меликовъ*, со старшинствомъ съ 21-го Іюля 1885 года. Изъ Надворныхъ въ *Коллежскіе Совѣтники*: Исполняющій обязанности Горнаго Начальника Луганскаго округа *Данишиъ*, со старшинствомъ съ 12-го Іюля 1885 года, Окружннй Инженеръ 2-го округа по надзору за частными горными заводами *Яковлевъ 1-й* и состоящіе по Главному Горному Управленію *Гривнакъ*, *Ауэрбахъ 2-й*, *Конюховъ* и *Іенсенъ*, всѣ пятеро со старшинствомъ съ 19-го Іюня 1885 г. Изъ Коллежскихъ Ассесоровъ въ *Надворные Совѣтники*: Адъюнктъ Горнаго Института по кафедрѣ прикладной и горной механики *Войсловоъ*, преподаватель черченія въ томъ же Институтѣ *Митте*, оба состаршинствомъ съ 26-го Іюня 1885 года; состоящіе по Главному Управленію: *Арсеньевъ*—со старшинствомъ съ 1-го Января, *Недовичъ* съ 20-го Апрѣля, *Кузнецовъ*, *Захаровскій*, *Горохъ*, *Масловскій*, *Квати-*

шесскій, съ 26-го Іюня, и *Буковецкій*, съ 21-го Іюня 1885 года; изъ Титулярныхъ Совѣтниковъ въ *Коллежскіе Ассесоры*: *Техникъ* при Музеумѣ Горнаго Института *Мельниковъ 1-й*, со старшинствомъ съ 14-го Мая, *Помощникъ* Окружнаго Инженера 1-го округа въ Царствѣ Польскомъ *Томашевскій*, съ 27-го Іюня, и состоящіе по Главному Горному Управленію: *Тибо-Бриньоль*; *Сендзиковскій*, *Гамалицкій*, съ 18-го Іюля, *Акимовъ 1-й*, съ 26-го Іюня, *Хоминскій*, *Черневскій*, *Кочевскій*, съ 27-го Іюня, *Оржеховскій*, съ 18-го Сентября, *Сучковъ*, *Левитскій* и *Россинскій* съ 25-го Сентября 1885 года; изъ Коллежскихъ Секретарей въ *Титулярные Совѣтники*: *Производитель* техническихъ работъ Александровскаго завода по механическимъ производствамъ *Уваровъ*, со старшинствомъ съ 14-го Августа, и состоящіе по Главному Горному Управленію *Брандтъ*, съ 12-го Іюня, *Огарковъ*, съ 25-го Іюня, *Монковскій*, *Стемпневскій*, съ 26-го Іюня, *Грауманъ*, съ 7-го Іюля, *Нузановъ*, съ 21-го Іюля, *Булаковъ*, съ 10-го Августа, *Успенскій*, съ 28-го Августа, *Шулчевскій*, съ 8-го Сентября, *Грабинскій*, съ 28-го Сентября и *Радловъ 2-й*, съ 1-го Октября 1885 г.; изъ Губернскихъ въ *Коллежскіе Секретари*: состоящіе по Главному Горному Управленію: *Сытемынскій*, со старшинствомъ съ 22-го Апрѣля, *Абрамовъ*, съ 17-го Мая, и *Иконниковъ* съ 4-го Іюня 1885 года.

Тѣмъ же Указомъ Правительствующаго Сената утверждены въ чинѣ Коллежскаго Секретаря, Горные Инженеры: *Рабиновичъ*, со старшинствомъ съ 1-го Августа 1884 года, *Шашъ*, съ 26-го Іюня 1885 года, *Моренъ*, *Свѣчинъ*, *Варенцовъ*, *Грумъ-Гржимайло*, *Алыхтинъ*, *Гертумъ*, *Святскій*, *Скавронскій*, *Дурневъ* и *Денисовъ 2-й*, съ 1-го Іюля 1885 года; *Медведевъ* и *Григорьевъ* съ 2-го Августа 1885 года.

5.

Отчисляются по Главному Горному Управленію на основаніи приказа по горному вѣдомству отъ 13-го Марта 1871 г. за № 4. Горные Инженеры, Коллежскіе Ассесоры, состоящіе по Главному Горному Управленію съ откомандированіемъ, для техническихъ занятій, въ распоряженіе Управленія Закаспійской военной желѣзной дороги *Коноваловъ*, съ 16-го сего Декабря, и въ Сѣверо-Заозерскую дѣчу П. Н. Всеволожскаго въ Пермской губерніи, *Ренгартенъ*, съ 11-го сего же Декабря; оба за окочаніемъ техническихъ занятій на одинъ годъ, безъ содержанія.

6.

Увольняется въ отпускъ, по домашнимъ обстоятельствамъ. Состоящій въ прикомандированіи къ Горному Департаменту, для исполненія техническихъ командировокъ и порученій, Горный Инженеръ,

Коллежскій Секретарь *Ругевичъ*, на 28 дней, въ гор. Варшаву и губершии Царства Польскаго.

Объявляю о семъ по горному вѣдомству для свѣдѣнія и подлежащаго распоряженія.

Подписалъ: Министръ Государственныхъ Имуществъ,
Статсъ-Секретарь *М. Островскій*.

ОТЧЕТЪ

о денежных оборотахъ эмеритальной кассы горныхъ инженеровъ
за 1884 годъ.

Оставалось отъ прошлаго года.

А. Въ процентныхъ бумагахъ.

1) 5% билетовъ Государственнаго Банка 2-го выпуска на	932,650 р.
2) 5% билетовъ Государственнаго Банка 4-го выпуска на	136,000 "
3) 5% билетовъ Государственнаго Банка 5-го выпуска на	11,000 "
4) билетовъ 1-го внутренняго съ выигрышами займа на	100 "
5) " 2-го " " " " " "	100 "
6) 5 ¹ / ₂ % свидѣтельствъ на непрерывный по выкупу крестьянъ доходъ	256,500 "
7) облигацій восточнаго займа 2-го выпуска на	73,300 "
8) " " " 3-го " " " "	115,000 "
Итого	<u>1.524,650 р.</u>

Б. Въ наличныхъ деньгахъ.

1) На Главномъ Казначействѣ	2,729 р 99 ¹ / ₄
2) На книжкѣ Государственнаго Банка	9,000 " —
3) Въ долгу за Государственнымъ Банкомъ	10,000 " —
Итого	<u>21,729 р. 99³/₄</u>
Всего	<u>1.546,379 р. 99³/₄</u>

Въ теченіи 1884 года поступило:

- а) 16 облигацій 2-го восточнаго займа, приобрѣтенныя на внесенные въ Государственный Банкъ въ 1883 г. 10,000 р., числившіеся въ долгу за симъ банкомъ 10,600 р.
- б) 12-ть 5¹/₂%-хъ свидѣтельствъ на непрерывный

по выкупу крестьянъ доходъ, пріобрѣтенныя на счетъ 12,500 рублей изъ поступленій отчетнаго года	12,000 „
а) Двѣ книжки Государственнаго Банка на сумму	25,000 „
б) Оставшихся отъ покупки процентныхъ бумагъ	200 р. 59 к.
в) Въ возвратъ пенсій, оставшихся не выданными казначействами за смертію пенсіонеровъ	2,054 р. 52 „
г) Процентовъ по срочнымъ купонамъ и капиталу, хранившемуся на книжкѣ Государственнаго Банка	78,149 „ 50 „
д) Вычетовъ съ жалованья и столовыхъ, арендъ, пособій и пенсій, получаемыхъ на службѣ горными инженерами	69,583 „ 2 „
е) Списанныхъ съ капитала, внесеннаго на книжки Государственнаго Банка	24,000 „
ж) 151 свидѣтельство на непрерывный по выкупу крестьянъ доходъ, переданныя въ Государственный Банкъ для обмѣна на новыя	256,500 „
з) Капитальной суммы по вышедшимъ въ тиражъ двумъ билетамъ Государственнаго Банка 4-го выпуска	10,000 „
	<hr/>
	488,087 р. 63 к
Числится въ долгу за Государственнымъ Банкомъ	10,000 „
	<hr/>
Итого въ приходѣ	498,087 р. 63 к.
	<hr/>
Всего съ оставшимися	2.044,467 р. 62 ³ / ₄

Въ теченіи 1884 г. произведены расходы:

а) Передано въ Государственный Банкъ для покупки процентныхъ бумагъ	22,500 р. *)
б) Выписываются въ расходъ считавшіеся въ долгу за Государственнымъ Банкомъ къ 1-му Января 1884 г.	10,000 „
в) Передано на книжки Государственнаго Банка	25,000 „
г) Уплачено сему Банку гербовыхъ пошлинъ за двѣ книжки	20 к.
д) Передано въ этотъ же Банкъ 151 свидѣтельство на непрерывный по выкупу крестьянъ доходъ для обмѣна купонныхъ листовъ	256,500 „
е) На страхованіе двухъ билетовъ 1-го и 2-го ввнутреннихъ съ выигрышами займовъ отъ тиражей погашенія	2 „ 10 к
ж) Выписаны въ расходъ вышедшіе въ тиражъ два билета Государственнаго Банка 4-го выпуска на сумму	10,000 „

*) Изъ числа означенной суммы 10,000 р. состоятъ въ долгу за Государственнымъ Банкомъ.

з) На расходы по дѣлопроизводству кассы	3,000 „
и) Перечислено въ государственные доходы на производство пенсій отставнымъ горнымъ инженерамъ и семействамъ умершихъ инженеровъ	120,471 „ 85 „
і) На выдачу пособия семейству умершаго Горнаго Инженера Надворнаго Совѣтника Дорошенко	832 „ 50 „
к) На усиленіе средствъ по пенсіонной части Министерства Финансовъ и Государственнаго Контроля за 1884 годъ	530 „
л) Списано съ книжекъ Государственнаго Банка для возстановленія обратно на приходъ	24,000 „
Итого въ расходѣ	<u>472,836 р. 65 к</u>

Остатокъ къ 1 Января 1885 года.

А. Въ процентныхъ бумагахъ, перешедшихъ остаткомъ изъ 1 Января отчетнаго года:

1) 5% билетовъ Государственнаго Банка 2-го выпуска на	932,650 р.
2) 5% билетовъ Государственнаго Банка 4-го выпуска на	126,000 „
3) 5% билетовъ Государственнаго Банка 5-го выпуска на	11,000 „
4) 5 ¹ / ₂ % свидѣтельствъ на непрерывный по выкупу крестьянъ доходъ	256,500 „
5) билетовъ 1-го внутренняго съ выигрышами займа на	100 „
6) „ 2-го „ „ „ „ „ „ „ „	100 „
7) облигацій 2-го восточнаго займа на	73,300 „
8) „ 3-го „ „ „ „ „ „ „ „	115,000 „

Вновь приобритенныхъ въ теченіе 1884 г.

9) облигацій 2-го восточнаго займа на	10,600 „
10) 5 ¹ / ₂ % свидѣтельствъ на непрерывный по выкупу крестьянъ доходъ на	12,000 „
Итого	<u>1.537,250 р.</u>

Б. Въ наличныхъ деньгахъ:

1) На Главномъ Казначействѣ	14,380 р. 97 ³ / ₄
2) „ книжкѣ Государственнаго Банка	10,000 „
3) Въ долгу за Государственнымъ Банкомъ	10,000 „
Итого	<u>34,380 р. 97³/₄</u>
Всего	1,571,630 р. 97 ³ / ₄

Подписалъ управляющій Департаментомъ К. Скальковскій; скрѣпилъ завѣдывающій эмеритальною кассою Н. Денисовъ; свѣрлялъ дѣлопроизводитель Вл. Мясновъ.

Объяснительная записка

къ отчету о денежныхъ оборотахъ эмеритальной кассы горныхъ инженеровъ за 1884 годъ.

Изъ представляемаго отчета усматривается, что къ 1 января 1884 г. капиталъ кассы составлялъ 1.546,379 р. 99³/₄ к.; въ отчетномъ году поступило 150,587 р. 63 к., израсходовано 125,336 р. 65 к., затѣмъ увеличеніе капитала составило 25,250 р. 98 к., такъ что къ 1 января 1885 г. наличный капиталъ кассы составляетъ 1.571,630 р. 97³/₄ к.

Доходныя статьи капитала кассы въ 1884 г. были слѣдующія:

Процентовъ по срочнымъ купонамъ и капиталу, вносившемуся въ Государственный Банкъ на книжку	78,149 р. 50 к.
Вычетовъ съ инженеровъ	69,583 р. 02 к.
Прибыли отъ покупки процентныхъ бумагъ (облигаціи 2-го восточнаго займа 600 руб.) и оставшихся отъ покупки (200 руб. 59 коп.) всего	800 р. 59 к.
Въ возвратъ пенсій, оставшихся невыданными за выбытіемъ пенсионеровъ	2,054 р. 52 к.
Всего	<u>150,587 р. 63 к.</u>

Расходныя статьи кассы въ 1884 году были слѣдующія:

На пенсіи прежнихъ лѣтъ	108,432 р. 87 к.
„ „ вновь назначенныя	12,038 р. 98 к.
Всего	<u>120,471 р. 85 к.</u>

Пособіе семейству умершаго Горнаго Инженера Надворнаго Совѣтника Дорошенко	832 р. 50 к.
На дѣлопроизводство по кассѣ	3,000 р. „
Страхованіе билетовъ внутреннихъ съ выигрышами	

займовъ	2 р. 10 к
Уплата гербовыхъ пошлинъ при вкладѣ свободныхъ суммъ кассы на книжку въ Государственный Банкъ	— 20 к.
На усиленіе средствъ Министерства Финансовъ и Государственнаго Контроля по пенсіонной части	530 р. —
Понесено убытка при покупкѣ 5 ¹ / ₂ %-хъ рентъ (на 12,500 руб.) выше номинальной ихъ стоимости	500 р. —
Всего	125,336 р. 65 к.

Кассовые обороты эмеритальнаго капитала въ 1884 г. были слѣдующіе:

А. Процентныя бумаги:

Состояло къ началу года	1.524,650 р.
Вновь прибыло	22,600 р.
	1.547,250 р.

Б. Наличныя деньги.

	Руб.	Коп.
Состояло къ началу года	21,729	99 ³ / ₄
Поступило процентовъ по срочнымъ купонамъ и вкладамъ въ Государственный Банкъ	78,149	50
Вычетовъ съ инженеровъ	69,583	2
Въ возвратъ пенсій, оставшихся не выданными	2,054	52
По вышедшимъ въ тиражъ билетамъ Государственнаго Банка 4-го выпуска	10,000	—
Оставшихся отъ покупки % бумагъ	200	59
	181,717	62 ³ / ₄
Употреблено на покупку % бумагъ:		
Оставшихся отъ 1883 г. въ долгу за Государственнымъ Банкомъ	10,000	—
Изъ поступленій отчетнаго года	22,500	—
	32,500	—
На производство пенсій	120,471	85
” ” пособій	832	50
Сдано въ Государственный Банкъ на книжку	3,000	—
На усиленіе средствъ по пенсіонной части Министерства Финансовъ и Государственнаго Контроля	530	—
На застрахованіе билетовъ	2	10

Въ уплату гербовыхъ пошлинъ	20
	167,336 65
Въ остаткѣ	14,380 97 ⁸ / ₄
Въ долгу за Государственнымъ Банкомъ	10,000 —
— На книжкѣ	10,000 —
	34,380 97 ³ / ₄
Въ процентныхъ бумагахъ	1.537,250 —
	1.571,630 97 ³ / ₄

Цѣлость капитала и дѣйствительность оборотовъ удостовѣряется слѣдующими вѣдомостями Горнаго Департамента, засвидѣтельствованными Главнымъ Казначействомъ.

По сравненію приведенныхъ данныхъ съ предположеніями Коммисіи 1876 г. получаются слѣдующіе результаты:

1) Основной капиталъ къ 1884 г. долженъ былъ составлять 1.399,089 р. 55 к., въ дѣйствительности же онъ достигъ 1.546,379 р. 99³/₄ к., т. е. превысилъ ожиданія на 147,290 р. 44³/₄ к.

2) Дохода ожидалось 107,754 р. 47 к., поступило же 150,587 р. 63 к., болѣе на 42,833 р. 16 к.

и 3) Расхода предполагалось 93,899 р. 74 к., израсходовано же 125,336 р. 65 к., болѣе на 31,436 р. 91 к.

Дѣйствительные расходы кассы, независимо отъ статей, не входившихъ вовсе въ расчеты коммисіи, какъ то: уплата Государственному Казначейству на усиленіе пенсіонной части (530 р.); страхованіе билетовъ внутреннихъ займовъ (2 р. 10 к.) и уплата гербовыхъ пошлинъ (20 к.), что въ 1884 г. составляло 532 р. 30 к.,—увеличились еще влѣдствіе понесеннаго при покупкѣ 5¹/₂ % свидѣтельствъ на непрерывный доходъ убытка въ 500 р. и выдачи пенсій въ болѣемъ противъ предположеній коммисіи размѣрѣ на 30.322 р. 11 к.

По предположеніямъ коммисіи:		Въ дѣйствительности: Къ
Въ 1884 г. предназначалось:		1884 г. состояло пенсіон-
На пенсін прежнихъ лѣтъ	85,408 р. 92 к.	ровъ на 109,080 р. 65 к.
На выдачу вновь назначенныхъ пенсій, считая въ то число и пенсін на сыновей до 21 года и дочерей до замужества	13,887 р. 82 к.	12,038 р. 98 к.
	99,296 р. 74 "	121,119 р. 63 "
Убыль пенсіонеровъ опредѣле-		
на въ	9,147 р. "	647 р. 78 "
Итого къ расходу	90,149 " 7 к.	Израсход. 120.471 р. 85 "
		болѣе на 30.322 р. 11 "

<p>За симъ къ 1885 г. должно было перейти пенсіонеровъ на . . 87,571 р. 92 к.</p>	<p>Къ 1885 г. перешло пенсі- онеровъ на 117,132 р. 62 к. болѣе предполагаемаго на 29,560 р. 70 к.</p>
---	---

На выдачу пособій комисіею опредѣленъ ежегодный постоянный рас-
ходъ въ 750 р., въ дѣйствительности же въ 1884 г. расходъ этотъ состав-
лялъ 832 р. 50 к., болѣе предполагаемаго на 82 р. 50 к.

Подписаль Завѣдывающій эмеритальною кассою *Н. Денисовъ*, скрѣпилъ
Дѣлопроизводитель *Вл. Мясновъ*.

СПИСОКЪ ЛИЦАМЪ, КОИМЪ НАЗНАЧЕНЫ ПЕНСИИ ИЗЪ СУММЪ ЭМЕРИТАЛЬНОЙ КАССЫ ГОРНЫХЪ ИНЖЕНЕРОВЪ ВЪ 1884 ГОДУ.

Чины, имена и фамиліи пенсіонеровъ.	Къ началу года состояло			П р и б ы л о в ъ о т ч е т н о м ъ г о д у						Убыло въ отчетномъ году				Перешло на слѣдующій годъ.								
				Число лицъ.	Съ какого срока	Изъ одового оклада.	Въ то число ассигновано.		Число лицъ.	Съ какого срока	Изъ годового оклада.	Въ то число было ассигновано по третьямъ.										
	Руб.	Коп.	За прежнее время.				Въ отчетномъ году.	Руб.				К.	Руб.	К.								
	Число лицъ.	Руб.	Коп.	Число лицъ.	Съ какого срока	Руб.	К.	Руб.	К.	Число лицъ.	Съ какого срока	Руб.	К.	Руб.	К.	Число лицъ.	Руб.	К.				
Статскаго Совѣтника Холостова—вдова Юлія дѣти: Николай . Владиміръ Веніаминъ Александръ Ольга .	—	—	—	1	—	—	562	90	—	—	109	45	—	—	—	—	—	—	1	562	90	
	—	—	—	5	21 Октября 1884 г.	—	562	90	—	—	109	45	—	—	—	—	—	—	5	562	90	
Дѣйствительнаго Статскаго Совѣтника Бар- ботъ-де-Марни сынъ Николай .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11 Марта 1884 г.	—	—	—	—	—	—	—	
Коллежскаго Совѣтника Данилова—вдова Анна	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	" "	178	70	—	—	—	—	—	
Коллежскаго Совѣтника Лалетина—сынъ Фе- доръ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	21 Апрѣля .	—	—	—	—	—	—	—	
Коллежскаго Совѣтника Комарова—сынъ Ана- толій	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	31 Декабря .	50	63	—	—	—	—	—	
Статскаго Совѣтника Нейберга—сынъ Иванъ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	31 Декабря .	93	26	—	—	—	—	—	
				17	—	—	2,04	77	—	—	465	85	1,134	55	5	—	—	—	—	158	32,478	99
Общій сводъ назначеннымъ въ 1884 году пенсіямъ:																						
Горныхъ Инженеровъ	76	78,483	84	10	—	—	1,925	71	—	—	1,680	78,758	51	6	—	—	—	—	80	4,755	92	63
Вдовъ и сиротъ	146	30,596	81	17	—	—	2,04	77	—	—	465	85	1,134	55	5	—	—	—	158	32,478	99	63
Всего	—	109,080	65	—	—	—	1,130	48	—	—	2,145	92,9,893	6	—	—	—	—	—	—	5,078	51	62
Въ отчетномъ году вновь выдано пенсій . .	—	12,038	98	—	—	—																
Итого	—	121,119	63	—	—	—																
Прекращена выдача	—	647	78	—	—	—																
ВСЕГО выдано	—	120,471	85	—	—	—																

12,038 р. 98 к.

Подписалъ Завѣдывающій Эмеритальною кассою Н. Денисовъ;

скрѣпилъ Дѣлопроизводитель Вл. Мясновъ.

Къ отчету за 1884 годъ.

Сравнительная вѣдомость денежных оборотовъ эмеритальной кассы горныхъ инженеровъ съ тѣми проектными расчетами, которые приняты были въ основаніе назначенною въ 1876 г. комиссіею для изслѣдованія операціонныхъ дѣйствій кассы, согласно § 13 положеніе 1870 года.

	Предположенныя обороты.		Дѣйствительныя обороты.		Противъ предположенія оказалось въ дѣйствительности.			
					Болѣе.		Менѣе.	
	Руб.	Коп.	Руб.	Коп.	Руб.	Коп.	Руб.	Коп.
Основной капиталъ къ 1 января 1884 г.	1,399,089	55	1,546,379	99 ³ / ₄	147,290	44 ³ / ₄	—	—
Доходъ въ 1884 году	107,754	47	150,587	63	42,833	16	—	—
Расходы:								
На пенсіи	90,149	74	120,471	85	30,322	11	—	—
» пособия	750	—	832	50	82	50	—	—
» дѣлопроизводство	3,000	—	3,000	—	—	—	—	—
» страхованіе билетовъ . . .	—	—	2	10	2	10	—	—
» усиленіе средствъ по пенсіонной части Министерства Финансовъ и Государственнаго контроля	—	—	530	—	530	—	—	—
» уплату Государственному Банку гербовыхъ пошлинъ за двѣ книжки	—	—	—	20	—	20	—	—
При покупкѣ въ Сентябрь мѣсяцѣ ⁰ / ₁₀ -хъ бумагъ (5 ¹ / ₂ ⁰ / ₁₀₀ ренти) понесено убытка вслѣдствіе того, что курсъ на эти бумаги въ день покупки былъ выше номинальной ихъ стоимости	—	—	500	—	500	—	—	—
Итого расходовъ	93,899	74	125,336	65	31,436	91	—	—
Остатокъ дохода за расходами	13,854	73	25,250	98	11,396	25	—	—
Основной кап. къ 1 ян. 1885 г.	1,412,944	28	1,571,630	97 ³ / ₄	158,686	69 ³ / ₄	—	—

Подписалъ Управляющій Департаментомъ К. Скальковскій; скрѣпилъ Завѣдывающій Эмеритальною кассою Н. Денисовъ; свѣрлялъ Дѣлопроизводитель Вл. Мясновъ.

ДОКЛАДЪ КОММИССІИ, НАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ РАЗСМОТРѢНІЯ ОТЧЕТА ПО ЭМЕРИТАЛЬНОЙ КАССѢ ГОРНЫХЪ ИНЖЕНЕРОВЪ ЗА 1884 годъ.

Обороты капитала эмеритальной кассы горныхъ инженеровъ въ 1884 году слѣдующіе:

	Руб.	Коп.
Къ 1 Января 1884 года было	1,546,379	99 ³ / ₄
Въ 1884 году:		
<i>Доходы.</i>		
Проценты по купонамъ	78,112	”
Проценты по книжкамъ Государственнаго Банка	37	50
Вычеты съ инженеровъ и взносы ихъ	69,583	02
Прибыли отъ покупки процентныхъ бумагъ (800—59) за вычетомъ убытка (500 р.)	300	59
	148,033	11

Расходы.

На пенсіи.	118,417 33
На пособіе	832 50
На усиленіе средствъ по пенсіонной части Министерства Финансовъ и Государственнаго Контроля.	530 —
На дѣлопроизводство.	3,000 —
Мелкіе расходы.	2 30
	<hr/>
	122,782 13

Къ 1 Января 1885 года было 1.571,630 97³/₄

Сопоставленіе проектныхъ расчетовъ съ дѣйствительными оборотами слѣдующее:

	Предполагалось.	Въ дѣйствительности.	Противъ предпол. болѣе въ дѣйст- вительности.
Капиталь къ началу.			
1884 года.	1,399,089 55	1,546,379 99 ³ / ₄	147,290 44 ³ / ₄
Доходы въ 1884 году.	107,754 47	148,033 11	40,278 64
Расходы въ 1884 году.	93,899 74	122,782 13	28,882 39
Остатокъ дохода за рас- ходами	13,854 73	25,250 98	11,396 25
Капиталь къ началу			
1885 года.	1,412,944 28	1,571,630 97 ³ / ₄	158,686 69 ³ / ₄

Предыдущее сопоставленіе показываетъ, что, въ общемъ выводѣ, состояніе капитала кассы вполнѣ удовлетворительное, такъ какъ наличность къ 1 января 1885 года превысила ожиданіе на 158,686 р. 69³/₄ к.; по увеличеніе расходовъ противъ предположенія на 28,882 р. 39 к. обращаетъ на себя особенное вниманіе, потому что, хотя этотъ избытокъ расходовъ и покрытъ въ 1884 году избыткомъ доходовъ противъ предположенія, но въ близкомъ будущемъ нельзя ожидать увеличенія дохода, пропорціональнаго увеличенію расходовъ, а при такихъ условіяхъ прогрессивное увеличеніе расходовъ угрожаетъ цѣлости капитала кассы.

Разсмотрѣніе дохода 1884 года указываетъ, что въ теченіе этого года вычетовъ съ нижеперовъ и взносовъ ихъ поступило 69,583 руб. 02 к., противъ поступленія предыдущаго 1883 года, въ размѣрѣ 45,433 р. 02 к., болѣе на 24,150 р. Изъ документовъ усматривается, что въ теченіе 1884 года, въ уплату числящихся за горными нижеперами недоимокъ въ кассу, за время службы ихъ до 1883 года, поступило 22,097 р. 3 к. Это поступленіе представляется временнымъ, и если его исключить изъ дохода 1884 года, составившаго всего 148,033 р. 11 к., то останется 125,936 р. 8 к., болѣе противу расхода этого года, въ размѣрѣ 122,782 р. 13 к., только на 3,153 р. 95 к. Принимая въ соображеніе, что расходы кассы въ 1884 году (122,782 р. 13 к.) превысили расходы 1883 года (111,228 р. 13 к.) на 11,554 рубля, можно ожидать подобнаго же увеличенія расходовъ и въ 1885 году сравнительно съ 1884 годомъ, т. е. что расходы 1885 г. составятъ 134,336 р. При доходѣ 1885 года, равномъ доходу 1884 года, за исключеніемъ временнаго поступленія, т. е. въ размѣрѣ 125,936 руб., можетъ обнаружиться по оборотамъ 1885 года, дефицитъ около 8,400 рублей. Въ виду этого обстоятельства представляется неотложная потребность, для устраненія ожидаемыхъ дефицитовъ, въ увеличеніи средствъ кассы и уменьшеніи расходовъ.

При повѣркѣ отчета по эмеритальной кассѣ за 1884 годъ съ дѣлами и документами комиссіею никакихъ неправильностей не замѣчено.

Подлинный подписали члены Коммисіи:

И. Ольшесъ, И. Еремьевъ, О. Савченковъ и В. Латынинъ.

ПРИЛОЖЕНИЕ

къ отчету о дѣйствіяхъ смертальной кассы Горныхъ Инженеровъ за 1884 годъ.

	Состояло къ 1-му января 1884 г.		Въ теченіе 1884 года.			Въ остаткѣ къ 1-му января 1885 г.	
	Рубли.	Коп.	Приходъ.		Расходъ.	Рубли.	Коп.
			Рубли.	К.	Рубли.		
А. Процентныя бумаги:							
1) Билет. Госуд. Банк. 2 выпуск.	932,650	—	—	—	—	932,650	—
2) > > > 4 <	136,000	—	—	—	10,000	126,000	—
3) > > > 5 >	11,000	—	—	—	—	11,000	—
4) > 1-го внутр. съ выигрыш. займа	100	—	—	—	—	100	—
5) < 2-го внутр. съ выигрыш.	100	—	—	—	—	100	—
6) Облигація 2-го восточнаго займа	73,300	—	—	—	—	73,300	—
7) Облигаціи 3-го восточнаго займа	115,000	—	—	—	—	115,000	—
8) 5½% свидѣтельствъ на непрерывный, по выкупу крестьянъ доходъ	256,500	—	256,500	—	256,500	256,500	—
К у п л е н о:							
9) Облигаціи 2-го восточнаго займа	—	—	10,600	—	—	10,600	—
10) 5½% свидѣтельствъ на непрерывный, по выкупу крестьянъ, доходъ	—	—	12,000	—	—	12,000	—
	1,524,650	—	279,100	—	266,500	1,537,250	—
В. Наличныя деньги:							
1) Въ остаткѣ отъ 1883 г.	2,729	99¾	—	—	—	—	—
2) На книжкѣ Госуд. Банка.	9,000	—	—	—	—	—	—
3) Въ долгу за Государствен. Банкомъ	10,000	—	—	—	—	—	—
4) Передано на книжки сего Банка	—	—	—	—	25,000	—	—
5) Уплачено гербов. пошлинъ за двѣ книжки	—	—	—	—	—	20	—
6) Поступило двѣ книжки означеннаго Банка на сумму	—	—	25,000	—	—	—	—
7) Осталось отъ покупки 0%-хъ бумагъ	—	—	200	59	—	—	—
8) Получено въ возвратъ пенсій, оставшихся не выданными Казначействами за смертію пенсіонеровъ	—	—	2,054	52	—	—	—
9) Поступило вычетовъ съ Горныхъ Инженеровъ	—	—	69,583	2	—	—	—
10) Поступило 0%-въ по срочнымъ купонамъ	—	—	78,112	—	—	—	—

	Состояло къ 1-му января 1884 г.		Въ теченіи 1884 г.				Въ остаткѣ къ 1-му января 1885 г.	
			Приходъ.		Расходъ.			
	Рубли.	Коп.	Рубли.	К.	Рубли.	К.	Рубли.	Коп.
11) Получено капитальной сум- мы по вышедшимъ въ ти- ражъ погашенія двумъ би- летамъ Государств. Банка 4-го выпуска	—	—	10,000	—	—	—	—	—
12) Употреблено на покупку процентныхъ бумагъ:								
а) оставшіеся отъ 1883 г. въ долгу за Государств. Банкомъ 10,000 р.								
б) изъ поступленій отчетнаго года 22,500 р.	—	—	—	—	32,500	—	—	—
13) Выписаны въ расходъ двѣ книжки Государственнаго Банка на сумму	—	—	—	—	24,000	—	—	—
14) Получено по онымъ:								
а) капитальной суммы 24,000 р.								
б) процентовъ . . . 37 р. 50к.	—	—	24,037	50	—	—	—	—
15) На страхованіе двухъ би- летовъ 1-го и 2-го внутр. съ выигр. займовъ	—	—	—	—	2 10	—	—	—
16) На производство пенсій .	—	—	—	—	120,471 85	—	—	—
17) На выдачу пособія семей- ству умершаго Горнаго Ин- женера Надворнаго Совѣт- ника Дорошенко	—	—	—	—	832 50	—	—	—
18) На дѣлопроизводство кассы	—	—	—	—	3,000	—	—	—
19) На усиленіе средствъ по пенсіонной части Мини- стерства Финансовъ и Го- сударств. Контроля	—	—	—	—	530	—	—	—
Затѣмъ въ остаткѣ къ 1-му января 1885 года:								
а) наличныхъ денегъ	—	—	—	—	—	—	14,380 97 ³ / ₄	—
б) книжка Государственнаго Банка на сумму	—	—	—	—	—	—	10,000	—
	21,729 99 ³ / ₄		208,987 63		206,336 65		24,380 97 ³ / ₄	
Итого	1.546,379 99³/₄		488,087 63		472,836 65		1.561,630 97³/₄	
Въ долгу за Государственнымъ Банкомъ	—		10,000		—		10,000	—
Всего	1.546,379 99³/₄		498,087 63		472,836 65		1.571,630 97³/₄	

ГОРНОЕ И ЗАВОДСКОЕ ДѢЛО.

ИСПАРИТЕЛЬНЫЯ СИСТЕМЫ СОЛЯНЫХЪ ВАРНИЦЪ.

ВВЕДЕНІЕ.

Испареніе является главнѣйшимъ процессомъ, на которомъ основано полученіе соли путемъ выварки. Затрата на горючій матеріалъ, употребляемый на испареніе воды изъ разсоловъ, составляетъ до сихъ поръ одинъ изъ самыхъ значительныхъ расходовъ во всемъ производствѣ и исторія солеваренія, начиная съ самыхъ отдаленныхъ временъ, указываетъ намъ на длинный рядъ попытокъ, имѣвшихъ конечною цѣлью найти болѣе или менѣе удовлетворительное рѣшеніе основной задачи солеваренныхъ операций: производить наибольшія количества соли требуемыхъ качествъ при наименьшихъ затратахъ горючаго матеріала.

Задача эта получаетъ особый интересъ, какъ вслѣдствіе чисто техническихъ трудностей ея выполненія, такъ и вслѣдствіе того, что въ испарительномъ процессѣ представляется теоретическая возможность воспользоваться *неопредѣленное* количество разъ однажды развитою теплотою, т. е.—примѣнять системы аппаратовъ такъ называемаго *многократнаго дѣйствія* (*à effet multiple*).

Сообразно присутствію или отсутствію доступа воздуха, всѣ практически осуществленныя испарительныя системы нужно раздѣлить на двѣ главныя группы, довольно рѣзко различающіяся между собою.

А. Системы *первой группы*, испаряющія разсолъ *при доступѣ воздуха* въ совершенно открытыхъ или не вполне закрытыхъ сковородахъ (чренахъ), пользуются въ настоящее время почти исключительнымъ распространеніемъ въ практикѣ и отличаются слѣдующими характерными признаками:

- 1) Сравнительной простотой и несложностью устройствъ, позволяющихъ вести весь процессъ выварки безъ особыхъ механическихъ приспособленій¹⁾.
- 2) Легкимъ доступомъ къ поверхностямъ нагрѣва и примѣнимостью ручного способа извлеченія соли изъ чреновъ.
- 3) Возможностью вести процессъ испаренія при температурахъ значительно низшихъ температуръ кипѣнія разсоловъ (при обыкновенномъ давленіи).

¹⁾ По этой причинѣ механическая часть въ современныхъ варницахъ является очень слабо развитой.

ни) и получать примѣрно въ однихъ и тѣхъ же аппаратахъ любые сорта соли.

В. Въ совершенно другихъ условіяхъ находится дѣйствіе испарительныхъ системъ *второй группы*, получающихъ соль въ *герметически закрытыхъ аппаратахъ при отсутствіи непосредственнаго доступа воздуха*.

1) Всѣ устройства, снабженные разнаго рода механизмами, являются здѣсь гораздо сложнѣе, чѣмъ въ системахъ первой категоріи. Особенно убѣдительнымъ примѣромъ этому можетъ служить аппаратъ *Пиккара*.

2) Доступъ къ поверхностямъ нагрѣва въ большинствѣ случаевъ очень затруднителенъ и удаленіе полученной соли изъ закрытыхъ аппаратовъ можетъ быть произведено только при помощи самодѣйствующихъ (механическихъ) выгребныхъ устройствъ.

До настоящаго времени послѣдняя задача рѣшена довольно удовлетворительно лишь для нѣкоторыхъ специальныхъ формъ поверхностей нагрѣва, напр. для англійскихъ *круглыхъ* чреновъ и для *призматическаго* аппарата *Vogel's*, въ которомъ поверхности нагрѣва расположены подъ угломъ въ 70° — 73° другъ къ другу ¹⁾.

Правильность дѣйствія механическихъ выгребныхъ устройствъ встрѣчаетъ себѣ серьезныя препятствія при вываркѣ соли изъ нечистыхъ рассоловъ, при которыхъ отложенія чреноваго камня могутъ достигать значительныхъ размѣровъ и способствовать перегрѣву и искривленію металлическихъ стѣнокъ, соприкасающихся съ топочными газами ²⁾.

3) Возможность полученія крупныхъ сортовъ соли при отсутствіи доступа воздуха до сихъ поръ еще не доказана практически.

Сопоставляя перечисленныя выше главнѣйшія отличительныя свойства обѣихъ группъ, становится понятнымъ, почему системы безъ доступа воздуха имѣютъ въ настоящее время такое ограниченное число представителей. Самый замѣчательный изъ нихъ — извѣстный аппаратъ *Пиккара (Piccard)* — не оправдалъ тѣхъ блестящихъ надеждъ, которыя возлагались на него сначала.

При достаточномъ запасѣ гидравлической силы онъ можетъ дѣйствовать съ выгодой ³⁾, но подобныя условія встрѣчаются очень рѣдко на соляныхъ промыслахъ. При дѣйствіи-же компрессора отъ паровой машины, сбереженіе топлива, доставляемое системой *Пиккара*, въ ея современномъ видѣ, далеко

¹⁾ Попытки примѣнить механическій выгребъ соли къ *плоскимъ четырехугольнымъ* чренамъ дѣлались неоднократно въ Англійи и во Франціи (см. *Warth. Beiträge zur Hebung des Salinenbetriebs*, 1870 г. стр. 120—124), но не получили дальнѣйшаго распространенія. Насколько мнѣ извѣстно, на промыслахъ Германіи и Австріи, въ настоящее время, не имѣется ни одного изъ подобныхъ устройствъ.

²⁾ Въ аппаратѣ *Пиккара* нагрѣвъ рассола производится сжатымъ паромъ въ особомъ закрытомъ котлѣ, отдѣльно отъ процесса кристаллизаціи соли, для котораго имѣется другой цилиндрической горизонтальный котель, снабженный архимедовымъ винтомъ для выгребания соли.

³⁾ Въ такихъ условіяхъ находится аппаратъ *Пиккара* на швейцарскомъ промыслѣ въ *Вез* (въ кантонѣ *Waadt*)

не пропорціонально большимъ затратамъ на первоначальныя устройства. Опыты, произведенныя въ большомъ масштабѣ въ *Шенебекѣ* и *Эбензее*, показываютъ, что аппаратъ Пиккара требуетъ еще значительныхъ улучшеній и усовершенствованій, чтобы конкурировать съ обыкновенными чренами въ валовомъ производствѣ ¹⁾). Главнѣйшія препятствія заключаются въ отложеніяхъ ангидрида на трубкахъ (или пластинахъ) нагрѣвательнаго котла, сильно затрудняющихъ передачу теплоты, а также—въ различныхъ поломкахъ и неполадкахъ въ механизмѣ компрессора. Отъ этого количество остановокъ и перерывовъ въ дѣйствіи аппарата Пиккара выходитъ очень значительнымъ.

Тѣмъ не менѣе, попытки ввести испареніе безъ доступа воздуха въ солеваренную практику никогда не прекратятся, по той простой причинѣ, что только при послѣдовательномъ проведеніи этого принципа, является возможность рациональнаго пользованія теплотою пара, выдѣляющагося при испареніи рассоловъ.

Идея извѣстнаго *Reichenbach'a* — примѣнить пары ²⁾ обыкновенныхъ чреновъ къ полученію соли—была практически осуществлена *v. Alberti* еще въ первой половинѣ этого столѣтія на швабскихъ промыслахъ (*Wilhelmshall, Friedrichshall, Hall*) и отсюда такъ называемыя „паровыя чрены“ перешли

¹⁾ Въ *Шенебекѣ*, сравненіе результатовъ дѣйствія обыкновеннаго чрена (въ 93 кв. м.) и аппарата Пиккара было очень невыгодно для послѣдняго. Такъ напр. за 4 мѣсяца (іюнь—сентябрь 1883 г.) было израсходовано на 5,000 кгр. (100 центн.) соли среднимъ числомъ:

Въ аппаратѣ Пиккара. 82,5 гектол. бур. угля.

„ обыкновен. (пробномъ) чренѣ 96,5 „ „ „

т. е. сбереженіе горючаго равнялось всего 14,5%; но эти числа не могутъ считаться нормальными, потому что количество перерывовъ въ дѣйствіи аппарата Пиккара было очень велико: на 70 дней дѣйствія приходилось около 52 дней остановокъ, между тѣмъ какъ за то же время обыкновенный чренъ работалъ въ теченіе 107 дней, при 15 дняхъ перерыва. За отдѣльные мѣсяцы сбереженіе угля въ аппаратѣ Пиккара доходило до 30%. Все устройство стоило около 90,000 марокъ и гарантированное сбереженіе топлива=50%. Въ 1884 г. дѣйствіе аппарата приостановлено.

Лучшіе результаты получены въ *Эбензее*, гдѣ аппаратъ Пиккара работаетъ и до сихъ поръ. Въ 1883 зав. году аппаратъ далъ за 208 дней дѣйствія 7,380 метр. центн. соли (по 100 кгр.), при среднемъ обходѣ въ 138,5 кгр. соли на 1 метр. центнеръ траунтальскаго лигнита. Обыкновенные чрены въ *Эбензее* (со ступенчатыми топками) дали въ томъ-же году средніе обходы въ 115,8—117,0 кгр. соли, что отвѣчаетъ среднему сбереженію въ топливѣ около 20%. Почти такое-же сбереженіе (около 17%) можетъ быть получено введеніемъ газовой топки, вмѣсто обыкновенныхъ. Такъ напр. газовыя топки системы *v. Balzberg'a*, примѣненныя къ тому-же траунтальскому лигниту и къ рассоламъ примѣрно той-же концентраціи, что и въ *Эбензее*, дали въ *Ischl'n* въ 1883 г. средній обходъ=137,2 кгр. соли.

Стоимость одного метрич. центнера соли изъ аппарата Пиккара въ *Эбензее*=123 крейцерамъ (1882 г.); стоимость соли изъ обыкновенныхъ чреновъ въ *Ишлѣ* и *Эбензее* не болѣе 105 крейцеровъ за центнеръ.

Въ 1881 году, когда аппаратъ Пиккара былъ еще новъ и поверхности нагрѣва чисты, то изслѣдовавшая его комиссія пашла сбереженіе въ углѣ противъ обыкн. чреновъ=52% (при 15-дневной компаніи).

²⁾ Правильнѣе воздухъ, насыщенный водянымъ паромъ.

на заводы Бадена (*Dürrheim, Rapp nau*) и восточной Франціи (*Varangéville*). Но многолѣтніе результаты, полученные на этихъ заводахъ, показываютъ, что дѣйствіе паровыхъ чреновъ является чрезвычайно медленнымъ и несовершеннымъ, вслѣдствіе незначительной разности температуръ и затрудненій, которыя встрѣчаетъ процессъ конденсаціи водяного пара въ присутствіи воздуха.

При задолженіи большой поверхности нагрѣва, по крайней мѣрѣ, равной поверхности главныхъ чреновъ, сбереженіе топлива въ 10—20%, даваемое примѣненіемъ пара, едва покрываетъ расходы на расширение и поддержаніе зданій, ремонтъ чреновъ и т. д. ¹⁾

Поэтому, не должно казаться удивительнымъ, что подобные паровые чрены считаются мало выгодными, и количество ихъ не только не увеличивается, а постепенно сокращается ²⁾.

Гораздо быстрѣе и совершеннѣе происходитъ конденсація водяного пара при отсутствіи воздуха, и полезное дѣйствіе паровыхъ чреновъ, работающихъ въ этихъ условіяхъ, можетъ быть значительно повышено. Это обстоятельство и составляетъ главнѣйшее преимущество испарительныхъ системъ съ герметически закрытыми аппаратами, дающими паръ почти несодержащій воздуха, и можно надѣяться, что въ будущемъ онѣ получатъ большее, чѣмъ въ настоящее время, распространеніе.

Вопросъ о *двукратномъ пользованіи теплотою топлива* разрѣшенъ наиболѣе простымъ способомъ въ системѣ, которую слѣдуетъ назвать *смишанной*.

Снабженный механическимъ выгребнымъ устройствомъ, закрытый главный чрени этой системы нагрѣвается топочными газами и получаетъ мелкую соль при постоянномъ кипѣніи разсола (безъ доступа воздуха); выдѣляющійся при этомъ паръ служитъ для нагрѣва второго чрена, въ которомъ производятся крупные сорта соли (при доступѣ воздуха). Поверхность нагрѣва парового чрена можетъ быть плоская (*Шенебекъ*) или трубчатая (*Arnshall, Rosières*, англ. заводы).

Представителями подобнаго рода устройствъ могутъ служить:

1) аппаратъ *Vogl'a* и *v. Bechtolsheim'a* ³⁾ (D. R. P. № 20391), строив-

¹⁾ Ремонтъ паровыхъ чреновъ сравнительно великъ, потому что желѣзные листы очень скоро ржавѣютъ отъ соприкосновенія съ нагрѣтымъ и влажнымъ воздухомъ.

²⁾ Подобное явленіе замѣчается на промыслахъ Швабин (*Friedrichshall*), Бадена (*Rapp nau*) и вост. Франціи (*Varangéville*).

Болѣе удобнымъ оказывается примѣненіе пара обыкнов. чреновъ не къ полученію соли, а къ *подогрѣву разсола* въ трубчатыхъ и др. аппаратахъ, имѣющихся на баварскихъ и австрійскихъ заводахъ. Сбереженіе топлива до 10% можетъ быть достигнуто въ этомъ случаѣ съ сравнительно небольшими затратами.

³⁾ Чрени, изобрѣтенный бергратомъ А. *Voglemъ* въ *Hallein'н*, имѣетъ форму горизонтальной призмы, съ поперечнымъ сѣченіемъ въ видѣ равнобедреннаго треугольника и нагрѣвается съ боковъ топочными газами. Образующаяся соль скатывается внизъ по наклоннымъ бокамъ чрена и извлекается оттуда при помощи желѣзнаго или деревяннаго винта, ось вращенія котораго идетъ параллельно линіи пересѣченія боковыхъ поверхностей нагрѣва. Два

шійся въ 1884 г. на тюрингенскомъ заводѣ *Arnshall* (около *Arnstadt'a*) и 2) система *крулыхъ чреновъ* (*Patentcircularpan* англичанина *Imp'a*), уже давно дѣйствующихъ на англійскихъ заводахъ и въ варницѣ „*Lindig*“ въ *Шенебекѣ* ¹⁾.

По сообщеніямъ *Warth'a* ²⁾ въ 1869 году на французскомъ заводѣ *Rosières* работало совершенно удовлетворительно проектированное г. *Gutton*'омъ устройство, представлявшее комбинацію *плоской четырехъугольной* сковороды съ *трубчатымъ* паровымъ чреномъ. Главный закрытый чрень имѣлъ внутри аппаратъ, придвигавшій соль къ двумъ зумпфамъ на узкихъ боковыхъ сторонахъ, откуда полученный продуктъ извлекался уже ручнымъ способомъ.

Дѣйствіе паровыхъ чреновъ въ смѣшанной системѣ нужно считать очень удовлетворительнымъ. По результатамъ, полученнымъ въ первые 10 мѣсяцевъ (1872—1873 г.) работы *крулыхъ чреновъ* варницы „*Lindig*“, имѣемъ по *Mehner'u* слѣдующій средній расходъ бураго угля на 100 центнеровъ соли:

въ варницѣ „*Lindig*“ 85,5 гектолитровъ.

въ обыкновенн. чренахъ 111,9 „

Слѣдовательно, сбереженіе въ углѣ = $\frac{26,4}{111,9} \times 100 = 23,5 \%$. Подобнаго

благопріятнаго результата швабскіе паровые чрены могутъ достигнуть лишь въ исключительныхъ случаяхъ. Но полученная величина еще далеко не опредѣляетъ *возможнаго* полезнаго дѣйствія чреновъ, нагрѣваемыхъ паромъ изъ закрытыхъ сковородъ. Въ варницѣ „*Lindig*“ утилизируются только пары, выдѣляющіеся при первомъ періодѣ солевареннаго процесса—увариваніи до засола (*Stören*), для котораго собственно и существуютъ круглые чрены. Пары отъ второго періода работы не могутъ быть примѣняемы, потому что осажденіе соли (*Soggen*) изъ сгущеннаго разсола происходитъ уже въ обыкновенныхъ крупносортныхъ чренахъ, нагрѣваемыхъ теряющимся жаромъ отъ круглыхъ.

При конденсаціи всего количества паровъ, образующихся при полномъ испареніи разсола, можно ожидать сбереженія въ горючемъ отъ 30 до 50%; смотря по правильности дѣйствія устройства ³⁾.

такихъ аппарата работаютъ въ *Hallein'* съ 1878 г. Аппаратъ *Vogl'a*, въ усовершенствованномъ видѣ, былъ примѣненъ (в. *Bechtolsheim'*омъ) для дѣйствія безъ доступа воздуха въ *Arnshall'*. Во время моего посѣщенія этого промысла (въ іюль 1884 г) не всѣ работы по постройкѣ были еще окончены. Описаніе и результаты дѣйствія чреновъ *Vogl'a* въ *Hallein'* будутъ сообщены мною впоследствии.

¹⁾ Круглые чрены работаютъ также въ *Иноврацлавѣ* и въ вост. Франціи. Испарительная система варницы „*Lindig*“ въ *Шенебекѣ* описана подробно *Mehner'*омъ въ *Preuss. Zeitschr.* за 1873 г. Bd. XXI стр. 135 и слѣд.

²⁾ *Beiträge*, стр. 124.

³⁾ Въ *Arnshall'* надѣются достигнуть съ аппаратомъ *Vogl'a* и в. *Bechtolsheim'a* сбереженія въ топливѣ до 40%.

Но если *вторичное* пользование теплотою въ упомянутыхъ аппаратахъ смѣшанной системы является довольно совершеннымъ, то нельзя сказать того-же относительно *первичнаго* пользованія, т. е. нагрѣва главнаго чрена. Напр. круглые чрены, взятые отдѣльно, не могутъ работать съ выгодой, и теряющей жаръ отъ нихъ долженъ примѣняться для фабрикаціи крупной соли въ обыкновенныхъ плоскихъ сковородахъ, что нельзя считать всегда удобнымъ.

Въ аппаратѣ *Vogl'a* и *Bechtolsheim'a* названный недостатокъ имѣетъ меньшее значеніе, но всетаки не волюнѣ устранить, потому что нагрѣвъ наклонныхъ стѣнокъ, при сравнительно большой толщинѣ слоя разсола, представляетъ нѣкоторыя затрудненія.

Не трудно видѣть, что названныя выше устройства, которыя, съ аппаратомъ Пиккара во главѣ, являются какъ бы предвозвѣстниками испарительныхъ системъ будущаго, въ настоящее время еще не могутъ считаться вполне испытанными и пригодными для всѣхъ разнообразныхъ условій, встрѣчающихся въ солеваренномъ дѣлѣ.

До тѣхъ поръ, пока техническія трудности, соединенныя съ введеніемъ испаренія безъ доступа воздуха, не будутъ преодолены надлежащимъ образомъ, практическому солеваренію придется пользоваться господствующими въ настоящее время испарительными системами, въ которыхъ главнѣйшее вниманіе обращено на *первичное* пользование теплотою горячаго матеріала, а примѣненіе паровъ имѣетъ нѣсколько подчиненное значеніе.

Сравнительное изученіе этихъ системъ и составляетъ цѣль настоящей работы, при чемъ я воспользуюсь главнымъ образомъ матеріалами, собранными мною во время посѣщенія соляныхъ промысловъ Германіи и Австріи въ 1883—1884 гг. ¹⁾.

Въ *первой главѣ* будетъ рассмотрѣнъ вопросъ о нагрѣвѣ чреновъ топочными газами.

Вторая глава—посвящена обзору испарительныхъ системъ на заводахъ *Сѣверной Германіи (Пруссіи)*.

Считаю своимъ пріятнымъ долгомъ выразить искреннюю признательность г. г. управителямъ и инженерамъ посѣщенныхъ мною германскихъ и австрійскихъ заводовъ; съ особенною благодарностью я долженъ упомянуть г.—дѣ: *Wagner'a* въ Дюрренбергѣ, *Leopold'a* въ Галле, *Haak'a* въ Зальцунгенѣ, берграта *Graeser'a* въ Вимифенѣ, *C. v. Balzberg'a* въ Ишлѣ, *M. v.*

¹⁾ По общему типу устройствъ, нѣмецкіе соляные промыслы можно раздѣлить на *четыре* слѣдующія группы:

- 1) Сѣверо-германская (*прусская*),
- 2) Южно-германская (заводы *Швабін, Гессена, Бадена*),
- 3) Баварская (*Верхняя Баварія*),
- 4) Австрійская (*Зальцбургъ, Зальцкаммергутъ, Штирія*).

Послѣднія двѣ группы имѣютъ очень много общаго между собою.

Arbesser'a въ Эбензее, берграта *A. Vogl'a* въ Галлейнѣ, берграта *Billing'a* въ Мюнхенѣ (прежде въ Розенгеймѣ), *Martins'a* въ Рейхенгаллѣ и директора баварскаго общества для наблюденія за паровыми котлами *Gysling'a* въ Мюнхенѣ.

Н. К.

ГЛАВА I.

Нагрѣвъ чрена топочными газами.

Нагрѣвательный аппаратъ соляной варницы, какъ и большинство заводскихъ нагрѣвательныхъ устройствъ вообще, состоитъ изъ слѣдующихъ трехъ главныхъ частей:

a) собственно топки, гдѣ происходитъ горѣніе и развивается необходимое для веденія процесса количество теплоты,

b) подчренного пространства (дымовыхъ ходовъ), гдѣ совершается передача теплоты, заключающейся въ топочныхъ газахъ, разсолу въ чренѣ (при посредствѣ металлическихъ стѣнокъ) и

c) дымовой трубы или эквивалентнаго ей аппарата (напр. вентилятора), назваченныхъ для доставленія горючему матеріалу необходимаго количества воздуха и для перемѣщенія газовыхъ массъ подъ чреномъ.

Подобное, довольно рѣзкое разграниченіе функций, свойственныхъ главнымъ частямъ нагрѣвательнаго аппарата, можетъ считаться нормальнымъ и наблюдается въ громадномъ большинствѣ случаевъ практики. Наибольшія отклоненія отъ указаннаго общаго типа встрѣчаются при такъ называемыхъ *прямыхъ поверхностяхъ нагрѣва*, когда топка (въ тѣсномъ смыслѣ) принимаетъ болѣе или менѣе значительное участіе въ передачѣ теплоты чрену и, съ другой стороны, процессъ горѣнія не ограничивается только ея предѣлами, но распространяется и на переднія части подчренного пространства ¹⁾.

Оставляя пока въ сторонѣ вопросъ о выгоду подобнаго совмѣщенія функций топки и подчренного пространства, замѣтимъ, что въ солеваренномъ дѣлѣ прямыя поверхности нагрѣва употребляются сравнительно рѣдко, лишь при извѣстномъ благопріятномъ сочетаніи условій, и поэтому имѣютъ подчиненное значеніе. Сообразно съ указанными тремя основными частями нагрѣвательнаго аппарата, вопросъ о рациональномъ употребленіи горючаго матеріала въ современной соляной варницѣ распадается, какъ въ практическомъ,

¹⁾ Горѣніе въ переднихъ частяхъ подчренного пространства происходитъ также и при топкахъ, перекрытыхъ сводами, особенно въ циркуляціонныхъ ходахъ съ большой начальной коростью газовъ.

такъ и въ теоретическомъ отношеніяхъ, на три главныхъ отдѣла, а именно:

1) Изученіе условій *полнаго сжиганія* различныхъ сортовъ горючаго матеріала; конструкція и размѣры необходимыхъ для этой цѣли топковъ.

2) Изученіе условій *наивыгоднѣйшей передачи теплоты* топочныхъ газовъ разсолу; соответственное устройство подчрэннаго пространства (дымовыхъ ходовъ) и опредѣленіе размѣровъ нагрѣвательной поверхности.

3) Опредѣленіе *сопротивленій*, испытываемыхъ газами при движеніи ихъ по различнымъ частямъ нагрѣвательной системы; конструкція и опредѣленіе размѣровъ дымовыхъ трубъ или другихъ соответствующихъ аппаратовъ (вентиляторовъ).

Не имѣя въ виду изслѣдованія всѣхъ поставленныхъ здѣсь вопросовъ, я позволю себѣ рассмотреть въ дальнѣйшемъ изложеніи лишь два первые отдѣла ¹⁾.

Въ настоящей главѣ, посвященной изслѣдованію вопроса о нагрѣвѣ чреновъ, я постараюсь не удаляться отъ тѣхъ условій, въ которыхъ работаютъ современные варницы ²⁾.

Примѣняясь къ этимъ условіямъ, мнѣ придется, въ сущности, разобрать только одинъ частный случай, именно—передачу теплоты разсолу при посредствѣ *плоскихъ металлическихъ поверхностей нагрѣва*, такъ какъ плоскіе чрены имѣютъ въ настоящее время исключительное распространеніе въ солеваренномъ дѣлѣ. Подобная точка зрѣнія, облегчая сравнительное изученіе, всетаки, не исключаетъ возможности примѣнять полученные результаты къ чренамъ, которые могутъ имѣть и другую форму поверхности нагрѣва, какими являются напр. чрены трубчатые, сѣдлообразные и др., не примѣняющіеся въ настоящее время въ солеваренной практикѣ ³⁾.

Разсматривая условія передачи теплоты, мы можемъ отнести солеваренные чрены, подобно *простымъ* системамъ паровыхъ котловъ, къ той категоріи нагрѣвательныхъ аппаратовъ, въ которыхъ нагрѣваемая жидкость предполагается находящейся въ *покоѣ* и имѣющей вездѣ *одинаковую, постоянную температуру* ⁴⁾.

¹⁾ Недостатокъ фактическихъ данныхъ не позволяетъ разслѣдовать вопросъ о воспроизведеніи *тяги* (третій отдѣлъ) съ достаточною полнотой. Критическое описаніе различныхъ системъ *топокъ* (первый отдѣлъ) будетъ сдѣлано при послѣдующихъ обзорахъ нѣмецкихъ соляныхъ промысловъ, которые пользуются самыми разнообразными сортами топлива.

²⁾ Нагрѣвъ разсола *съ поверхности*, безъ посредства металлическихъ стѣнокъ, хотя и предлагался неоднократно (системы *Полл*, *Веротта*), но не получилъ распространенія въ солеваренномъ дѣлѣ. Примѣняя газовыя топки вмѣсто обыкновенныхъ, *Bleibtren* ввелъ эту систему нагрѣва съ большимъ успѣхомъ на квасцовыхъ фабрикахъ.

³⁾ Чрены *трубчатые и сѣдлообразные* (*Sattelfannen*) пользуются большимъ распространеніемъ на фабрикахъ *Стассфурта* и *Леопольдсгалля* для сгущенія маточныхъ растворовъ послѣ кристаллизаціи хлористаго калия.

⁴⁾ Какъ извѣстно, различаются три главныхъ группы нагрѣвательныхъ устройствъ:

1) Аппараты, въ которыхъ нагрѣваемая жидкость *находится въ покоѣ* или не имѣетъ опредѣленнаго направленія движенія (*Nichtstromapparat*). Къ этой группѣ относятся солева-

Можно, повидимому, сказать, что эти два допущенія не совсѣмъ справедливы. Дѣйствительно, температуры въ передней и задней частяхъ чрена обыкновенно нѣсколько различаются, особенно въ періодъ осажденія соли (привода); но эта разность температуръ въ большинствѣ случаевъ очень незначительна (не болѣе 2° — 5°) и только при очень длинныхъ и узкихъ чренахъ можетъ достигать, въ видѣ исключенія, до 20° Ц. (напр. крупносортные чрены тюрингенскаго завода *Salzungen*). Вообще значительная разность температуръ разсола должна быть избѣгаема, потому что сильно вліяетъ на равномерность зерна и цвѣтъ получаемаго продукта, что достигается надлежащимъ отношеніемъ длины чрена къ его ширинѣ и соотвѣтственной конструкціей подчреннаго пространства ¹⁾.

Съ другой стороны, въ массѣ разсола наблюдается движеніе (циркуляція), по различнымъ направленіямъ, стремящееся къ уравниенію температуръ въ различныхъ пунктахъ чрена. Но эти движенія чрезвычайно разнообразны и не имѣютъ опредѣленнаго направленія ²⁾. Циркуляція всей массы разсола по какому нибудь одному опредѣленному направленію, хотя и можетъ быть наблюдаема въ нѣкоторыхъ случаяхъ, но представляетъ движеніе чрезвычайно медленное, которое дѣлается болѣе замѣтнымъ только при особой конструкціи чрена ³⁾. Относя солеваренные чрены и простѣйшіе паровые котлы къ одной и той-же категоріи нагрѣвательныхъ аппаратовъ, вовсе нельзя дѣлать заключенія, что они были-бы вообще тождественны относительно условій ихъ дѣйствія.

Особенное значеніе имѣетъ здѣсь осажденіе слоевъ соли и значительныя образованія чренного камня. По этой причинѣ, солеваренные чрены, даже при самыхъ благопріятныхъ условіяхъ, могутъ быть сравниваемы съ паровыми котлами, работающими на самой нечистой водѣ.

Разсмотрѣніе условій наивыгоднѣйшаго нагрѣва чреновъ и паровыхъ

ретенные чрены и простыя системы паровыхъ котловъ. Ихъ также называютъ аппаратами съ *однимъ токомъ* (газовымъ).

2) Когда направленія движеній жидкости и газовъ *совпадаютъ* (*Parallelstromapparat*).

3) Когда жидкость и газы движутся въ *противоположныя стороны* (*Gegenstromapparat*).

¹⁾ Отношеніе длины чрена къ его ширинѣ не должно быть болѣе 1,5—2. При циркуляціонныхъ дымовыхъ ходахъ легче достигнуть равномернаго распредѣленія температуръ въ чренѣ, чѣмъ при открытыхъ подчренныхъ пространствахъ съ свободнымъ движеніемъ газовъ (*Strahlenherd*). Въ *Salzungen* чрены (№№1—4) имѣютъ длину 20 метровъ, при ширинѣ въ 8 метровъ и раздѣлены поперечными перегородками на два отдѣленія, въ которыхъ получаютъ сорта соли различной крупности. Нагрѣвательная система представляетъ соединеніе *Strahlenherd'a* съ *Circulirherd'омъ*. Подобная комбинація выгодна для пользованія теплотой, но способствуетъ въ тоже время неравномерности распредѣленія температуръ по длинѣ чрена.

²⁾ Эти разнообразныя и неправильныя движенія въ массѣ жидкости увеличиваютъ въ значительной степени способность данной поверхности нагрѣва воспринимать теплоту топочныхъ газовъ.

³⁾ О чренахъ съ искусственной циркуляціей разсола см.: *Warth. Beiträge zur Hebung des Salinenbetriebs*, стр. 87; *Schäffer & Budenberg*. D. R. P. № 36544.

котловъ можетъ быть произведено по одному, и тому-же методу, и общій видъ уравненій, выражающихъ зависимость передачи теплоты отъ различныхъ факторовъ, можетъ быть одинаковъ, но абсолютныя величины постоянныхъ коэффициентовъ, входящихъ въ эти уравненія, являются часто совершенно различными и каждый разъ должны быть опредѣляемы на основаніи результатовъ дѣйствія соответствующихъ устройствъ.

Предполагая для всѣхъ частей нагрѣвъ. системы установившееся равновѣсіе въ приходе-расходѣ теплоты, назовемъ черезъ:

G —вѣсъ газовъ, посылаемыхъ въ часъ топками въ подчренное пространство,

c —среднюю ихъ теплоемкость,

T_1 —среднюю начальную температуру газовъ, съ которой они поступаютъ изъ топки въ подчренное пространство,

T_2 —среднюю конечную температуру газовъ, съ которой они оставляютъ поверхность нагрѣва, направляясь въ боровъ сушила или дымовой трубы,

t —постоянную температуру разсола,

F —величину поверхности нагрѣва въ квадратныхъ метрахъ,

q —нѣкоторую переменную величину, выражающую количество единицъ теплоты, передаваемыхъ въ часъ одному квадратному метру данной поверхности нагрѣва топочными газами съ произвольной температурой,

η_2 —нѣкоторый постоянный коэффициентъ, опредѣляющій ту часть теплоты, которая дѣйствительно передается поверхности нагрѣва съ пользою ¹⁾).

Предположимъ, что топочные газы приходятъ къ нѣкоторому безконечно—малому элементу поверхности нагрѣва dF съ нѣкоторой температурой T и, при дальнѣйшемъ движеніи подъ нимъ, испытываютъ пониженіе температуры — dT . Среднюю разность между температурами газовъ и разсола для элемента dF можно принять постоянной и равной $T-t$ ²⁾).

Количество теплоты dQ , переданное въ часъ элементу dF при охлажденіи газовъ, будетъ:

$$dQ = -\eta_2 c G dT.$$

Согласно условію, то-же количество теплоты dQ , воспринятое въ часъ элементомъ dF поверхности нагрѣва, должно равняться

$$dQ = q dF.$$

Приравнивая между собой оба выраженія, получаемъ извѣстное основное уравненіе передачи теплоты:

$$-\eta_2 G c dT = q dF \quad \dots \dots \dots (1)$$

Переменная величина q , входящая въ это уравненіе, имѣетъ суще-

¹⁾ $1-\eta_2$ = коэффициенту *охлажденія* газовъ, производимаго матеріалами стѣнъ и пода подчренного пространства. Величина этого коэффициента измѣняется въ предѣлахъ отъ 0,05 до 0,15.

²⁾ При этомъ дѣлается пренебреженіе безконечно малою величиною $\frac{dT}{2}$.

ственное значеніе и выражаетъ способность данной поверхности нагрѣва воспринимать теплоту; ниже будетъ показано, что q является функцией весьма многихъ факторовъ, но до сихъ принималась только зависимость ея отъ разности температуръ $T-t$.

Относительно вида функціи, опредѣляющей эту зависимость ¹⁾, въ литературѣ существуетъ разногласіе. Всѣ мнѣнія, высказанныя въ разное время по этому поводу, можно свести къ двумъ основнымъ предположеніямъ, сдѣланнымъ *Редтенбахеромъ* и *Рэнкиномъ*.

Редтенбахеръ ²⁾ и за нимъ большинство изслѣдователей, занимавшихся болѣе или менѣе самостоятельно даннымъ вопросомъ, какъ напр. *Weiss* ³⁾, *Noeggerath* ⁴⁾, *Harrez* ⁵⁾, *Schinz* ⁶⁾, *Grashof* ⁷⁾, *Gustav Schmidt* ⁸⁾ и друг. приняла, что передача теплоты совершается прямо пропорціонально разности температуръ топочныхъ газовъ и нагрѣваемой жидкости, слѣдовательно

$$q = k(T - t)$$

гдѣ k есть нѣкоторый постоянный для даннаго аппарата коэффициентъ, опредѣляющій количество единицъ теплоты, передаваемой газами одному квадратному метру поверхности нагрѣва въ часъ при разности температуръ въ 1° . Величина этого коэффициента должна быть опредѣляема эмпирически.

Свою гипотезу *Редтенбахеръ* основалъ на законѣ охлажденія *Ньютона*, который, какъ извѣстно, справедливъ только для небольшихъ разностей температуръ (не болѣе $20^\circ - 25^\circ$). Между тѣмъ, среднія разности температуръ, производимыя въ испарительныхъ аппаратахъ, могутъ достигать до 1000° и болѣе.

Все, что намъ извѣстно въ этомъ направленіи, показываетъ, что съ увеличеніемъ разности температуръ, при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ, передача теплоты растетъ не пропорціонально первой степени этой разности, а гораздо быстрѣе, именно нѣкоторой степени $1 + x$, гдѣ x вообще > 0 ⁹⁾.

Изслѣдованія *Дюлонга* и *Пти*, *Провостэ* и *Дезэна*, *Витца* (*Witz*), *Жа-*

¹⁾ При условіяхъ, въ которыхъ работаютъ испарительные аппараты, примѣняемые въ технику.

²⁾ *Redtenbacher. Der Maschinenbau.* 1863. Bd. II, стр. 335.

³⁾ *Th. Weiss. Allgemeine Theorie der Feuerungsanlagen.* 1862. стр. 72.

⁴⁾ *Der Civilingenieur.* Neue Folge. Bd. VI (1860), стр. 71—100.

⁵⁾ *Revue universelle des mines* t. XI (1862), стр. 49.

⁶⁾ *Schinz. Die Wärmemesskunst.* 2-te Ausgabe (1882), стр. 233.

⁷⁾ *Grashof. Theoretische Maschinenlehre.* Bd. I, стр. 946.

⁸⁾ *Zeiteshr. des Vereines deutscher Ingenieure.* 1873, стр. 36.

⁹⁾ Здѣсь имѣется въ виду простѣйшая зависимость, которая хотя-бы грубо-приблизительно выражала охлажденіе газа въ нагрѣвательной системѣ. *Péclet (Traité, t. I, стр. 517)* и другіе авторы, напр. *Witz, Mallard* и *Le Chatelier* употребляютъ обыкновенное параболическое выраженіе слѣдующаго вида:

$$q = a(T-t) + b(T-t)^2.$$

мена и Ришара и др. показываютъ, что для разностей температуръ, не превосходящихъ, 200° , величина этого показателя измѣняется отъ 1,1 до 1,3²⁾. Отсюда слѣдуетъ, что коэффициентъ k въ гипотезѣ Редтенбахера не можетъ считаться постояннымъ, а долженъ увеличиваться вмѣстѣ съ возрастаніемъ разности температуръ.

Рэнкинъ¹⁾ сдѣлалъ простѣйшее предположеніе, что

$$k = \mu(T - t)$$

или

$$q = \mu(T - t)^2$$

гдѣ μ — нѣкоторый постоянный для даннаго устройства коэффициентъ.

Гипотеза Рэнкина получаетъ себѣ подтвержденіе въ послѣднихъ изслѣдованіяхъ Mallard'a и Le Chatelier²⁾, нашедшихъ, что охлажденіе азота, кислорода и окиси углерода отъ 2700° до 600° совершается пропорціо-нально квадрату разностей температуръ газа и жидкой среды; ниже 600° охлажденіе слѣдуетъ уже меньшимъ степенямъ разности температуръ, что согласно съ упомянутыми выше изслѣдованіями Вица, Жамена и Ришара и друг.

Такимъ образомъ гипотеза Рэнкина, хотя и не можетъ назваться стро-го точною для всѣхъ разностей температуръ, но все-таки гораздо ближе подходитъ къ дѣйствительности, чѣмъ предположеніе Редтенбахера, осо-бенно если мы припомнимъ, что топочные газы оставляютъ поверхности на-грѣва чреновъ и паровыхъ котловъ съ температурами, лишь въ рѣдкихъ случаяхъ меньшими $200^\circ - 300^\circ$.

Въ послѣднее время R. Werner³⁾, Bock и Zwiemer⁴⁾, Schwack-höfer⁵⁾, Ferrini⁶⁾ и др. изслѣдователи приняли гипотезу Рэнкина какъ основаніе для разработки различныхъ вопросовъ, касающихся нагрѣва па-ровыхъ котловъ.

Но опредѣленіе коэффициентовъ a и b на дѣйствующихъ испарительныхъ устройствахъ пред-ставляетъ большія затрудненія, а часто даже совершенно невозможно; приходилось-бы строить специально назначенные для этой цѣли аппараты. Кромѣ того указанная формула приводитъ къ очень сложнымъ уравненіямъ, примѣненіе которыхъ въ практикѣ нельзя считать удобнымъ (см. Rankine. Steam engine. 6 edit. стр. 264). Слѣдуетъ также замѣтить, что вопросъ объ охлажденіи движущихся газовъ почти не подвергался точному изслѣдованію.

¹⁾ Rankine. Steam engine. 6 edit. 1873, стр. 260.

²⁾ Bull. de la Soc. chimique de Paris. t. 39. (1883), стр. 102; рефератъ въ Журн. Р. Ф. Химич. Общ. 1884, стр. 95. Въ позднѣйшемъ перечисленіи результатовъ своихъ опытовъ Mal-lard и Le Chatelier нашли болѣе удобнымъ выразить зависимость охлаждения газа отъ раз-ности температуръ болѣе общою параболическою формулою съ двумя коэффициентами (Re-cherches sur la combustion des mélanges gazeux explosifs. Paris. 1883. стр. 140 и слѣд.).

³⁾ Prof. R. Werner. Eine neue Dampfkesseltheorie. Berlin. 1877, стр. 8. (См. также Zeitschr. des Ver. deutscher Ing. 1877, стр. 145 и слѣд.).

⁴⁾ Thielmann. Die neuesten Fortschritte über vollst. Dampfkesselanlagen. 1882, стр. 142 и слѣд.

⁵⁾ Schwackhöfer. Technologie der Wärme und des Wassers. 1883, стр. 13.

⁶⁾ Ferrini. Technologie der Wärme, 1878, стр. 73.

Сравненіе условій примѣнимости этихъ двухъ основныхъ предположеній къ нагрѣву чреновъ и составляетъ цѣль настоящей главы.

Вставляя значеніе для q въ основное уравненіе передачи теплоты и раздѣляя переменныя, мы получимъ по *гипотезѣ Редтенбахера*:

$$dF = - \frac{\eta_2 cG}{k} \frac{dT}{T-t}$$

Интегрируя въ предѣлахъ отъ 0 до F и отъ T_1 до T_2 , имѣемъ:

$$F = \frac{\eta_2 cG}{k} \operatorname{lognat} \frac{T_1 - t}{T_2 - t} \dots \dots \dots (2)$$

но $\eta_2 cG(T_1 - T_2) = Q$,

гдѣ Q — обозначаетъ количество теплоты, передаваемое въ часъ на всей поверхности нагрѣва F . Отсюда

$$\eta_2 cG = \frac{Q}{T_1 - T_2}$$

Вставляя значеніе для $\eta_2 cG$ въ урав. (2)*a*, получаемъ извѣстное выраженіе:

$$F = \frac{Q}{k(T_1 - T_2)} \operatorname{lognat} \frac{T_1 - t}{T_2 - t} \dots \dots \dots (2b)$$

или, переходя къ обыкновеннымъ логарифмамъ ¹⁾,

$$F = \frac{2,3026}{(T_1 - T_2)} \operatorname{logvulg} \frac{T_1 - t}{T_2 - t} \dots \dots \dots (3)$$

По урав. (2) или (5) опредѣляется величина поверхности нагрѣва, если извѣстны Q , k , T_1 и T_2 ; наоборотъ, при извѣстныхъ F , Q , T_1 и T_2 можно опредѣлить k ,

$$= \frac{Q}{F(T_1 - T_2)} \operatorname{lognat} \frac{T_1 - t}{T_2 - t} \dots \dots \dots (4)$$

$$= \frac{2,3026Q}{F(T_1 - T_2)} \operatorname{logvulg} \frac{T_1 - t}{T_2 - t} \dots \dots \dots (5)$$

Всѣ величины, входящія въ урав. (4) и (5) обыкновенно извѣстны или, по крайней мѣрѣ, доступны прямому наблюденію.

Редтенбахеръ нашелъ для паровыхъ котловъ, съ поверхностями нагрѣва нѣсколько загрязненными, $k = 23$ ед. теплоты; эта величина была

¹⁾ Ср. *G. Schmidt* въ *Thielmann's Handbuch über vollständige Dampfkesselanlagen*. 2te Aufl 1881, стр. 197.

также принята *Noeggerath'омъ* ¹⁾ и для солеваренныхъ чреновъ, но подобное допущеніе далеко не всегда соотвѣтствуетъ дѣйствительности. Въ настоящее время нужно считать несомнѣнно доказаннымъ, что *k* не можетъ оставаться одинаковымъ не только для различныхъ нагрѣвательныхъ системъ, но даже для одного и того же устройства въ различные періоды его дѣйствія ²⁾. Существенное вліяніе оказываетъ при этомъ состояніе поверхности нагрѣва, т. е. большее или меньшее загрязненіе ея сажей снаружи и отложенія чренного камня на внутренней сторонѣ.

Для *швабскихъ варницъ* д-ръ *Warth* ³⁾ нашелъ, что *k* измѣняется отъ 9—25 ед. теплоты и, какъ среднее изъ всѣхъ найденныхъ величинъ, получилъ *k* = 16,6. Для одного изъ чреновъ въ *Wilhelmshall'н* имъ было предложено уменьшеніе *k* въ предѣлахъ одной и той же вари отъ 14 до 7 — 8 ед. теплоты.

Изъ урав. (2)а имѣемъ;

$$T_2 - t = (T_1 - t)e^{-mF} \quad (6)$$

гдѣ $m = \frac{k}{\eta_2 c G}$ = постоянной величинѣ для данной нагрѣв. системы съ извѣст-

ною производительностью. Точно также можно написать вообще

$$T_x - t = (T_1 - t)e^{-mx} \quad (7)$$

гдѣ *T_x* обозначаетъ температуру газовъ въ разстояніи *x* отъ начала поверхности нагрѣва ⁴⁾. Урав. (7) представляетъ уравненіе *логарифмической линіи* и даетъ возможность вычислить температуры газовъ въ любомъ пунктѣ подчренного пространства. Зная распределеніе температуры и не принимая во вниманіе

¹⁾ *Der Civilingenieur*. N. F. Bd. VI, стр. 71, § 14.

²⁾ Для паровыхъ котловъ *k* можетъ измѣниться отъ 10 — 15 (въ подогревателяхъ) до 36 (въ котлахъ съ двумя внутренними трубами). См. статью *Vock'a* и *Zwäuer'a* въ *Thielmann's Handbuch*. Bd. II, стр. 145.

Въ котлахъ съ энергической циркуляціей воды коэффициентъ *k*, по всей вѣроятности, еще больше.

³⁾ *Beiträge*, стр. 10.

⁴⁾ Д-ръ *Warth* (л. с. стр. 7) пользуется для опредѣленія конечныхъ температуръ и коэф. *k* формулою, которая въ принятыхъ мною обозначеніяхъ, имѣетъ слѣдующій видъ:

$$T_2 - t = (T_1 - t) \left(1 - \frac{k}{\eta_2 c G} \right)^F = (T_1 - t) (1 - m)^F.$$

Но это выраженіе пужно считать только приблизительнымъ, потому что при выводѣ его принимается постоянство разностей температуръ не на бесконечно малыхъ элементахъ поверхности нагрѣва, а на конечныхъ, равныхъ одному квадратному метру, участкахъ. Подобный-же методъ для вычисленія температуръ газовъ примѣнялъ еще раньше *Schinz*. Не трудно получить написанное выше выраженіе изъ урв. (6), которое можетъ быть представлено для этой цѣли въ слѣдующемъ видѣ:

$$T_2 - t = (T_1 - t) (e^{-m})^F = (T_1 - t) \left(1 - m + \frac{m^2}{1.2} - \frac{m^3}{1.2.3} + \right)^F$$

Пренебрегая третьимъ и слѣдующими членами строки разложенія, получаемъ урав., употребляемое *Warth'омъ*

$$T_2 - t = (T_1 - t) (1 - m)^F$$

уменьшенія скорости отъ тренія, можно вычислить послѣдовательныя измѣненія поперечныхъ сѣченій такого канала, въ которомъ скорость движенія газовъ оставалась бы приблизительно постоянной во все время ихъ движенія подъ чреномъ. При постоянной ширинѣ, продольный профиль подобнаго канала долженъ быть ограниченъ (снизу) нѣкоторой логарифмической линіей (*Noeggerath*).

Урв. (7) позволяетъ также найти распредѣленіе передачи теплоты въ различныхъ частяхъ чрена (или пароваго котла). Прибавляя къ обѣимъ частямъ этого уравненія по $-(T_1-t)$ и помножая ихъ на $\eta_2 cG$, получимъ:

$$Q_x = \eta_2 cG (T_1 - T_x) = \eta_2 cG (T_1 - t) (1 - e^{-mx})$$

Q_x — обозначаетъ количество теплоты, передаваемое на всѣй поверхности нагрѣва. Дадимъ x (по длинѣ) нѣсколько послѣдовательныхъ и равныхъ между собою приращеній, въ a кв. метровъ каждое. Тогда количества теплоты Q_{x+a} , Q_{x+2a} , Q_{x+3a} и т. д., переданныя на поверхностяхъ $x+a$, $x+2a$, $x+3a$ и т. д., будутъ:

$$\begin{aligned} Q_{x+a} &= \eta_2 cG (T_1 - t) (1 - e^{-m(x+a)}) \\ Q_{x+2a} &= \eta_2 cG (T_1 - t) (1 - e^{-m(x+2a)}) \\ Q_{x+3a} &= \eta_2 cG (T_1 - t) (1 - e^{-m(x+3a)}) \text{ и т. д.} \end{aligned}$$

Для количествъ теплоты q_1 , q_2 , q_3 . . . , переданныхъ на первомъ, на второмъ, третьемъ и т. д. приращеніяхъ, будемъ имѣть:

$$\begin{aligned} q_1 &= Q_{x+a} - Q_x = \eta_2 cG (T_1 - t) (e^{-ma} - 1) e^{-mx} \\ q_2 &= Q_{x+2a} - Q_{x+a} = \eta_2 cG (T_1 - t) (e^{-m(x+a)} - 1) e^{-m(x+a)} \\ q_3 &= Q_{x+3a} - Q_{x+2a} = \eta_2 cG (T_1 - t) (e^{-m(x+2a)} - 1) e^{-m(x+2a)} \text{ и т. д.} \end{aligned}$$

Нетрудно видѣть, что величины q_1 , q_2 , q_3 . . . образуютъ геометрическую прогрессию, знаменатель которой равняется:

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{q_2}{q_3} = \dots = \frac{q_n}{q_{n+1}} = e^{ma} \dots \quad (8)$$

Такимъ образомъ, отношеніе между количествами теплоты, переданными на двухъ соседнихъ участкахъ равной поверхности, есть постоянная величина.

Этотъ весьма важный и интересный выводъ изъ гипотезы Редтенбахера былъ полученъ въ первый разъ бельгійскимъ горнымъ инженеромъ *P. Navrez'омъ* ¹⁾ и поэтому нерѣдко носитъ названіе закона его-же имени ²⁾.

Какъ будетъ показано ниже, многіе изъ результатовъ 'опытныхъ изслѣдованій *Graham'a*, *Williams'a* и *Дорошенко* довольно хорошо согласуются

¹⁾ *Revue universelle des mines*, t. XI. (1862) стр. 49.

²⁾ См. *Ferrini. Technol. der Wärme*, стр. 315; *Valerius. Les applications de la chaleur* 3-me edit. (1879); стр. 221.

съ этимъ теоретическимъ выводомъ, который до настоящаго времени служить однимъ изъ главнѣйшихъ опорныхъ пунктовъ гипотезы *Редтенбахера*

Обратимся теперь къ *предположенію Рэнкина*. Вставляя значеніе для $q = \mu(T-t)^2$ въ основное уравненіе и раздѣляя переменныя, имѣемъ:

$$dF = -\frac{\eta_2 c G}{\mu} \frac{dT}{(T-t)^2}$$

Интегрируя въ предѣлахъ отъ 0 до F и отъ T_1 до T_2 , получимъ

$$F = \frac{\eta_2 c G}{\mu} \left(\frac{1}{T_2 - t} - \frac{1}{T_1 - t} \right) = \frac{\eta_2 c G (T_1 - T_2)}{\mu (T_1 - t)(T_2 - t)} \quad \dots (9)$$

но

$$\eta_2 c G (T_1 - T_2) = Q$$

тогда

$$F = \frac{Q}{\mu (T_1 - t)(T_2 - t)} \quad \dots (10)$$

отсюда находимъ выраженіе для μ :

$$\mu = \frac{Q}{F (T_1 - t)(T_2 - t)} \quad \dots (11)$$

Иногда вмѣсто μ употребляется его обратная величина $\frac{1}{\mu} = a$, опредѣляющая сопротивленіе переходу теплоты (*Rankine, Ferrini, Schwackhöfer*). Для тѣхъ же условій, при которыхъ по гипотезѣ Редтенбахера вычисляется $k=23$, получаемъ $\mu=0,0529$ (*Ferrini*). Для различныхъ нагрѣвательныхъ устройствъ μ можетъ измѣняться отъ 0,025 до 0,120 и болѣе.

Изъ урв. (9) имѣемъ

$$T_2 - t = \frac{\frac{\eta_2 c G}{\mu}}{\frac{\eta_2 c G}{\mu (T_1 - t)} + F}$$

но η_2, c, G, μ и $T_1 - t$ для даннаго устройства являются постоянными величинами; поэтому, обозначая для простоты

$$\frac{\eta_2 c G}{\mu} = A \quad \text{и} \quad \frac{\eta_2 c G}{\mu (T_1 - t)} = B,$$

имѣемъ:

$$T_2 - t = \frac{A}{B + F} \quad \dots (12)a$$

или вообще

$$(T_x - t) (B + x) = A \quad \dots (12)b$$

гдѣ T_x — обозначаетъ температуру газовъ въ разстояніи x отъ начала поверхности нагрѣва.

Урв. (12)в представляетъ равностороннюю *гиперболу*, отнесенную къ ея асимптотамъ, и имѣеть здѣсь значеніе, аналогичное урв. (7) въ гипотезѣ Редтенбахера. Измѣряя температуры въ различныхъ пунктахъ подчрennaго пространства (дымовыхъ ходовъ), мы имѣемъ возможность судить, насколько дѣйствительное распредѣленіе ихъ соотвѣтствуетъ вычисляемому по урв. (12)в.

Такъ какъ $B = \frac{\eta_2 c G}{\mu(T_1 - t)}$ представляетъ вообще малую величину, то въ нѣкоторыхъ случаяхъ, напр., когда x по сравненію съ B достаточно велико, послѣдней величиной въ урв. (12)в можно пренебречь; тогда получимъ приблизительно:

$$(T_x - t)x = A = \text{Const} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)c$$

т. е. разности температуръ обратно пропорціональны величинамъ поверхностей нагрѣва, охватываемыхъ газами. *Vosk* и *Zwiauer*, при своихъ изслѣдованіяхъ надъ паровыми котлами сахарнаго завода въ *Schlappanitz*, нашли, что подобное измѣненіе температуръ приблизительно согласуется съ дѣйствительностью. Но урв. (12)c, примѣняемое *Vosk*'омъ и *Zwiauer*'омъ, можетъ быть справедливо лишь для тѣхъ пунктовъ подчрennaго пространства или дымовыхъ ходовъ, которые находятся въ достаточно большомъ удаленіи отъ начала поверхности нагрѣва ¹⁾.

Урв. (12)в, выражая распредѣленіе температуръ въ подчрennemъ пространствѣ, даетъ возможность вычислить измѣненіе сѣченій, соотвѣтствующихъ каналамъ постоянной скорости. При постоянной ширинѣ, продольный профиль такого канала будетъ ограниченъ *гиперболической линіей*.

Изслѣдуемъ распредѣленіе теплоты, передаваемой на различныхъ участкахъ поверхности нагрѣва.

Обозначимъ черезъ x — нѣкоторую поверхность нагрѣва и черезъ T_x — температуру газовъ въ концѣ ея; тогда, вставивъ эти величины въ урв. (10), имѣемъ

$$Q_x = \mu(T_1 - t)(T_x - t)x$$

гдѣ Q_x = количеству теплоты, переданной газами на всей поверхности x . Вставляя сюда вмѣсто $T_x - t$ его значеніе изъ урв. (12)в и обозначивъ для краткости $\mu(T_1 - t) = M$, получимъ

$$Q_x = \frac{Mx}{B + x} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

Дадимъ x (по длинѣ) нѣсколько послѣдовательныхъ и равныхъ между собою приращеній, въ a кв. метровъ каждое; по урв. (13) количества теплоты, переданныя на поверхностяхъ $x+a$, $x+2a$, $x+3a$, будутъ:

¹⁾ Полагая въ уравненіи *Vosk*'а и *Zwiauer*'а —(12)c $x=0$, получаемъ начальную температуру газовъ $T_1 = \infty$, что очевидно невозможно.

$$Q_{x+2a} = \frac{M(x+a)}{B+x+a}$$

$$Q_{x+2a} = \frac{M(x+2a)}{B+x+2a}$$

$$Q_{x+3a} = \frac{M(x+3a)}{B+x+3a} \text{ и т. д.}$$

Количества теплоты $q_1, q_2, q_3 \dots q_n$, переданныя на первомъ, на второмъ, третьемъ и т. д. приращеніяхъ, выразятся черезъ:

$$q_1 = Q_{x+a} - Q_x = \frac{M Ba}{(B+x)(B+x+a)}$$

$$q_2 = Q_{x+2a} - Q_{x+a} = \frac{M Ba}{(B+x+a)(B+x+2a)}$$

$$q_3 = Q_{x+3a} - Q_{x+2a} = \frac{M Ba}{(B+x+2a)(B+x+3a)} \text{ и т. д.}$$

Взявъ отношенія, имѣемъ:

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{B+x+2a}{B+x} = 1 + \frac{2a}{B+x}$$

$$\frac{q_2}{q_3} = \frac{B+x+3a}{B+x+a} = 1 + \frac{2a}{B+x+a}$$

и вообще

$$\frac{q_n}{q_{n+1}} = \frac{B+x+(n+1)a}{B+x+(n-1)a} = 1 + \frac{2a}{B+x+(n-1)a} \dots (14a)$$

Отсюда слѣдуетъ, что отношеніе между количествами теплоты, передаваемыми на сосѣднихъ участкахъ, не является постоянной величиной, а постепенно убываетъ, (приближаясь къ единицѣ) по мѣрѣ удаленія отъ начала поверхности нагрѣва.

Когда вся поверхность нагрѣва раздѣлена (по длинѣ) на $n+1$ равныхъ частей, то, полагая въ выраженіи (14) $x=0$, получимъ:

$$\frac{q_n}{q_{n+1}} = 1 + \frac{2a}{B+(n-1)a} \dots (14b)$$

или

$$\frac{q_n}{q_{n+1}} = 1 + 2a[B+(n-1)a]^{-1}$$

Проф. *Ferrini* ¹⁾ разлагаетъ послѣдній двучленъ по возрастающимъ степенямъ $(n-1)a$

¹⁾ *Technologie der Wärme*, стр. 78.

$$\frac{q_n}{q_{n+1}} = 1 + \frac{2a}{B} - \frac{2a^2(n-1)}{B^2} + \frac{2a^3(n-1)^2}{B^3} - \dots$$

и, пренебрегая вторымъ и слѣдующими членами строки разложенія, находить:

$$\frac{q_n}{q_{n+1}} = 1 + \frac{2a}{B} = \text{Const.}$$

т. е. по *Ferrini* гипотеза *Рэнкина* приводитъ къ заключенію, аналогичному съ закономъ *Havrez'a*, выводимымъ изъ предложенія *Редтенбахера*.

Но разложеніе двучлена $B+(n-1)a$ по возрастающимъ степенямъ $(n-1)a$ можетъ быть справедливо только при $B > (n-1)a$, между тѣмъ какъ для большинства испарительныхъ устройствъ, особенно для солеваренныхъ чреновъ, рассчитанныхъ на болѣе или менѣе экономическое пользованіе горючимъ матеріаломъ, имѣемъ наоборотъ $(n-1)a > B$ ¹⁾; слѣдовательно, разложеніе должно быть произведено по возрастающимъ степенямъ B ; тогда имѣемъ:

$$\frac{q_n}{q_{n+1}} = 1 + \frac{2a}{(n-1)a} - \frac{2aB}{(n-1)^2a^2} + \frac{2aB^2}{(n-1)^3a^3} \dots$$

Отсюда видно, что искомое отношеніе не можетъ быть постояннымъ для всѣхъ участковъ, на которые раздѣлена поверхность нагрѣва¹⁾.

Такимъ образомъ, относительно распредѣленія передачи теплоты гипотезы *Редтенбахера* и *Рэнкина* приводятъ къ двумъ различнымъ выводамъ, и законъ *Havrez'a* является вообще не совмѣстимымъ съ предположеніемъ *Рэнкина*.

Пользуясь опытными данными относительно уменьшенія испарительной способности послѣдовательныхъ частей поверхности нагрѣва, можно судить о согласіи съ дѣйствительностью того или другого основного предположенія. Это тѣмъ болѣе важно, что при современномъ положеніи нашихъ фактическихъ знаній, подобный методъ провѣрки представляется почти единственнымъ.

Измѣреніе температуръ въ подчренномъ пространствѣ (дымовыхъ ходахъ) и сравненіе ихъ съ вычисленными по уравненіямъ (7) или (12)^b, могли бы служить для той-же цѣли. Но, къ сожалѣнію, всѣ температурныя

¹⁾ Величина B измѣняется примѣрно отъ $0,1F$ до $0,5F$. Послѣднее значеніе относится къ паровымъ котламъ съ сильно напряженной (форсированной) паропроизводительностью, когда сжигается до 6 килограммовъ кам. угля на 1 квадр. метръ поверхности нагрѣва. Нужно замѣтить, впрочемъ, что опытные аппараты *Graham'a* и *Дорошенко* представляютъ примѣры такой форсированной производительности, и замѣчаніе *Ferrini* можетъ имѣть здѣсь нѣкоторое значеніе, особенно въ связи съ другими обстоятельствами (напр. измѣненіемъ времени соприкосновенія. См. ниже).

опредѣленія, которыми располагаетъ литература нашего вопроса, на столько отрывочны и неточны, что выводить изъ нихъ какія-либо слѣдствія было-бы нѣсколько рискованно ¹⁾.

Нельзя не обратить вниманіе изслѣдователей на эту сторону вопроса, тѣмъ болѣе, что температурныя наблюденія могутъ быть произведены безъ особыхъ затратъ и расходовъ, почти на всѣхъ испарительныхъ устройствахъ, назначенныхъ для валового производства. Тѣ-же результаты, которые получаются съ небольшими опытными аппаратами, всегда будутъ имѣть для практики сравнительно подчиненное значеніе.

Въ виду практической важности ²⁾, опредѣленіемъ испарительной способности послѣдовательныхъ частей поверхности нагрѣва занимались многіе изслѣдователи, напр. *Wye Williams* (1850) ³⁾, *Graham* (1858) ⁴⁾, *Noeggerath* (1862—1863) ⁵⁾, *Дорошенко* (1871) ⁶⁾, *Petiet* (1873) ⁷⁾ и другіе.

Уравненія (8) и (14)*b* показываютъ, что если-бы для опытныхъ аппаратовъ, съ которыми работали названные авторы, были извѣстны постоянныя m или B , то искомое отношеніе $q_n : q_{n+1}$ можно было-бы опредѣлить заранѣе и тогда сравнить полученные вычисленіемъ результаты съ данными опыта. Но отъ подобнаго сравненія приходится отказаться, потому-что ни одинъ изъ изслѣдователей не опредѣлялъ тѣхъ величинъ, которыя необходимы для вычисленія m или B ⁸⁾.

Наиболѣе подходящими для нашей цѣли являются работы надъ уменьшеніемъ испарительной способности въ отрѣзкахъ (звеньяхъ) паровыхъ котловъ (*Graham*, *Дорошенко*) и открытыхъ сковородъ или чреновъ (*Noeggerath*, *Graham*).

¹⁾ Мною уже было упомянуто объ изслѣдованіяхъ *Вокъ'a* и *Zwiauer'a* (см. стр. 19) Болѣе систематическія и подробныя измѣренія температуръ произведены *Noeggerath'омъ* по калориметрическому методу. По моимъ вычисленіямъ распредѣленіе ихъ довольно близко согласуется съ гиперболическимъ урв. (12)*b* гипотезы Рэнкина.

²⁾ Для опредѣленія размѣровъ поверхности нагрѣва.

³⁾ *Le Technologiste*; t. XIX, стр. 431. *Morin et Tresca*. *Traité de machines*. 1863, стр. 339—348.

⁴⁾ См. *Études sur la combustion de la houille*. Mulhouse. 1875, стр. 99.

⁵⁾ *Der Civilingenieur*, N. F. Bd. X (1864), стр. 381, 437 и 449; *Zeitschr. des Ver. deutscher Ing.* 1865, стр. 66.

⁶⁾ *Горный Журналъ*. 1871. III, стр. 373.

⁷⁾ См. *P. Havrez. Vaporisation décroissante en progression géométrique* Paris, стр. 14. и сл (изъ *Ann. du Génie civil* за 1874 г.). Въ этой интересной брошюрѣ имѣется наиболѣе полный сводъ и вычисленіе результатовъ изслѣдованій *Graham'a*, *Williams'a*, *Petiet* и инженеромъ франц. сѣверной желѣзной дороги. Обширныя работы *Noeggerath'a* остались, повидимому, неизвѣстными автору.

⁸⁾ Всѣ названныя работы были произведены въ тѣ времена, когда газовый анализъ еще не получилъ того обширнаго примѣненія къ изслѣдованію топокъ, которымъ онъ пользуется въ настоящее время.

Graham употреблялъ для своихъ опытовъ три, равныхъ между собою, отрѣзка парового котла, каждый въ 0,915 метр. длиною и діаметромъ. Плоская колосниковая рѣшетка (шириною въ 0,61 м.) имѣла длину въ 0,915 м. и находилась подъ первымъ отрѣзкомъ на разстояніи около 22 см. отъ поверхности нагрѣва. Подъ вторымъ и третьимъ звеньями проходилъ дымовой каналъ съ постоянной высотой (около 11 см.).

Результаты 11-ти опытовъ *Graham*'а представлены на слѣдующей таблицѣ, при чемъ количество воды, испаренной первымъ отрѣзкомъ, принято за 100:

№№ опы- товъ.	Количество испаренной воды (<i>q</i>) въ килограммахъ.			Отношенія.		Общее ко- личество воды испа- рен. на 1 кгр. кам. угля.	Сожжено угля ки- лограмовъ	Продолжительность опыта.	
	1-й отр.	2-й отр.	3-й отр.	$q_1 : q_2$	$q_2 : q_3$			часовъ.	минуть.
2 ¹⁾	100	22,8	13,8	4,34	1,65	5,26	190	6	30
3	100	27,8	15,1	3,60	1,84	5,19	367	10	55
4	100	39,4	20,3	2,54	1,94	4,68	314	6	30
5	100	33,5	16,4	2,98	2,04	3,98	217	9	10
6	100	32,9	12,8	3,04	2,57	4,42	226	6	50
7	100	29,0	12,0	3,45	2,42	4,87	214	8	15
8	100	28,6	9,7	3,50	2,95	3,83	214	9	25
9	100	37,0	16,0	2,70	2,31	4,63	221	5	15
10	100	36,0	13,0	2,78	2,77	4,02	219	7	00
11	100	50,7	24,0	1,97	2,11	4,64	220	5	25
12	100	44,4	22,9	2,25	1,94	4,59	221	7	45

Отсюда видно, что отношенія между количествами воды, испаренными на сосѣднихъ отрѣзкахъ, только въ опытѣ № 10 почти равны между собою, во всѣхъ-же другихъ они замѣтно убываютъ отъ начала къ концу поверхности нагрѣва. Въ тоже время не трудно видѣть, что наибольшую разницу въ отношеніяхъ представляютъ первые опыты (№№ 2—8) и наименьшую—последніе (№№ 8—12). Принявъ количество воды, испаренной последнимъ отрѣзкомъ, за единицу, *Havrez* ²⁾ представляетъ результаты *Graham*'а въ видѣ слѣдующихъ рядовъ:

№№ Опытовъ.	Количество испаренной воды.		
	1-й отрѣзокъ	2-й отрѣзокъ.	3-й отрѣзокъ.
2.	2,65 (1,65) ²	(1,65) ¹	(1,65) ⁰ =1
3.	2,00 (1,83) ²	(1,83) ¹	(1,83) ⁰
5.	1,46 (2,05) ²	(2,05) ¹	(2,05) ⁰
7.	1,41 (2,42) ²	(2,42) ¹	(2,42) ⁰
8.	1,18 (2,96) ²	(2,96) ¹	(2,96) ⁰
9.	1,16 (2,31) ²	(2,31) ¹	(2,31) ⁰
10.	1,00 (2,77) ²	(2,77) ¹	(2,77) ⁰
11.	0,93 (2,11) ²	(2,11) ¹	(2,11) ⁰
12.	1,14 (1,94) ²	(1,94) ¹	(1,94) ⁰

¹⁾ *Graham* не сообщаетъ результатовъ перваго опыта.

²⁾ *Vapourisation décroissante en progression géométrique*, стр. 12.

Изъ этой таблицы видно, что наибольшія уклоненія отъ закона геометрической прогрессіи представляютъ первые опыты (№№ 2—8), когда кладка топки и дымового хода не успѣла еще прогрѣться и прити къ нѣкоторому постоянному состоянію равновѣсія относительно получаемой и отдаваемой ею теплоты. Въ послѣднихъ опытахъ (№№ 8—12), когда кладка, повидимому, уже пришла въ стационарное состояніе, количества испаренной воды могутъ считаться убывающими приблизительно согласно съ геометрической прогрессіей гипотезы Редтенбахера. Но согласіе расчета съ опытомъ лишь грубо—приблизительное и разница колеблется въ предѣлахъ отъ—7% до +18% определяемой величины¹⁾.

Замѣченіе *Havrez'a* относительно прогрѣва кладки на быстроту убыванія испарительной способности подтверждается также изслѣдованіями горн. инж. *Дорошенко* (въ Луганскомъ заводѣ) надъ цилиндрическимъ паровымъ котломъ, состоявшимъ изъ 4-хъ отдѣльныхъ звеньевъ, каждое въ 70" (1,78 м.) длиной и 18,32 кв. ф. (1,70 кв. м.) нагревательной поверхности. Точно также, какъ въ опытахъ *Graham'a*, первое звено представляло прямую поверхность нагрева, остальные три нагревались газами при посредствѣ дымового хода постоянной высоты въ 9" (22,8 см).

Результаты опытовъ г. *Дорошенко* представлены на слѣдующей таблицѣ

№№ опытовъ.	Продолжительность опыта. часы.	Колич. сожжен. каменнаго угля. фунты.	Вѣсъ воды (q), испаренный каждымъ звеномъ.				Отношенія.			Наивысшая темпер. газовъ въ трубѣ.	Колич. фунт. воды испар. на фунт. к. угля.	Вѣсъ золы и шлаковъ въ ф.
			1.	2.	3.	4.	$\frac{q_1}{q_2}$	$\frac{q_2}{q_3}$	$\frac{q_3}{q_4}$			
1	8	760	1629	540	210	115	3,01	2,6	1,8	337°	3,2	240
2	7	770	1994	860	347	144	2,41	2,47	2,40	356	4,3	250
3	6½	760	1962	800	336	150	2,45	2,36	2,41	340	4,2	360
4	8	880	2460	1020	410	165	2,41	2,48	2,42	327	4,6	375
5	10	925	2860	1115	412	191	2,56	2,41	2,42	309	5,0	246

¹⁾ Первая серия опытовъ *Graham'a* была произведена съ аппаратомъ, состоявшимъ изъ 4-хъ открытыхъ кубическихъ ящиковъ (0,305 метровъ въ сторонѣ куба); при этомъ получены слѣдующіе результаты:

	Испарит. способность	Отношенія
1-й ящикъ	67,6	—
2-й "	18,2	3,7.
3-й "	8,8	2,06.
4-й "	5,4	1,63.
	100,0	

Малые размѣры аппарата не позволяютъ придавать этимъ даннымъ особаго значенія. По всей вѣроятности, если-бы наблюденія были повторены нѣсколько разъ, то убываніе отношенія получилось-бы менѣе рѣзкое.

Въ первомъ опытѣ, когда печь была еще сырая, наблюдается сильное убываніе отношенія между количествами воды, испаренной въ сосѣднихъ отрѣзкахъ парового котла. Въ слѣдующихъ четырехъ опытахъ отношеніе сохраняется приблизительно постояннымъ, колеблясь около средней величины $= 2,4$.

Такимъ образомъ, въ опытахъ *Graham'a* и *Дорошенко* рядъ геометрической прогрессіи наблюдался только по истеченіи нѣкотораго времени отъ начала дѣйствія аппарата, когда каменная кладка успѣла притти въ термически стаціонарное состояніе, а поверхности нагрѣва должны были нѣсколько загрязниться какъ изнутри, такъ и снаружи ¹⁾. Нужно замѣтить также, что оба названные изслѣдователя работали съ аппаратами сильно форсированными, т. е. при условіяхъ, когда разложеніе $\frac{q_n}{q_{n+1}}$ въ рядъ, производимое *Ferrini*, пріобрѣтаетъ нѣкоторое значеніе ²⁾. Кромѣ того, дымовые каналы *постояннаго сѣченія*, употреблявшіеся въ этихъ опытахъ, должны были также вліять на распредѣленіе передачи теплоты (см. далѣе) и потому нельзя думать, чтобы приведенными результатами опровергалась гипотеза Рэнкина въ ея основѣ.

Очень мало согласными съ изложенными выше работами *Graham'a* и *Дорошенко* являются изслѣдованія *Noeggerath'a*, произведенныя по порученію промышленниковъ Саарбрюкенскаго каменноугольнаго бассейна. Эти изслѣдованія, по своей обширности и разнообразію, могли бы занять первое мѣсто въ числѣ другихъ, направленныхъ къ рѣшенію занимающаго насъ вопроса. Но, къ сожалѣнію, и имъ нельзя придавать особаго рѣшающаго значенія. *Noeggerath* работалъ съ очень небольшимъ аппаратомъ, вредное охлажденіе котораго было очень велико, отчего полезное дѣйствіе топлива въ его опытахъ получалось сравнительно незначительное: на 1 килограммъ кокса или каменнаго угля обыкновенно испарялось всего отъ 3 до 5 килограммовъ воды. Кромѣ того, отъ частыхъ перемѣщеній чрена и передѣлокъ топки и дымового канала, каменная кладка послѣднихъ никогда не успѣвала прогрѣться какъ слѣдуетъ.

Открытый желѣзный чрень, употреблявшійся *Noeggerath'омъ*, имѣлъ 6 метровъ длины, 0,5 м. ширины, 0,3 м. высоты и былъ раздѣленъ поперечными перегородками на 10 равныхъ между собою отдѣленій, каждое въ 0,3 квадр. метра нагрѣвательной поверхности. Плоская колосниковая рѣшетка, величиною $0,65 \times 0,5 = 0,325$ кв. метра, помѣщалась или подъ первымъ отдѣленіемъ чрена (*Unterfeuerung*), или-же, перекрытая сводомъ, выносилась впередъ аппарата, въ видѣ такъ называемой „передовой топки“ (*Vorfeuerung*).

¹⁾ Сажа и накипь сильно затрудняютъ передачу теплоты, но до сихъ поръ неизвѣстно, происходятъ ли при этомъ только уменьшеніе постоянныхъ коэффициентовъ k и μ (гипотеза Редтенбахера и Рэнкина), или-же измѣняется самый законъ передачи теплоты въ функціи разности температуръ. Опыты *Noeggerath'a* (*Zeitschr. des Ver. deutscher Ing.* 1865. стр. 66.) показываютъ, повидимому, что послѣднее является болѣе справедливымъ.

²⁾ Хотя послѣднее и нельзя утверждать съ достовѣрностью. Въ опытѣ № 5, произведенномъ г. *Дорошенко*, было сожжено на 1 кв. метрѣ поверхности нагрѣва въ часъ около 5,6 кил. угля и испарено воды $5 \times 5,6 = 28$ кил. гр.

Высота дымового хода (шириною въ 0,5 м.) въ нѣкоторыхъ опытахъ оставалась постоянной=25 см. на всемъ его протяженіи, въ другихъ случаяхъ она постепенно уменьшалась съ 25 см. до 8 см. отъ начала къ концу поверхности нагрѣва (сѣуживающійся дымовой входъ) ¹⁾. Кромѣ измѣреній конечныхъ температуръ газовъ въ боровѣ дымовой трубы (посредствомъ ртутнаго термометра), производились также температурныя наблюденія по калориметрическому методу въ трехъ мѣстахъ подчрennaго пространства, именно: въ началѣ, въ серединѣ и въ концѣ поверхности нагрѣва ²⁾.

Ни въ одномъ изъ многочисленныхъ опытовъ, сдѣланныхъ *Noeggerath'омъ*, не было получено постоянства отношеній $\frac{q_n}{q_n + 1}$ между количествами воды, испаренными въ сосѣднихъ отдѣленіяхъ чрена.

Результаты опыта XXIII-го, вычисленнаго профессоромъ *R. Wern'er'омъ* ³⁾ въ Дармштадтѣ, приведены на слѣдующей таблицѣ:

Опытъ XXIII. 4-го Мая 1863 г.

№№ отдѣленій	1.	2.	3.	4.	5.	6.	ЗАМѢЧАНІЯ.
	Средняя темпер. воды въ отдѣленіяхъ.	Испарено воды въ каждой отдѣл. въ килограммахъ	На килограммъ кокса получено килогр. пара въ 100°.	Откош. $\frac{q_n}{q_n + 1}$.	Вычислено по гн. потезѣ Резена $\mu = 0,06$.	Разница въ % противъ действит. испаренія.	
Отд. I.	100°	140,6	1,5118	1,9913	1,5285	+1,1	Опытъ длился 10 часовъ. Сожжено кокса—93 килогр. Средняя температура газовъ въ боровѣ=204°. Топка помѣщена <i>вперед</i> чрена; <i>сѣуживающійся дымовой ходъ</i> . Получено пара въ 100° на 100 килогр кокса: въ отд. I—IV—315,71 кгр. или 78,3%. Въ отд. IV—X—87,62 кгр. или 21,7%.
„ II.	100	70,6	0,7592	1,4469	0,8042	+5,9	
„ III.	100	48,8	0,5247	1,4518	0,4956	-5,5	
„ IV.	98	34,3	0,3614	1,4117	0,3365	-6,9	
„ V.	98	25,6	0,2560	1,3347	0,2442	-4,8	
„ VI.	87	20,5	0,1918	1,3265	0,1840	-4,6	
„ VII.	83	16,2	0,1446	1,2900	0,1443	-0,2	
„ VIII.	75	13,9	0,1121	1,2753	0,1160	+3,3	
„ IX.	72	11,35	0,0879	1,0490	0,0960	+9,1	
„ X.	69	11,3	0,0838	—	0,0792	-5,5	
Сумма.	—	393,15	4,0333	—	4,0285	—	

¹⁾ Сѣуживающійся дымовой ходъ долженъ былъ работать какъ каналъ *постоянной скорости*, но неизвѣстно, на сколько онъ въ дѣйствительности выполнялъ это назначеніе.

²⁾ Калориметрическія измѣренія *Noeggerath'a* произведены довольно грубымъ способомъ: кусокъ желѣза въсомъ въ 10 ф. (5 килогр.) нагрѣвался на воду дымового хода до соотвѣтственной температуры и затѣмъ погружался въ опредѣленное количество воды, находившейся въ желѣзномъ сосудѣ; поправокъ на охлажденіе не дѣлалось, и, поэтому, вычисленные температуры нѣсколько ниже дѣйствительныхъ.

³⁾ *Zeitschr. des Ver. deutscher Ing.* 1877, стр. 145 и сл.; *Der Civilingenieur* Bd X, стр. 391—392.

Опытъ XXIII относится къ числу тѣхъ опытовъ *Noeggerath'a*, въ которыхъ отношеніе $\frac{q_n}{q_{n+1}}$ убываетъ замѣчательно правильно и постепенно. Числа столбцовъ 5-го и 6-го, опредѣленные проф. *Werner'омъ*, показываютъ, что, руководствуясь гипотезой *Рэнкина*, можно въ данномъ случаѣ довольно близко вычислить ходъ уменьшенія испарительной способности въ различныхъ отдѣленіяхъ чрена ¹⁾. Нельзя не замѣтить, что подобное вычисленіе носитъ въ себѣ характеръ нѣкоторой произвольности. *Noeggerath* не опредѣлялъ вѣса газовъ (*g*), образующихся при горѣніи одного килограмма кокса, т. е. одной изъ главнѣйшихъ величинъ, но которыхъ должны быть основаны всѣ расчеты. *Werner* принялъ, безъ особыхъ доказательствъ, $g=14,17$ кгр. и $\mu=0,06$. Эти величины можно считать довольно вѣроятными, но нельзя сказать, чтобы онѣ были дѣйствительными.

Наблюденныя среднія температуры воды (столбецъ 1) въ послѣднихъ отдѣленіяхъ показываютъ, что не смотря на малые размѣры чрена (всего 3 кв. м.), вода въ нихъ не могла быть доведена до полного кипѣнія и испаренія происходило только при помощи доступа воздуха. Въ послѣднихъ условіяхъ расходъ теплоты на испареніе единицы вѣса воды больше вычисляемаго по формулѣ Реньо, при помощи которой опредѣлены числа 3-го столбца. Чѣмъ ниже температура испаренія, тѣмъ эта разница дѣлается значительнѣе ²⁾ и наблюдаемыя количества испаренной воды уже не соответствуютъ количествамъ переданной теплоты (въ послѣднихъ отдѣленіяхъ). Изъ этого слѣдуетъ заключить, что въ дѣйствительности отношеніе $\frac{q_n}{q_{n+1}}$ убываетъ нѣсколько менѣе быстро, чѣмъ въ столбцѣ 4 мѣ.

Далеко не всѣ опредѣленія *Noeggerath'a* показываютъ такое правильное и постепенное уменьшеніе испарительной способности, какъ въ только что описанномъ XXIII-мъ опытѣ. Особенно это замѣтно для тѣхъ наблюденій, въ которыхъ горючимъ матеріаломъ служилъ не коксъ, а каменный уголь. Саарскій уголь, употреблявшійся *Noeggerath'омъ*, давалъ очень дымное, коптящее пламя и, поэтому, мѣстныя отложенія сажи на поверхности нагрѣва должны были сильно вліять на правильность распредѣленія передачи теплоты ³⁾. Въ тѣхъ случаяхъ, когда вліяніе сажи устранялось или, по крайней мѣрѣ, значительно уменьшалось, напр. въ опытахъ съ пламенемъ кокса, наблюденныя результаты показываютъ сравнительную правильность.

¹⁾ *Werner* опредѣлилъ также для указанного опыта ходъ испаренія, руководствуясь гипотезой *Редтенбахера* (принимая $k=85,85$), и нашелъ значительное разногласіе вычисленій съ дѣйствительностью. Я не привожу этихъ чиселъ, потому что непрерывная измѣняемость отношенія $q_n : q_{n+1}$ уже достаточно показываетъ, что наблюденныя результаты не могутъ быть совместимы съ гипотезой *Редтенбахера*.

²⁾ Съ пониженіемъ температуры расходъ теплоты на испареніе при доступѣ воздуха значительно увеличивается (см. опыты *Péclet* въ его *Traité de la chaleur*. 1883, t. II, стр. 306).

³⁾ Угли *Саарбрюкенскаго* (*Саарскаго*) бассейна даютъ вообще очень коптящее, сажистое пламя (на плоскихъ рѣшеткахъ). По этой причинѣ на нѣкоторыхъ южно-германскихъ соляныхъ промыслахъ (*Rappenaу, Wilhelmshall*) должны были отказаться отъ употребленія этихъ углей.

При топкахъ съ прямою поверхностью нагрѣва (*Unterfeuerung*) наблюдалось гораздо болѣе быстрое убываніе испарительной способности отдѣлений, чѣмъ при расположеніи топки впереди чрена (*Vorfeuerung*). Для при- мѣра можно привести результаты XXV и XXXVI опытовъ ¹⁾:

№№ отдѣ- леній.	1.	2.	3.	4.	ЗАМѢЧАНІЯ.
	Средняя тем- пературы во- ды въ отдѣл.	Колич. испа- рен. воды въ каждомъ от- дѣленіи. килограммы.	На 100 кя- логр. кокса получено ки- логр. пара въ 100°.	Отношеніе $\frac{q_n}{q_n + 1}$.	
Опытъ XXV, 6 мая 1863 г.					
Отд. I	100°	153,00	137,22	—	Топка помѣщена <i>впереди</i> чрена; суживающійся дымо- вой ходъ.
„ II	100°	73,65	66,05	2,077	
„ III	100°	59,95	48,39	1,365	Опытъ длился 10 часовъ.
„ IV	99°	40,40	35,87	1,349	Сожжено <i>кокса</i> —111,5 ки- логр.
„ V	94°	31,85	26,85	1,366	Средняя температура газо- въ въ боровѣ дымовой трубы = 258°.
„ VI	92°	26,05	21,49	1,249	
„ VII	87°	22,80	17,79	1,208	Получено пара въ 100° на 100 килогр. кокса:
„ VIII	84°	20,50	15,44	1,152	въ отд. I—IV—287,53 кил. или 72,9%.
„ IX	81°	17,85	12,97	1,190	
„ X	77°	18,25	12,60	1,029	въ отд. IV—X—107,14 кил. или 27,1%.
Сумма . .	—	458,30	394,67	—	
Опытъ XXXVI. 30 Іюня 1883 г.					
Отд. I	100°	149,85	157,74	—	Топка помѣщена <i>подъ</i> чре- номъ; суживающійся дымовой ходъ.
„ II	100°	128,65	135,42	1,162	
„ III	100°	64,00	67,37	2,010	Опытъ длился 10 часовъ.
„ IV	98°	39,25	40,49	1,664	Сожжено <i>кокса</i> 95 кило- граммовъ.
„ V	91°	27,75	26,58	1,523	
„ VI	88°	22,20	20,56	1,293	Средняя температура газова въ боровѣ = 300°.
„ VII	84°	17,35	15,34	1,340	Получено пара въ 100° на 100 кгр. кокса:
„ VIII	80°	15,50	13,05	1,175	въ отд. I—IV—401,02 кгр. или 80,3%.
„ IX	78°	14,25	11,70	1,115	
„ X	77°	14,25	11,55	1,013	въ отд. IV—X—98,78 кгр. или 19,7%.
Сумма . .	—	493,05	499,80	—	

¹⁾ Der Civilingenieur. Bd. X, стр. 387—390.

Убываніе испарительной способности въ опытѣ XXV болѣе постепенное, чѣмъ въ опытѣ XXXVI, когда примѣнялась прямая поверхность нагрѣва и переднія отдѣленія чрена подвергались непосредственному дѣйствию лучистой теплоты колосниковой рѣшетки. Въ опытѣ XXV первыя четыре отдѣленія чрена испаряли 72,9 ‰, а послѣднія шесть—27,1 ‰, общаго количества воды, между тѣмъ какъ въ опытѣ XXXVI имѣемъ соотвѣтственно 80,3 ‰ и 19,7 ‰, т. е. послѣднія отдѣленія въ второмъ случаѣ оказались менѣе дѣйствительными. Еще яснѣе представляется этотъ результатъ при графическомъ изображеніи. На фиг. 1 табл. I ординаты, возстановленные изъ срединъ отдѣленій чрена, пропорціональны количеству воды, испаренной каждымъ отдѣленіемъ; изъ этого чертежа видно, что кривая опыта XXXVI падаетъ внизъ гораздо быстрѣе, чѣмъ въ опытѣ XXV (съ передовой топкой); для первой половины чрена она проходитъ выше кривой опыта XXV, а для второй половины—ниже послѣдней.

Такимъ образомъ, вліяніе лучистой теплоты точки способствуетъ болѣе быстрому паденію испарительной способности.

Опытъ XXV былъ произведенъ черезъ день (6 мая 1863 г.) послѣ описаннаго ранѣе на стр. 26 опыта XXIII (4 мая 1863 г.), при почти тождественныхъ условіяхъ ¹⁾. Сравненіе отношеній, помѣщенныхъ въ 4-мъ столбцѣ соотвѣтствующихъ таблицъ и графическое изображеніе результатовъ на фиг. 1, табл. I показываютъ, что убываніе передачи теплоты въ опытѣ XXIII совершается быстрѣе, чѣмъ въ опытѣ XXV, въ которомъ каменную кладку точки и дымового хода нужно считать лучше прогрѣвшеюся, чѣмъ въ первомъ случаѣ ²⁾; слѣдовательно, замѣчаніе *Havrez'a* относительно вліянія нагрѣва кладки на законъ передачи тепла, получаетъ себѣ подтвержденіе и въ изслѣдованіяхъ *Noeggerath'a*. Можно думать, что, повторяя наблюденія съ однимъ и тѣмъ-же устройствомъ по нѣскольку разъ, были бы получены менѣе значительныя отклоненія отъ закона геометрической прогрессіи. Съ этой точки зрѣнія нужно считать опыты *Noeggerath'a* какъ-бы недоконченными, и въ термическомъ отношеніи неотвѣчающими *постоянному* состоянію равновѣсія въ его аппаратѣ. Поэтому, сравненіе наблюденій, произведенныхъ въ разное время съ неодинаковыми устройствами становится чрезвычайно затруднительнымъ и даже невозможнымъ.

Во всѣхъ описанныхъ выше опытахъ мы видѣли, что среднія температуры воды въ заднихъ отдѣленіяхъ чрена были постоянно ниже 100°. Это

¹⁾ Въ промежуткѣ между этими опытами (5 мал) былъ, по всей вѣроятности, произведенъ еще одинъ рядъ наблюденій № XXVI, результатовъ которыхъ *Noeggerath* не приводитъ.

²⁾ Это видно также изъ наблюденій *Noeggerath'a* надъ температурой стѣнокъ, окружающихъ топку; причемъ найдено вирожденіи опыта слѣдующее постепенное возрастаніе температуръ:

Опытъ XXIII—40°, 60°, 80°, 110° и 112° (конецъ опыта).

” XXV—78°, 108°, 125°, 130° и 133° ” ”

обстоятельство, кромѣ упомянутого уже вліянія на правильность вычисленія передачи теплоты, имѣеть еще другое, болѣе существенное значеніе, и можетъ служить для разъясненія разногласій, существующихъ между опытами *Noeggerath'a* и остальныхъ изслѣдователей (*Graham'a* и *Дорошенко*).

Благодаря сравнительно низкой температурѣ, испареніе въ послѣднихъ отдѣленіяхъ чрена происходило только съ поверхности; слѣдовательно, парообразованія въ самой массѣ жидкости или совсѣмъ не было, или-же оно совершалось въ незначительной степени, что указываетъ на малую подвижность (циркуляцію) воды въ этихъ отдѣленіяхъ. Между тѣмъ, нужно считать несомнѣнно доказаннымъ, что съ уменьшеніемъ степени циркуляціи нагреваемой жидкости, способность послѣдней воспринимать теплоту сильно понижается (при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ ¹).

Коэффициенты μ или k должны при этомъ также уменьшаться и содѣйствовать быстротѣ паденія испарительной способности.

По урав. (11) имѣемъ:

$$\mu = \frac{Q}{F(T_1 - t)(T_2 - t)}$$

Изъ наблюденій *Noeggerath'a* въ опытѣ XXXVI мною вычислены среднія температуры газовъ въ различныхъ мѣстахъ подчренного пространства:

	Температура газовъ.	
Подъ I отд. чрена	646°	} Измѣрены калориметри- ческимъ путемъ.
Между V и VI отд.	370°	
Подъ X отд.	288°	

¹ Слѣдующіе приѣмры могутъ служить подтвержденіемъ сказаннаго, хотя и относятся къ другому роду нагревательныхъ аппаратовъ:

H. Jelinek (*Ueber Verdampfapparate und Verdampfstationen*. 1 Abth. Prag. 1882. стр. 23) приводитъ результаты одного опыта, описаннаго въ „*Journal des Fabricants de Sucre*“ за 1881 г. № 18:

Скорость движенія сахарнаго сиропа въ секунду	{	0,312 метровъ — 22,7	} Количество кало- рій, передаваемыхъ паромъ на одномъ кв. метрѣ поверхности, нагрева.
		0,640 „ — 33,6	
		1,020 „ — 36,9	
		1,640 „ — 69,9	

Отсюда видно, что въ одномъ и томъ-же аппаратѣ передача теплоты увеличивается въ 2,94 раза, если скорость движенія испаряемой жидкости увеличивается примѣрно въ 5,25 раза.

По опытамъ *Thomas* и *Laurens'a* (см. *Péclet. Traité*, t. 2, стр. 328) одинъ квадратный метръ поверхности нагрева конденсируетъ въ часъ:

во время *нагреванія* жидкости (отъ 8° до 100°) — 2,33 кгр. пара.
„ *китнія* „ (при 100°) — отъ 8,7 до 9,34 кгр. пара.

Значительную испарительную способность котловъ *Galloway* и *Field'a* приписываютъ обыкновенно энергической циркуляціи воды и быстрому отдѣленію пара, свойственныхъ этимъ системамъ.

Въ боровѣ дымовой трубы 300° { Измѣрено ртутнымъ термометромъ ¹⁾ }.

Принявъ эти измѣренія приблизительно отвѣчающими дѣйствительности, можно опредѣлить μ для двухъ половинъ опытнаго чрена, для чего имѣемъ слѣдующія данныя:

Для 4-хъ отдѣленій II—V первой половины чрена:	Для 5-ти отдѣленій VI—X второй половины чрена.
$Q = 25,96 \times 626 = 16251$ калорій	$Q = 8,35 \times 621 = 5185,3$ кал.
$F = 4 \times 0,3 = 1,2$ кв. м.	$F = 5 \times 0,3 = 1,5$ кв. м.
$T_1 = 646^\circ$	$T_1 = 370^\circ$
$T_2 = 370^\circ$	$T_2 = 300^\circ$
$t = 97^\circ$ (среднее)	$t = 83^\circ$ (среднее).
$\mu = \frac{16251}{1,2 \times 549 \times 273} = 0,0904.$	$\mu = \frac{5185,3}{1,5 \times 287 \times 217} = 0,0555^2).$

Такая значительная разница въ полученныхъ величинахъ для μ не можетъ быть приписана неточности опытныхъ данныхъ. Отсюда нужно заключить, что коэффициентъ μ , по мѣрѣ приближенія къ концу поверхности нагрѣва, постоянно убываетъ, а вмѣстѣ съ нимъ должно уменьшаться и

отношеніе $\frac{Q_n}{Q_{n+1}}$ (см. урв. (14)*b*). Въ опытѣ XXXVI названное отношеніе убываетъ даже быстрее, чѣмъ этого требуетъ гипотеза Рэнкина. Само устройство аппарата способствовало этому въ значительной степени; большое количество и малые размѣры отдѣленій уменьшали циркуляцію воды въ заднихъ частяхъ поверхности нагрѣва и затрудняли передачу теплоты. ³⁾ Если-бы чренъ былъ раздѣленъ не на *десять*, а на меньшее число частей, какъ въ аппаратахъ *Graham'a*, *Дорошенко* и др. изслѣдователей, то паденіе испарительной способности получилось-бы менѣе быстрое. Нельзя упускать изъ виду этого обстоятельства при изслѣдованіи испарительной способности послѣдовательныхъ частей поверхности нагрѣва, тѣмъ болѣе, что устраивая слишкомъ большое количество отдѣленій ⁴⁾, мы создаемъ какъ-бы искусственное распредѣленіе передачи теплоты и удаляемся отъ условій дѣйствія заводскихъ чреновъ (или паровыхъ котловъ), въ которыхъ циркуляція раствора (или воды) можетъ совершаться болѣе или менѣе свободно по *всей* ихъ длинѣ.

¹⁾ Температуры, измѣренныя калориметрически, нѣсколько ниже дѣйствительныхъ и поэтому температура газовъ въ боровѣ получалась выше, чѣмъ подъ X отд. чрена, между тѣмъ какъ должно быть наоборотъ. Для T_2 второй половины чрена мною принята, опредѣленная ртутнымъ термометромъ, температура 300°, какъ болѣе вѣроятная.

²⁾ Дѣйствительный расходъ теплоты Q на испареніе воды въ отд. VI—X болѣе принятаго въ вычисленіи (по формулѣ Реньо). Считая, что это увеличеніе составляетъ 15% опредѣлимой величины, получимъ $\mu = 0,064$.

³⁾ Сравнительно большая *влажность пара* должна была также способствовать быстрому паденію испарительной способности (см. *Lüders. Zeitschr. des Ver. deutscher Ing.* 1885. стр. 390).

⁴⁾ Количество отдѣленій не должно быть болѣе 3—4.

Болѣ удобными оказываются наблюденія надъ распредѣленіемъ температуръ газовъ въ подчренномъ пространствѣ или дымовыхъ ходахъ, которыя могутъ быть произведены на любомъ нагрѣвательномъ аппаратѣ при естественныхъ условіяхъ циркуляціи испаряемой жидкости.

Изъ всѣхъ изложенныхъ выше опытовъ нужно сдѣлать заключеніе, что уменьшеніе испарительной способности *не слѣдуетъ какому-либо одному общему закону*, даже для одного и того же устройства въ различные періоды его дѣйствія. Въ большинствѣ случаевъ наблюдается постепенное уменьшеніе отношенія $\frac{q_n}{q_{n+1}}$ къ концу поверхности нагрѣва, иногда довольно близко согласующееся съ гипотезой Рэнкина; но результаты опытовъ *Graham'a*, *Дорошенко* (также *Williams'a*) показываютъ, что въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ, при термически-стаціонарномъ состояніи каменной кладки, отношеніе $\frac{q_n}{q_{n+1}}$ измѣняется очень медленно, оставаясь почти постояннымъ, что повидимому подтверждаетъ предположеніе *Реотенбахера*.

Подобное разнообразіе въ ходѣ испаренія не должно казаться удивительнымъ, если принять во вниманіе, что передача теплоты зависитъ, кромѣ разности температуръ, еще отъ многихъ другихъ условій, вліяніе которыхъ несомнѣнно для большинства нагрѣвательныхъ аппаратовъ ¹⁾.

Изъ числа этихъ факторовъ не послѣднее значеніе имѣетъ способъ нагрѣва, опредѣляемый *формой и размѣрами подчренного пространства или дымовыхъ ходовъ*. Дѣйствительно, теоретическія соображенія и наблюденія практики показываютъ, что скорость охлажденія движущихся газовъ зависитъ существеннымъ образомъ отъ слѣдующихъ причинъ, именно: передача теплоты *увеличивается*, при прочихъ равныхъ условіяхъ,

- а) съ увеличеніемъ скорости движенія газовъ ²⁾;
- б) съ увеличеніемъ отношенія $\frac{F}{V}$ поверхности охлажденія или нагрѣва F къ объему V , занимаемому газомъ ³⁾;
- в) съ увеличеніемъ времени соприкосновенія нагрѣтыхъ газовъ съ поверхностью нагрѣва.

При плоскихъ металлическихъ стѣнкахъ, двѣ первыя причины измѣняются одновременно, производя одинаковое (по знаку) воздѣйствіе на передачу теплоты, и зависятъ отъ количества газовъ, проходящихъ черезъ единицу поверхности поперечнаго сѣченія дымового канала.

¹⁾ Напр. отложеній сажн, чрепнаго камня, относительныхъ массъ и скорости газовъ и т. д.

²⁾ При одинаковыхъ временахъ соприкосновенія, одинаковой разности температуръ и т. д.

³⁾ *Witz (Ann. de chim. et de phys. (5) t. XV (1879) стр. 495)* находитъ, что скорость охлажденія газа, заключеннаго въ цилиндрическіе сосуды, прямо пропорціональна отношенію повеерхности цилиндра къ его объему.

Dr. Weiss ¹⁾, вычисляя результаты Мюльгаузенскихъ опытовъ надъ паровыми котлами, нашелъ даже возможнымъ выразить зависимость коэффициента k (гипотезы Редтенбахера) отъ количества газовъ посредствомъ кубической параболы слѣдующаго вида:

$$k = \rho \sqrt[3]{\frac{G}{\omega}}$$

гдѣ G обозначаетъ вѣсъ газовъ, проходящихъ въ часъ черезъ поперечное сѣченіе ω дымового канала, ρ —нѣкоторый постоянный коэффициентъ, величина котораго измѣняется отъ 0,6 до 2, въ зависимости отъ матеріала стѣнокъ парового котла. Формула *Weiss'a*, хотя и не можетъ считаться точной, показываетъ тѣмъ не менѣе, что передача теплоты совершается не пропорціонально количеству проходящихъ газовъ, а гораздо менѣе быстро.

Warth ²⁾ нашелъ также для чреновъ въ *Wilhelmshall* въ возрастаніи коэффициента k вмѣстѣ съ увеличеніемъ скорости газовъ ³⁾.

По всей вѣроятности, отчасти вліянію этой же причины нужно приписать значительное полезное дѣйствіе такъ называемыхъ *циркуляціонныхъ ходовъ* подъ чренами, имѣющихъ такое большое распространеніе въ солеваренномъ дѣлѣ.

Заставляя газы дѣлать нѣсколько оборотовъ (циркулировать) подъ чреномъ, мы увеличиваемъ, въ сущности, одну скорость газовъ, время соприкосновенія ихъ съ поверхностью нагрѣва отъ этого приблизительно не измѣняется. Дѣйствительно, если риздѣлить подчренное пространство нѣкоторой опредѣленной высоты на n частей, то путь удлинится въ n разъ, но въ тоже время скорость газовъ также увеличивается примѣрно въ n разъ, т. е. время соприкосновенія остается приблизительно то-же самое, что и при одномъ сплошномъ каналѣ ⁴⁾. Это обстоятельство даже послужило *Редтенбахеру* ⁵⁾, *Вейссу* ⁶⁾ и др. поводомъ къ отрицанію пользы циркуляціонныхъ ходовъ вообще.

Солеваренная практика показываетъ, что подобное заключеніе нельзя считать справедливымъ; при *одинаковыхъ высотахъ* циркуляціонные ходы охлаждають газы лучше, чѣмъ одинъ свободный ходъ (см. II главу).

Зависимость передачи теплоты отъ *времени соприкосновенія* газовъ съ

¹⁾ *Zeitschr. für Math. und Phys.* Bd. VIII (1863) стр. 11; *Dr. Weiss. Regeln und Formeln zur Berechnung der Dampfgeneratoren.* 1862 г. стр. 166.

²⁾ *Beiträge zur Hebung des Salinenbetriebs*, стр. 10.

³⁾ По наблюденіямъ *Witz'a* (I. с. стр. 500) степень подвижности газовыхъ частицъ оказываетъ значительное вліяніе на передачу теплоты.

⁴⁾ Въ дѣйствительности это не совѣмъ такъ: съ увеличеніемъ числа ходовъ, возрастаетъ сопротивленіе проходу газовъ, отчего скорость ихъ увеличивается нѣсколько менѣе чѣмъ въ n разъ, слѣдовательно время соприкосновенія не останется то-же самое, что при одномъ ходѣ, а должно нѣсколько увеличиваться.

⁵⁾ *Der Maschinenbau.* Bd. II, стр. 363.

⁶⁾ *Weiss. Regeln und Formeln*, стр. 281.

поверхностью нагрѣва на столько понятна и очевидна, что не требуетъ особыхъ доказательствъ. При нагрѣвательномъ устройствѣ съ опредѣленнымъ количествомъ сожигаемаго топлива, увеличенію скорости газовъ отвѣчаетъ уменьшеніе времени соприкосновенія и наоборотъ. Такимъ образомъ дѣйствіе каждой причины на конечный результатъ противоположно дѣйствію другой. Въ громадномъ большинствѣ случаевъ оба противоположныя вліянія не уравновѣшиваютъ другъ друга и факты заставляютъ принять, что продолжительность времени соприкосновенія оказываетъ на передачу теплоты болѣе значительное воздѣйствіе, сравнительно со скоростью газовъ (при строго одинаковыхъ прочихъ условіяхъ). Подтвержденіемъ сказаннаго можетъ служить слѣдующій наглядный опытъ, приводимый *v. Reiche* ¹⁾: если отворить топочныя дверцы, т. е. устранить сопротивленіе, оказываемое рѣшеткой проходу газовъ, то пирометръ, помѣщенный въ отводномъ борѣ парового котла, начинаетъ довольно быстро повышаться и въ продолженіе нѣсколькихъ секундъ показываетъ температуру, высшую противъ нормальной; затѣмъ наступаетъ охлажденіе отъ излишняго доступа воз.уха и температура газовъ постепенно становится ниже нормальной. Очевидно, что въ періодъ повышенія температуры, увеличеніе передачи теплоты отъ большей скорости газовъ не способно уравновѣсить соотвѣтствующее уменьшеніе охлаждения той-же массы газовъ отъ уменьшенія времени соприкосновенія ихъ съ поверхностью нагрѣва. Въ противномъ случаѣ, по открытіи дверецъ, наблюдалось-бы одно постепенное пониженіе конечныхъ температуръ.

Поэтому, предположеніе, сдѣланное еще *Редтенбахеромъ* ¹⁾, что передача теплоты совершается пропорціонально времени соприкосновенія, справедливо только для одинаковыхъ скоростей газовъ. При разныхъ скоростяхъ охлажденіе газа происходитъ нѣсколько менѣе быстро, чѣмъ этого требуетъ пропорціональность временамъ соприкосновенія ²⁾.

Это обстоятельство не позволяетъ въ настоящее время ввести, безъ особыхъ гипотезъ время соприкосновенія въ основное уравненіе передачи теплоты.

Какъ скорость, такъ и продолжительность соприкосновенія нагрѣтыхъ газовъ съ единицей поверхности нагрѣва (напр. съ квадратнымъ метромъ) не остаются постоянными для различныхъ частей подчречнаго пространства, а находятся въ прямой зависимости отъ измѣненія поперечныхъ сѣченій дымовыхъ ходовъ. Отсюда непосредственно слѣдуетъ выводъ, что измѣненіе формы поперечныхъ сѣченій дымовыхъ каналовъ должно вліять на законъ охлаждения газовъ или распредѣленіе передачи теплоты.

¹⁾ *Reiche. Anlage und Betrieb der Dampfkessel.* 1876 г., примѣчаніе на стр. 32.

²⁾ *Der Maschinenbau.* Bd. II стр. 335. Руководствуясь подобной-же гипотезой *Navier* (*Revue univ. des mines.* t. XI (1862) стр. 48) пытался даже ввести время соприкосновенія въ основное уравненіе передачи теплоты, но пошелъ по этому пути далѣе.

³⁾ Здѣсь подразумеваются тѣ случаи, когда увеличенію времени соприкосновенія отвѣчаетъ уменьшеніе скоростей и наоборотъ.

Сообразно измѣненіямъ скоростей, дымовые каналы, примѣняющіеся въ практикѣ, можно раздѣлить на два слѣдующіе класса:

I-й классъ. Скорость газовъ постепенно уменьшается къ концу поверхности нагрѣва (каналы съ постоянными или возрастающими сѣченіями).

Расширяющіеся каналы пользуются сравнительно ограниченнымъ распространеніемъ въ солеваренной техникѣ. Наиболѣе обыкновеннымъ примѣромъ ихъ могутъ служить устройства, снабженные порогами при топкахъ.

На фиг. 5, табл. I, представленъ продольный профиль открытаго дымового хода подъ чренами № 3 въ *Aussee* (*Kainisch Werk*), нагрѣваемыхъ газовыми топками (на лигнитѣ и торфѣ). Ширина хода = ширинѣ чрена (8,4 м.). Высота дымового канала остается приблизительно постоянной (около 1,4 — 1,5 м.) по всей его длинѣ. Многіе изъ циркуляціонныхъ подчренныхъ пространствъ съ незначительнымъ сокращеніемъ поперечныхъ сѣченій ходовъ могутъ быть также отнесены къ каналамъ перваго класса.

II-й классъ. Каналы съ постепеннымъ уменьшеніемъ поперечныхъ сѣченій. Смотря по степени сокращенія сѣченій, начальная и конечная скорости газовъ могутъ очень мало различаться между собою; въ извѣстныхъ частныхъ случаяхъ скорость остается постоянной по всей длинѣ хода или даже увеличивается къ концу поверхности нагрѣва ¹⁾.

Фиг. 2, 3 и 4, табл. I представляютъ примѣры продольныхъ профилей каналовъ 2-го класса, примѣняющихся на австрійскихъ заводахъ *Aussee* и *Hallein* ²⁾. При обыкновенныхъ ступенчатыхъ топкахъ для траунтальскаго лигнита въ *Hallein*'н поперечныя сѣченія открытаго дымового хода уменьшаются въ концѣ чрена приблизительно въ 4 раза (фиг. 4). Въ *Aussee*, гдѣ нагрѣвъ производится газовыми топками, наблюдается сокращеніе сѣченій въ 2,6 раза при чренѣ № 1 (фиг. 2) и въ 3,2 раза при чренѣ № 2 (фиг. 3).

Предполагая, что гипотеза *Рэнкина*, или вообще нѣкоторый законъ $q = \mu(T-t)^{1+x}$, выражаютъ передачу теплоты въ функціи разности температуръ, нетрудно видѣть, что непосредственное примѣненіе ихъ возможно только для каналовъ съ постоянной, неизмѣнной скоростью; во всѣхъ другихъ случаяхъ конечный результатъ будетъ находиться въ зависимости отъ того, какъ измѣняется время соприкосновенія при движеніи газовъ подъ чрепомъ.

Въ каналахъ *первго класса* (съ постояннымъ сѣченіемъ) время соприкосновенія топочныхъ газовъ съ единицею поверхности нагрѣва постепенно

¹⁾ Подобные каналы очень распространены на австрійскихъ и баварскихъ заводахъ.

²⁾ Одно изъ самыхъ послѣдовательныхъ примѣненій принципа сокращенія сѣченій циркуляціонныхъ ходовъ имѣется при топкахъ, построенныхъ *В. А. Розевигомъ* въ *Дедюхинѣ*; уменьшеніе сѣченій производится не только въ вертикальномъ, но и въ горизонтальномъ направленіяхъ.

увеличивается и въ концѣ чрена можетъ превышать отъ 3 до 5 разъ начальную величину, смотря по степени охлажденія газовъ. Слѣдовательно, существуетъ причина, содѣйствующая относительному возрастанію испарительной способности въ заднихъ частяхъ поверхности нагрѣва, сравнительно съ гипотезой Рэнкина. Убываніе отношенія $\frac{q^n}{q_{n+1}}$ получается менѣе быстрое, чѣмъ этого требуетъ названное предположеніе, и въ конечномъ результатѣ передача теплоты будетъ совершаться уже не пропорціонально квадрату, а нѣкоторой меньшей степени разности температуръ ¹⁾; при извѣстныхъ условіяхъ ²⁾ показатель этой степени можетъ мало отличаться отъ единицы, т. е. охлажденіе газа будетъ приблизительно согласоваться съ гипотезой *Редтенбахера*.

По моему мнѣнію, въ высшей степени замѣчательно, что всѣ изслѣдователи, результаты которыхъ подтверждаютъ законъ *Navres'a*, примѣняли въ своихъ аппаратахъ дымовые каналы *постояннаго сѣченія*.

Въ *каналахъ второго класса* (съ быстрымъ сокращеніемъ сѣченій) время соприкосновенія остается постояннымъ, или даже уменьшается къ концу чрена. Въ послѣднемъ случаѣ должно наблюдаться болѣе быстрое убываніе отношенія $\frac{q^n}{q_{n+1}}$, чѣмъ это слѣдуетъ по гипотезѣ Рэнкина, и возможно, что въ конечномъ результатѣ передача теплоты будетъ совершаться пропорціонально нѣкоторымъ степенямъ разностей температуръ > 2 .

Экспериментальныя изслѣдованія должны показать, въ какой мѣрѣ измѣненія формы каналовъ вліяютъ на охлажденіе газа при тѣхъ разнообразныхъ условіяхъ, которыя встрѣчаются въ солеваренной технику. Пока эти изслѣдованія не будутъ произведены, можно (условно) примѣнять: *ипотезу Редтенбахера*—при каналахъ приблизительно постояннаго сѣченія, съ большой начальной скоростью и сравнительно невысокой начальной температурой газовъ; *ипотезу Рэнкина*—при каналахъ съ быстрымъ сокращеніемъ поперечныхъ сѣченій, съ малой начальной скоростью и высокими начальными температурами газовъ.

На основаніи приведенныхъ соображеній, наиболѣе полное охлажденіе газовъ подъ данною поверхностью нагрѣва можетъ быть достигнуто при такой формѣ подчренного пространства, когда скорость газовъ и время соприкосновенія были бы *наибольшими величинами*, возможными при данныхъ обстоятельствахъ.

Этимъ условіямъ удовлетворяютъ, до извѣстной степени, *циркуляціонныя*

¹⁾ Въ дѣйствительности эта зависимость гораздо сложнѣе и здѣсь предполагается наиболѣе простѣйшій видъ ея.

²⁾ Напр. при нечистыхъ поверхностяхъ нагрѣва, форсированной производительности и т. п.

ходы. Однимъ изъ главнѣйшихъ недостатковъ циркуляціи являются значительныя сопротивленія при движеніи газовъ по системѣ, вслѣдствіе поворотовъ (въ 180°) и большихъ скоростей. Поэтому число ходовъ дѣлается обыкновенно около 2—3 и не болѣе 5.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда толстый слой горючаго матеріала на рѣшеткѣ представляетъ уже самъ по себѣ значительное сопротивленіе движенію газовъ, примѣненіе циркуляціи нельзя считать особенно удобнымъ, и газовыя топки снабжаются обыкновенно простыми открытыми ходами (*Ischl, Aussee, Rosenheim, Inowrazlaw*).

Выше было показано, что вліяніе времени соприкосновенія на передачу теплоты гораздо болѣе значительно, чѣмъ скорости. Вслѣдствіе этого можно достигнуть довольно совершеннаго охлажденія газовъ и при одномъ открытомъ каналѣ (II класса) съ большимъ начальнымъ поперечнымъ сѣченіемъ, какъ это мы видимъ въ баварскихъ и австрійскихъ варницахъ. Скорость движенія въ подобныхъ каналахъ сравнительно незначительна ¹⁾ и зависитъ отъ начальной высоты подчрennaго пространства. Послѣдняя величина находится въ прямомъ соотношеніи съ производительностью чрена и, при обыкновенныхъ топкахъ, можетъ достигать значительныхъ размѣровъ. Такъ напр. въ *Hallein*'н ²⁾, при чренахъ въ 200 кв. метровъ, топочные своды помѣщаются въ разстояніи 2,44 м. (8 ф.) отъ поверхности нагрѣва (см. фиг. 4, табл. I); чрены №№ 3 и 4 (въ 238 кв. м) варницы „*Łobkowicz*“ въ *Ebensee* имѣютъ начальную высоту подчрennaго пространства $z=3,7$ метра (12 ф.).

Примѣняя газовыя топки, работающія вообще съ сравнительно малыми массами газовъ, поперечныя сѣченія и начальныя высоты дымовыхъ каналовъ могутъ быть значительно уменьшены (см. фиг. 2, 3 и 5, табл. I).

При небольшой начальной скорости, топочное пламя сильно *укорачивается* и почти не достигаетъ дна чрена. Между тѣмъ, въ циркуляціонныхъ ходахъ съ узкими поперечными сѣченіями и большой начальной скоростью газовъ, обыкновенно получается чрезвычайно *длинное пламя*, соприкасающееся съ чренными листами не только въ предѣлахъ перваго, но даже и втораго хода. Причина этого явленія заключается въ томъ, что скорость дви-

¹⁾ Въ открытыхъ подчрeнныхъ пространствахъ въ *Reichenhall*'н, пониженіе давленія (*dépression*), показываемое манометромъ, почти незамѣтно въ началѣ поверхности нагрѣва (не болѣе 0,1 мм. вод. столба) и постепенно *увеличивается* къ концу чрена, гдѣ достигаетъ 2—2,5 мм. (наблюденія *Мюнхенской опытной станиціи*).

²⁾ Производительность чреновъ въ *Hallein*'н довольно значительна: по результатамъ дѣйствія за 1882 г. на 1 кв. метрѣ получено въ сутки 105—110 килогр. соли, при среднемъ обходѣ около 1,2 центнеровъ мелкой соли на центнеръ траунтальскаго лигнита. На другихъ австрійскихъ заводахъ производительность квадратнаго метра не болѣе 93 кгр. соли.

женія газовъ значительно превышаетъ скорость распространенія горѣнія въ данной газовой массѣ ¹⁾).

Вытягиваніе пламени способствуетъ скорому прогару чренныхъ листовъ и вліяетъ вреднымъ образомъ на полноту сгорания газовъ, потому что процессъ горѣнія оканчивается въ тѣхъ пунктахъ подчренного пространства, которые имѣютъ уже сравнительно низкую температуру. Получить полное, бездымное сжиганіе топлива при этихъ условіяхъ чрезвычайно затруднительно.

Въ настоящее время нужно считать практически испытаннымъ правиломъ, что процессъ горѣнія долженъ по возможности ограничиваться предѣлами топки, и непосредственное соприкосновеніе пламени съ сравнительно холодными металлическими стѣнками должно быть устраняемо, что достигается примѣненіемъ расширенныхъ въ началѣ дымовыхъ каналовъ ²⁾). Послѣдующимъ постепеннымъ сокращеніемъ поперечныхъ сѣченій надлежащая скорость газовъ сохраняется по всей длинѣ поверхности нагрѣва, или даже увеличивается къ концу чрена.

При такомъ устройствѣ, увеличивается отношеніе $\frac{F}{V}$ поверхности нагрѣва F къ объему канала V и, какъ показалъ *Noeggerath* ³⁾), уменьшаются сопротивленія движенію газовъ (сравнительно съ каналомъ постояннаго сѣченія). Передача теплоты концентрируется въ переднихъ частяхъ поверхности нагрѣва, при очень быстромъ паденіи испарительной способности.

Чѣмъ совершеннѣе система топокъ, тѣмъ удобнѣе оказывается примѣненіе ординарныхъ, открытыхъ дымовыхъ каналовъ.

Замѣчательные своими высокими обходами соли, крупносортные чрены завода *Salzungen* ⁴⁾) снабжены въ передней части открытымъ подчреннымъ про-

¹⁾ При начальной скорости газовъ, равной быстротѣ распространенія горѣнія, пламя не выходило бы за предѣлы топочныхъ сводовъ. Подобнымъ методомъ пользовались *Buzenig*, *Ponseca*, *Mallard* и *Le-Chatelier*, для опредѣленія скорости распространенія процесса горѣнія въ газовыхъ смѣсяхъ.

²⁾ По наблюденіямъ *v. Balzberg'a* въ *Ильмъ*, пламя газовыхъ топокъ не должно выходить за предѣлы топочныхъ сводовъ; только совершенно сгорѣвшіе газы должны приводиться въ соприкосновеніе съ металлическими поверхностями нагрѣва (см. также *Ramdohr. Die Gasfernung*. 1881. I Th. стр. 57).

Расширеніе поперечныхъ сѣченій оказывается полезнымъ не только для испарительныхъ аппаратовъ, но и для печей, употребляемыхъ при различныхъ плавильныхъ операціяхъ. (См. *Friedrich Siemens. Der Civilingenieur*. N. F. Bd. XXX. 1884, стр. 537; возраженія *Fr. Lürmann'a* въ *Stahl und Eisen*. 1885, стр. 285).

Въ печахъ *Сименса* съ высокими, выпуклыми сводами, или съ такъ называемымъ „свободнымъ распространеніемъ пламени“ (*mit freier Flammen-Entfaltung*), уменьшается скорость движенія газовъ, отчего увеличивается время ихъ соприкосновенія съ расплавленной массой и процессъ горѣнія можетъ быть оконченъ въ самой печи.

³⁾ *Der Civilingenieur*. N. F. Bd. VI. 1860, стр. 71, § 12.

⁴⁾ Для этихъ чреновъ (№№ 1—4) средний обходъ въ 1883—84 зав. году равнялся 2,8 центнерамъ соли на центнеръ вестфальскаго угля.

странствомъ (*Strahlenherd*), переходящимъ въ задней части постепенно въ циркуляціонные ходы (*Circularherd*). Нужно замѣтить, впрочемъ, что подобная комбинація примѣнима только при очень длинныхъ и сравнительно узкихъ чренахъ, дѣйствующихъ на чистомъ разсолѣ.

Не смотря на условность уравненій, выводимыхъ какъ слѣдствіе гипотезъ Редтенбахера и Рэнкина, примѣненіе ихъ можетъ оказаться очень полезнымъ при рѣшеніи различныхъ практическихъ вопросовъ.

Однимъ изъ важнѣйшихъ примѣровъ подобнаго примѣненія можетъ служить опредѣленіе вліянія начальной температуры топокъ на температуру въ концѣ чрена, т. е. на полезное дѣйствіе поверхности нагрѣва. Предположимъ, что въ испарительномъ устройствѣ, въ которомъ сжигается P килограммовъ топлива въ часъ, произведена замѣна обыкновенныхъ топокъ другими, болѣе совершенными, назначенными для сожиганія того-же количества горячаго матеріала P , но работающих съ меньшей массой газовъ и, слѣдовательно, съ болѣе высокой начальной температурой. Абсолютныя количества теплоты, посылаемой въ обонхъ случаяхъ въ подчренное пространство, совершенно одинаковы и $= \eta_1 HP$, гдѣ η_1 —обозначаетъ ту часть теплоты ¹⁾, которая передается топочнымъ газамъ при процессѣ горѣнія, H —теплопроизводительную способность топлива. Выражая конечную разность температуръ въ функціи начальной разности, имѣемъ по гипотезѣ Рэнкина (см. стр. 18):

$$T_2 - t = \frac{\eta_2 cG}{\frac{\eta_2 cG}{\mu(T_1 - t)} + F}.$$

По условію,

$$cGT_1 = \eta_1 HP$$

отсюда

$$cG = \frac{\eta_1 HP}{T_1}$$

Вставляя значеніе для cG въ выраженіе для $T_2 - t$ и обозначая для простоты постоянную величину ²⁾

$$\frac{\eta_1 \eta_2 HP}{\mu} = C,$$

получимъ:

$$T_2 - t = \frac{C}{\frac{C}{T_1 - t} + FT_1} \dots \dots \dots (15)$$

¹⁾ $1 - \eta_1$ = коэффициенту потерь тепла въ топкѣ.

²⁾ При замѣнѣ одной системы топокъ другой, величины η_1 и μ обыкновенно нѣсколько мѣняются, но это не оказываетъ вліянія на правильность вывода.

При условіяхъ, въ которыхъ работаютъ солеваренные чрены, величина $\frac{C}{T_1 - t}$ значительно менѣе $F'T_1$. Изслѣдованіе выраженія (15) показываетъ, что въ испарительномъ устройствѣ, съ опредѣленными, неизмѣняемыми размѣрами, *увеличеніе начальныхъ температуръ топочныхъ газовъ T_1 производитъ пониженіе конечныхъ температуръ T_2 и наоборотъ.*

Совершенно аналогичный выводъ былъ полученъ проф. *G. Schmidt* омъ ¹⁾, изъ гипотезы Редтенбахера путемъ подстановленія различныхъ значеній для T_1 въ урав. (3), при нѣкоторой постоянной паропроизводительной способности данной поверхности нагрѣва, т. е. при неизмѣнномъ отношеніи $\frac{Q}{F}$.

Цѣлый рядъ примѣровъ, взятыхъ изъ солеваренной практики, можетъ подтвердить указанное выше положеніе. При переходѣ отъ *обыкновенныхъ* топокъ къ *газовымъ*, всегда наблюдалось *пониженіе* конечныхъ температуръ, которое иногда было настолько значительно, что нарушало правильность дѣйствія устройствъ, нагрѣвавшихся теряющимся жаромъ главныхъ чреновъ, напр. сушильных камеръ и сковородъ (*Ischl, Ebensee, Rosenheim*) ²⁾ и крупно сортныхъ чреновъ (*Inowrazlaw*). Это обстоятельство, говорящее, конечно, только въ пользу повышенія начальныхъ температуръ, нельзя всетаки упускать изъ виду при введеніи газовыхъ топокъ.

По мнѣнію *v. Balzberg'a*, гораздо выгоднѣе совершенно отказаться отъ примѣненія теряющагося жара, охлаждая газы подъ главнымъ чреномъ до возможно низкой температуры (напр. до 120°), и нагрѣвать сушильныя устройства при помощи отдѣльныхъ топокъ. При этомъ процессъ сушенія соли идетъ гораздо быстрѣе и совершеннѣе (*Aussee*).

Не смотря на пониженіе конечныхъ температуръ, производительность чреновъ, работающих съ высокими начальными температурами, не только не уменьшается, а *увеличивается* (*Rosenheim, Inowrazlaw*) ³⁾, и наибольшее (среднее) полученіе соли на квадратномъ метрѣ поверхности нагрѣва принадлежитъ въ настоящее время мелкосортнымъ чренамъ въ *Rosenheim*, снабженнымъ газовыми топками (до 143 кгр. соли въ сутки, или 17 кгр. пара въ часъ).

Такимъ образомъ, полезное дѣйствіе поверхности нагрѣва находится въ тѣсной зависимости отъ совершенства системы топокъ, которыя должны передавать развиваемую при процессѣ горѣнія теплоту наименьшей массѣ газовъ съ возможно высокой температурой.

¹⁾ См. *Thielmann's Handbuch*. Bd. I, стр. 197 (с топкахъ системы *Bolzano*).

²⁾ *Oester. Zeitschrift für Berg-und Hüttenwesen*. 1883. стр. 403, 420; III—er Bericht der Heizversuchstation München. 1882. стр. 1 и сл.

³⁾ Въ этомъ можно также убѣдиться, изслѣдуя урав. (10).

ГЛАВА II.

Испарительныя системы прусскихъ соляныхъ промысловъ (Шенебекъ, Дюрренбергъ, Галле, Артернъ и Эрфуртъ).

Открытие мощныхъ залежей каменной соли во многихъ мѣстахъ сѣверо-германской низменности и послѣдовавшее вслѣдъ за этимъ развитіе добычи каменной соли не могло не оказать вліянія на положеніе нѣмецкаго солеваренія. Многіе изъ промысловъ, имѣвшіе слабые разсолы и обогащавшіе ихъ посредствомъ градированія, должны были прекратить свое существованіе или значительно ограничить производительность ¹⁾.

Градированіе сохранилось только въ тѣхъ заводахъ, гдѣ мѣстные благопріятныя условія сбыта и оставшіяся отъ прежняго времени сооруженія позволяютъ вести производство съ большей или меньшей выгодой. Предварительное обогащеніе слабыхъ или не вполне насыщенныхъ разсоловъ каменной солью находитъ себѣ все большее и большее примѣненіе, и возникновеніе новыхъ промысловъ съ градирными сооружениями, при настоящихъ условіяхъ конкуренціи, сдѣлалось почти невозможнымъ. Этимъ объясняется, — почему большинство градировъ осталось почти совершенно въ томъ-же положеніи, въ какомъ они находились еще въ первой половинѣ нынѣшняго столѣтія и были описаны въ классическихъ сочиненіяхъ *Бшофа*²⁾ и *Карстена*³⁾.

Между тѣмъ, другая сторона солеваренныхъ операций — испареніе разсоловъ при помощи искусственно развитой теплоты — сдѣлала сравнительно большіе успѣхи, и многія изъ соответствующихъ устройствъ, по своей простотѣ и цѣлесообразности, заслуживаютъ полнаго вниманія техниковъ.

Главнѣйшими факторами, которые должны имѣться въ виду при постройкѣ варницъ и веденіи солевареннаго процесса, являются слѣдующіе:

- a) Составъ и чистота разсоловъ.
- b) Родъ и свойства горячаго матеріала.
- c) Сортъ и качества соли.

Разсмотримъ вкратцѣ полученіе и свойства разсоловъ, употребляю-

¹⁾ По статистическимъ даннымъ общества германскихъ соляныхъ промысловъ (*Deutscher Salinen-Verein*), въ 1882 г. производительность всѣхъ вестфальскихъ заводовъ (*Königsborn, Neusalzwerk, Rothenfelde, Westernkotten* и друг.), обогащающихъ слабые разсолы (въ 5 — 9 проц.) посредствомъ градированія (до 15 — 20 проц.), не превышала $2\frac{1}{4}$ милліоновъ пудовъ.

²⁾ *Bischof. Geschichtlich-technologische Mittheilungen über das Salzwerk zu Duerrenberg Karsten's Arch. für Bergbau und Hüttenwesen.* 1829 г. Bd. XX, стр. 82.

³⁾ *Karsten. Lehrbuch der Salinenkunde.* 2-ter Theil, стр. 462—609.

щихся въ выварку на главнѣйшихъ посѣщенныхъ мною прусскихъ промыслахъ (*Шенебекъ, Дюрренбергъ, Галле, Артернъ и Эрфуртъ*).

1) *Шенебекъ* получаетъ рассолы изъ буровыхъ скважинъ и шахтъ, находящихся въ мѣстечкѣ *Эльменъ* ¹⁾.

Изъ имѣющихся скважинъ, только четыре (№№ IV, V, VI и IX) могли быть примѣнены для получения рассоловъ, годныхъ въ выварку. Скважины №№ IV и VI находятся въ верхнемъ, №№ V и IX—въ нижнемъ мѣсторожденіи каменной соли.

Всѣ четыре трубы, глубиною отъ 401,4 до 570,8 метровъ, даютъ вмѣстѣ около 403 литровъ рассола въ минуту.

Скважины №№ IV, V и VI доставляютъ почти насыщенные рассолы, содержащіе около 290 килограммовъ въ кубич. метрѣ ²⁾.

Вслѣдствіе притока прѣсныхъ водъ, рассоль изъ буровой скважины № IX въ *Шенебекѣ*—нѣсколько слабѣе, содержитъ всего 255 кгр. въ куб. метрѣ и по этому обогащается посредствомъ растворенія стассфуртской каменной соли, въ деревянныхъ ящикахъ въ 13 м. длины, 1,25 м. глубины и 1,3 м. ширины, раздѣленныхъ на 6 отдѣленій. Трубы работаютъ около 325 дней въ году. Обогащеніе слабыхъ рассоловъ раствореніемъ чрэннаго камня оставлено, вслѣдствіе довольно значительнаго содержанія въ послѣднемъ гипса и сѣрнатровой соли, ухудшающихъ качество рассола (въ особенности для фабрикаціи крупныхъ сортовъ соли).

Рассолы для дѣйствія градировъ могутъ доставляться двумя шахтами, изъ которыхъ только одна (№ IV) глубиною въ 50,8 метровъ, находится въ дѣйствиіи и даетъ въ минуту 600 метровъ рассола, съ содержаніемъ 108 килограммовъ въ куб. метрѣ. Падая три раза по стѣнамъ градировъ, рассоль обогащается до 258—290 килограммовъ; дальнѣйшая концентрація считается уже невыгодной. Не смотря на обширность градирныхъ сооружений въ *Эльменѣ*, дѣйствіе ихъ постепенно сокращается, начиная съ 1860 г., когда была устроена первая буровая скважина (№ IV) для получения богатыхъ рассоловъ. Въ настоящее время градированіе существуетъ отчасти для того, чтобы дать работу уже имѣющимся устройствамъ, отчасти для потребностей лѣчебнаго заведенія въ *Эльменѣ* ³⁾. За послѣдніе годы количество соли, вывариваемой изъ градированныхъ рассоловъ, составляло всего 20—25 проц. общей производительности промысла.

Рассоль, поднимаемый паровыми машинами изъ буровыхъ скважинъ въ

¹⁾ Только скважина № IX находится въ самомъ *Шенебекѣ*.

²⁾ Со времени введенія метрической системы, содержаніе рассоловъ на всѣхъ каменныхъ прусскихъ промыслахъ выражается количествомъ килограммовъ соли (*Rohsalz*) въ кубическомъ метрѣ рассола.

³⁾ Вдыханіе (*inhalation*) воздуха градировъ, пропитаннаго мельчайшими частяцами рассола, считается особенно полезнымъ при нѣкоторыхъ горловыхъ и грудныхъ болѣзняхъ.

Эльменъ, течетъ по деревяннымъ трубамъ (общей длиною въ 2197 метр.) въ Шенебекъ, гдѣ поступаетъ въ два ларя вмѣстимостью въ 3692 куб. метровъ. Запасъ разсола, заключающійся въ обоихъ ларяхъ, хватаетъ всего на 3—4 дня, что нельзя считать особенно удобнымъ для выварки.

Среднее содержаніе разсола, поступающаго въ чрены, равняется 24—25 проц. Для храненія градирныхъ разсоловъ имѣются (подъ градирами) 5 ларей съ громадной вмѣстимостью въ 40,568 куб. метровъ.

Колоссальная производительность Шенебекскихъ варницъ, постоянно возрастаая, требуетъ все большаго и большаго количества разсоловъ. Между тѣмъ увеличеніе числа буровыхъ скважинъ, по многимъ соображеніямъ, не считается удобнымъ, и въ 1872 г. была заложена шахта на каменную соль. Вслѣдствіе большого притока воды, встрѣченной въ пестромъ песчаникѣ, проведеніе шахты замедлилось, и до настоящаго времени она еще не окончена. Судя по предварительно произведеннымъ буровымъ работамъ, каменную соль полагаютъ встрѣтить на глубинѣ около 300 метровъ. Несомнѣнно, что съ окончательнымъ углубленіемъ этой шахты, производство Шенебека вступитъ въ новый фазисъ своего развитія; не только прекратится дѣйствіе градора, но и производительность буровыхъ скважинъ должна сильно ограничиться, потому что предполагается добывать разсолъ путемъ правильнаго выщелачиванія мѣсторожденія или-же посредствомъ растворенія добытой горными работами каменной соли, смотря потому, что окажется удобнѣе и выгоднѣе.

2) *Дюрренбергъ* получаетъ довольно слабый разсолъ изъ шахты (*Bortlachsacht*), глубиною въ 223,8 м., находящейся въ пестромъ песчаникѣ ¹⁾. Содержаніе разсола въ 92,96 килгр. въ куб. метр. (8,6% — 9%) замѣчательно постоянно и существенно не измѣнилось съ самаго основанія промысла ²⁾. Подъемные насосы приводятся въ дѣйствіе 3-мя гидравлическими колесами, получающими воду изъ рѣки Заале, нарочно запруженной съ этою цѣлью при помощи водосливной плотины. Притокъ разсола на столько великъ (2,78 куб. м. въ 1'), что въ значительной степени превышаетъ заводскую потребность. Въ 18⁸²/₈₃ заводскомъ году ³⁾ было добыто 1.158,430 куб. метровъ разсола съ среднимъ содержаніемъ въ 94,042 д. въ куб. метрѣ (уд. в. = 1,06635). Изъ этого количества израсходовано:

¹⁾ Шахта названа по имени знаменитаго въ исторіи сѣверо-германскаго соляного дѣла, саксонскаго берграта *Bortlach'a*, которому принадлежитъ открытіе разсоловъ и постройка варницъ въ *Dürrenberg'*.

²⁾ Колебанія въ составѣ разсола зависятъ главнымъ образомъ отъ стоянія уровня воды въ рѣкѣ Заале. Какъ случайность можно привести, что 15 Сентября 1863 г., т. е. ровно черезъ сто лѣтъ существованія промысла, содержаніе разсола было то-же, что и при первомъ появленіи его на земную поверхность.

³⁾ Заводскій годъ начинается съ Апрѣля мѣсяца.

На дѣйствіе градировъ	205,515 куб. метровъ.
Для дѣйствія подъема, на ванны и т. д.	86,123 „ „
<hr/>	
Итого	291,635 куб. метровъ.

Остальные 866.795 куб. м. (около $\frac{2}{3}$ общаго количества) спущены въ рѣку безъ всякаго употребленія. Посредствомъ градированія разсолъ обогащается съ трехъ разъ до содержанія 220—230 килогр. въ куб. метрѣ. Даль-

нѣйшее обогащеніе до 280—290 кил. ($23—24\frac{1}{2}\%$) производится раствореніемъ эрфуртской каменной соли. Получать еще болѣе концентрированные разсолы считается уже невыгоднымъ для дѣйствія варницъ, вслѣдствіе значительнаго содержанія гипса въ каменной соли. Для храненія громаднаго запаса градирныхъ разсоловъ имѣется большое число деревянныхъ резервуаровъ, съ общей вмѣстимостью болѣе чѣмъ въ 38,000 куб. метр.. Въ послѣднее время построены еще ларь изъ бетона (см. эскизъ на фиг. 6, табл. I); приэтомъ, образцомъ послужили резервуары, уже существующіе съ нѣкоторыхъ поръ въ Тюрингенскомъ заводѣ *Salzungen*¹⁾. Для большей прочности и устойчивости, продольныя боковыя стѣнки, длиною въ 94,5 м, скрѣплены поперечными бетонными перегородками въ 0,8 м. толщиною, которыя раздѣляютъ весь ларь на 4 отдѣленія. Каналы, проходящіе у дна ларя въ поперечныхъ перегородкахъ, устанавливають сообщеніе между всѣми 4-мя отдѣленіями. Для защиты отъ дождя, резервуаръ покрытъ легкой деревянной крышей. Резервуары изъ бетона, хотя и стоятъ дороже деревянныхъ, но зато требуютъ гораздо меньшаго ремонта и совершенно не пропускаютъ разсола.

3) *Галле* на р. *Заале* (*Halle a/S*) уже съ давнихъ поръ употребляетъ для выварки разсолъ изъ шахты (колодца) „*Gutjahrbrunnen*“, глубиною въ 29,2 метровъ, находящійся въ пестромъ песчаникѣ. Среднее количество разсола, поднимаемаго насосомъ=0,09 куб. метровъ въ минуту, или 129,6 куб. метр. въ сутки.

Въ 1883 году получено изъ шахты 47,094 куб. метра разсола, съ среднимъ содержаніемъ въ 202,475 килогр. въ куб. метрѣ (около $17,5\%$). Раствореніемъ 44,038 центнеровъ стассфуртской каменной соли концентрація была доведена до 247,03 килогр. ($21,26\%$ соли).

Разсолъ въ *Галле* нужно считать однимъ изъ самыхъ нечистыхъ предаставителей разсоловъ 2-го класса (см. таблицу ниже); сравнительно большія количества сѣроводорода²⁾, желѣза и органическихъ веществъ

¹⁾ Составъ массы: 1 часть гидравлическаго цемента, песку 10 ч. и гальки 6 ч. Постройкой бетонныхъ ларей въ Дюренбергѣ и Зальцунгенѣ занималось одно акціонерное общество.

²⁾ На другихъ ибмецкихъ заводахъ мнѣ не приходилось наблюдать разсоловъ, въ которыхъ содержаніе сѣроводорода было бы болѣе или менѣе замѣтно. Для нашихъ пермскихъ

представляютъ значительныя затрудненія для полученія чистой, бѣлой соли. Выдѣленіе сѣрводорода и желѣза производится пропусканіемъ разсола по плоскимъ, деревяннымъ желобамъ въ 52,7 метровъ длиной, въ 0,31 м. шириной и 7,8 см. высотой, расположенныхъ съ небольшимъ уклономъ къ горизонту (въ 1,3 см.). 12 такихъ желобовъ соединены въ одну систему, по которой разсолъ течетъ медленной и довольно тонкой струей (около 5 см. толщиной), приходя въ соприкосновеніе съ воздухомъ. Выдѣлившійся при этомъ гидратъ окиси желѣза большею частью остается въ видѣ бурого шлама на днѣ желобовъ; для удержанія самой тонкой мути служить фильтръ-прессъ²⁾, по выходѣ изъ котораго разсолъ получается уже совершенно прозрачнымъ.

Удаленіе органическихъ веществъ происходитъ при самой вываркѣ, во время періода кипяченія разсола (*Stören*), посредствомъ прибавленія свѣжей крови. При фабрикаціи мелкихъ сортовъ соли, на 10000 литровъ разсола прибавляется около 0,3 литра крови, для крупныхъ сортовъ эта прибавка доходитъ до 1,5 литровъ. Отъ дѣйствія кипящаго разсола бѣлковыя вещества крови свертываются и образуютъ довольно объемистую пѣну, которая всплываетъ на поверхность и увлекаетъ за собою органическія вещества, а также слѣды желѣза, оставшіеся невыдѣленными отъ предыдущей операціи³⁾. Эта пѣна осторожно снимается деревянными шумейками, и далѣе процессъ осажденія соли (*Soggen*) идетъ обычнымъ порядкомъ.

Дѣйствіе крови при такомъ очищеніи, по всей вѣроятности, чисто механическое; пѣна, содержащая органическія вещества, обыкновенно образуется и безъ прибавленія крови, при кипяченіи всѣхъ разсоловъ, въ которыхъ количество орган. веществъ болѣе или менѣе значительно; только удаленіе ея изъ разсола очень затруднительно. Часть органическихъ веществъ остается въ взвѣшенномъ состояніи и сообщаетъ разсолу бурый цвѣтъ. Интересно, что прибавленіе крови способствуетъ полученію болѣе крупныхъ кристалловъ соли.

4) *Artern* употребляетъ въ выварку разсолъ изъ шахты глубиной въ 275 метровъ (1878 прусскихъ футовъ), заложенной на каменную соль въ 40-хъ годахъ настоящаго столѣтія⁴⁾. Содержаніе почти насыщеннаго разсо-

промысловъ присутствіе этого газа не составляетъ рѣдкости. Сѣрводороду приписываютъ образованіе чернаго шлама въ чренахъ (сѣрнистое желѣзо?).

²⁾ Слѣдуетъ избѣгать употребленія въ фильтръ-прессѣ желѣзныхъ частей, которыя очень скоро ржавѣютъ; въ Галле примѣняются *деревянные рамы* съ полотняными перегородками. Такіе-же фильтръ-прессы примѣнялись прежде въ *Salzungen*, но теперь оставлены.

³⁾ Альбуминъ для выдѣленія желѣза изъ разсоловъ примѣнялся также въ Иноврацлавѣ. (См. *Besser. Preuss. Zeitschr. für Berg-Hütten-u. Salinewesen.* 1879. Bd. XXVII, стр. 27).

⁴⁾ Шахта была неокончена и примѣнена внослѣдствіи для полученія разсоловъ. Первые попытки получить буреніемъ насыщенные разсолы или найти каменную соль на промыслахъ прусской Саксоніи были произведены въ *Артерн* въ 1831—1840 гг.; при этомъ

ла довольно постоянно (около 26 ‰). Въ 1883—84 заводскомъ году было израсходовано 31448 куб. метровъ разсола съ сод. 319,4 килогр. соли въ куб. метрѣ (26,33‰). Поднятый изъ шахты разсолъ поступаетъ на крышу ларя, гдѣ циркулируетъ тонкимъ слоемъ для освобожденія отъ небольшихъ количествъ раствореннаго въ немъ желѣза. Судя по ходу испарительнаго процесса, разсолъ въ Артернѣ нужно считать однимъ изъ самыхъ чистыхъ въ прусской Саксоніи. Не смотря на то, что здѣшнее производство направлено болѣе на полученіе среднихъ и крупныхъ сортовъ, притокъ разсола въ чрены почти непрерывный, и періодъ увариванія до засола (*Stören*), обязательно принятый на другихъ прусскихъ заводахъ, здѣсь совершенно отсутствуетъ; весь процессъ выварки принимаетъ характеръ непрерывнаго испаренія разсоловъ при нѣкоторой опредѣленной температурѣ, соответствующей данному сорту соли. Подобный методъ работы сближаетъ, до извѣстной степени, Артернѣ съ заводами *Баваріи* и *Зальцкаммергута*. Мелкіе сорта соли, получаемой въ Артернѣ, спекаются на сушильныхъ сковородахъ сравнительно легко въ комки, вслѣдствіе чего само сушеніе затрудняется. Обыкновенно этотъ недостатокъ приписывается довольно значительному содержанию солей магнія въ разсолѣ; здѣсь даже пробовали удалять ихъ прибавленіемъ гашеной извести, но не достигли желаемыхъ результатовъ. По анализамъ, произведеннымъ *Heine* ¹⁾ въ 1840 году (см. таблицу), количество солей магнія въ разсолѣ прежнихъ буровыхъ скважинъ въ Артернѣ не представляется особенно значительнымъ и, можетъ быть, спеканіе соли зависитъ просто отъ накопленія постороннихъ солей, отъ сравнительно большей продолжительности непрерывной вари (до вычерпыванія маточнаго разсола), которая продолжается въ Артернѣ долѣе (9—10 дней), чѣмъ на другихъ прусскихъ заводахъ (6—8 дней).

5) Копь каменной соли *Iversgehofen* около *Эрфурта* утилизируетъ для выварки соляныя воды, просачивающіяся сквозь крѣпъ шахты, а также изъ кваршлаговъ верхнихъ горизонтовъ мѣсторожденія. Соляная вода (*Salzwasser*), съ содержаніемъ въ 10‰—14‰, поднимается изъ зумпфа шахты на поверхность, гдѣ раствореніемъ несортированной каменной соли (*Fördersalz*) получается разсолъ крѣпостью около 25‰, поступающій затѣмъ прямо въ выварку въ двухъ чренахъ съ поверхностью нагрѣва въ 95,96 и 87,40 кв. метровъ.

По анализу, произведенному подъ руководствомъ проф. *Finkener*'а въ лабораторіи Берлинской Горной Академіи (въ 1881 г.), одинъ изъ наиболѣе

двумя буровыми скважинами нашли каменную соль на глубинѣ 309,5 и 304,5 метровъ. Одна изъ этихъ скважинъ (№ 1) давала въ прежнее время разсолъ, употребившійся въ выварку; анализъ его, произведенный *Heine*, сообщенъ ниже (см. таблицу).

¹⁾ Анализа шахтнаго разсола, добываемаго въ настоящее время, мнѣ не удалось найти.

чистыхъ образцовъ каменной соли изъ Эрфурта содержалъ въ себѣ: ¹⁾:

$CaSO_4$	4,64%
$CaCl_2$	0,35
KCl	0,037
$MgCl_2$	0,22
Нераствор. остатка.	0,27
Воды	0,20

Этотъ анализъ показываетъ, что сравнительно большее количество соединений кальція и магнія въ подземныхъ соляныхъ водахъ копи (см. табл. анализовъ) обязано своимъ происхожденіемъ содержанію этихъ солей въ самой каменной соли ²⁾. Послѣдующимъ искусственнымъ обогащеніемъ разсола относительное содержаніе постороннихъ солей понижается и въ конечномъ результатѣ не представляется значительнымъ, особенно по сравненію съ одноименными разсолами второго класса, добываемыми въ *Arnshall'n* и *Halle*. Такъ напр., вычисляя содержаніе постороннихъ солей въ твердомъ остаткѣ отъ выпариванія этихъ разсоловъ, получимъ:

Эрфуртъ	4,65%
Арнсгалль ³⁾	5,63
Галле	6,20

Размѣры двухъ ларей (общее вмѣстимостью всего въ 69,3 куб. метра), имѣющихъ въ Эрфуртѣ, слишкомъ недостаточны для того, чтобы отстаиваніе и освѣтленіе разсола происходило надлежащимъ образомъ. Отъ этого получается, какъ говорятъ, слишкомъ „свѣжий“ разсолъ (*frische Soole*), и весь процессъ выварки терпигъ не мало затрудненій.

Опыты съ прибавленіемъ извести не были успѣшны; для полученія чистой, бѣлой соли приходится прибавлять въ чрѣзъ *кваси* (1—1,5 килогр. въ варю) и *сало*, что далеко не всегда ведетъ къ желаемымъ результатамъ.

Въ 1883 — 84 заводскомъ году употреблено въ раствореніе 2.403,200 килогр. нечистой каменной соли съ 22 проц. примѣсей (воды, ангидрида, глины), при чемъ получено 8782 куб. метр. выварочнаго разсола съ содержаніемъ 298,16 килогр. соли (*Rohsalz*) въ куб. метрѣ (около 24,7 проц.).

Химическій составъ разсоловъ, поступающихъ въ выварку на прусскихъ заводахъ, видѣнъ изъ слѣдующей таблицы анализовъ:

¹⁾ Заимствовано изъ актовъ горной конторы въ Эрфуртѣ.

²⁾ Вода извлекаетъ сначала легко расплывающіеся и растворимыя хлористыя соли *Ca* и *Mg* въ относительно большемъ количествѣ.

³⁾ Разсолъ *Arnshall'n* отличается замѣчательной чистотой.

№ № анализа.	НАЗВАНІЯ ЗАВОДОВЪ.	NaCl.	CaSO ₄ .	CaCl ₂ .	MgCl ₂ .	KCl.	Na ₂ SO ₄ .	MgSO ₄ .	K ₂ SO ₄ .	CaCO ₃ .	Fe ₂ O ₃ .	% содерж. по-стор. солей въ тверд. остаткѣ.	Годъ анализа.	
1	Шенебекъ. 3 раза градириован. рассоль. Рассоль бур. № IV. » » » № V. » » » № VI. » » » № IX. » » Тоже № IX. Рассоль изъ ядры . . . Дюрденбертъ. Дюрденбертъ. Рассоль изъ шахты (неградирир.). Дюрденбертъ. 3 раза градирир. рассоль . Артефекъ. Рассоль изъ буров. слаяж. . Рассоль изъ „Guldgrubenschicht“. Рассоль изъ кал. сол. шахты. Эрфуртъ. Сол. вода изъ верхняго яру. Эрфуртъ. Рассоль изъ ядры (на выварку). Новарцельцъ. Рассоль изъ шахты въ выварку.	23,587%	0,383%	—	0,194%	—	—	—	0,233%	0,359%	—	—	4,72%	1841
2		22,20	0,390	—	0,140	—	—	—	0,117	—	—	—	4,81	1864
3		22,355	0,409	—	0,312	0,330	—	—	0,071	—	—	—	4,78	1864
4		25,371	0,340	—	—	0,421	—	—	0,305	—	—	—	4,03	1864
5		20,802	0,485	—	0,246	—	0,141	—	—	0,114	0,007	—	4,55	1875
6		20,29	0,490	—	0,24	—	0,26	—	—	—	—	—	4,65	1872
7		23,574	0,351	—	0,299	—	—	0,299	—	0,215	0,013	—	4,75	1877
8		7,539	0,566	—	0,125	—	—	—	0,054	0,083	0,001	—	10,52	1839
9		21,976	0,473	—	0,352	—	—	—	0,159	0,161	—	—	4,96	1839
10		23,652	0,375	—	0,395	0,112	—	—	—	0,272	—	—	4,65	1840
11		17,718	0,466	0,134	0,406	0,166	—	—	—	—	слѣды	слѣды	6,20	1837
12		9,784	0,531	0,355	0,442	0,058	—	—	—	—	0,005	—	12,45	1883
13		11,989	0,250	1,160	0,576	0,069	—	—	—	—	0,002	—	17,16	1883
14		20,668	0,356	0,344	0,266	0,036	—	—	—	—	0,005	—	4,65	1883
15		25,421	0,372	—	0,266	—	0,073	—	—	0,141	0,024	0,0035	3,47	1875

1) *Heine, Karsten's Archiv für Mineralogie*, 1845, Bd. XIX, стр. 102.
 2) Анализы №№ 2—8 и № № 12—14, произведенные *Vischof* ожа и лабораторіей *Керглвской Горной Академіи*, заняство-ваны изъ актовъ *соляныхъ управленій* въ Шенебекъ и Эрфуртъ.
 3) Кроме того найдено: SiO_2 —0,002% в *сверномолочниковой соли* (?)—0,003% (*Heine*).
 4) Кроме того найдено: $NaBr$ —0,014%, *см. Besser, Preuss. Zeitschr.* 1879, Bd. XIX, стр. 26.

Какъ извѣстно, *Карстенъ* ²⁾ раздѣлил всѣ, употребляемые въ выварку, соляные рассолы на два слѣдующіе класса:

2) *Karsten, Lehrb. der Salinenkunde*. II Theil, стр. 220 и 226. Подобное раздѣленіе является слѣдствіемъ принятаго метода вычисленія аналитическихъ результатовъ. Дѣйстви-

1-й классъ. Разсолы содержатъ, кромѣ $CaSO_4$, большую или меньшую примѣсь сѣрноокислыхъ солей Na , K , Mg . Это наиболѣе распространенный типъ разсоловъ. Приведенные анализы показываютъ, что разсолы *Шенебека*, *Дюрренберга*, *Артерна*, *Иноврацлава* относятся къ этому классу ¹⁾.

2-й классъ. Вся сѣрная кислота связана съ кальціемъ; избытокъ послѣдняго находится въ видѣ $CaCl_2$. Этотъ типъ имѣетъ гораздо меньшее распространеніе. Изъ упомянутыхъ выше прусскихъ заводовъ только *Галле* и *Эрфуртъ* пользуются подобными разсолами ²⁾, которые, повидимому, представляютъ менѣе затрудненій при испарительномъ процессѣ. Образование труднорастворимой двойной соли $CaSO_4Na_2SO_4$ (глауберита) способствуетъ значительно большимъ отложениямъ чрешнаго камня при работѣ съ разсолами, содержащими избытокъ сѣрноокислыхъ солей. Дѣйствительно, самые чистые и наиболѣе удобные въ вываркѣ разсолы средне- и южно-германскихъ промысловъ относятся ко второму классу (*Arnshall*, *Salzungen*, *Rappenaui*), или-же стоятъ почти на границѣ обоихъ классовъ (*Friedrichshall*, *Clemenshall*, *Schwäbisch Hall*, *Wilhelmshall*) ³⁾.

Но примѣры *Галле* и *Эрфурта* показываютъ намъ, что присутствие хлористаго кальція само по себѣ еще не характеризуетъ степени чистоты разсоловъ, которая опредѣляется какъ качествомъ, такъ и количествомъ нѣкоторыхъ другихъ постороннихъ примѣсей. Чтобы получить приблизительное понятіе объ общемъ количествѣ постороннихъ солей, мною вычислено процентное содержаніе ихъ въ твердомъ остаткѣ отъ выпариванія разсоловъ (см. табл. анализовъ). Сравнивая полученные числа между собою, приходимъ къ давно уже извѣстному выводу, что количество постороннихъ примѣсей уменьшается вмѣстѣ съ возрастаніемъ концентраціи разсоловъ.

Для разсоловъ перваго класса, поступающихъ въ выварку (*Siedesoolen*)

тельное распределеніе кислотъ и оснований въ разсолѣ неизвѣстно и по нѣкоторымъ соображеніямъ не можетъ оставаться постояннымъ для разныхъ температуръ.

Karsten полагалъ, что образованіе хлористаго кальція въ разсолахъ 2-го класса обусловливается вторичными процессами, именно воздѣйствіемъ известняковъ или доломитовъ на соли окиси желѣза, которыя могутъ заключаться въ нѣкоторыхъ разсолахъ. Соляныя воды *Эрфурта* наглядно показываютъ намъ, что присутствие $CaCl_2$ иногда можетъ зависѣть также отъ самаго состава выщелачиваемаго мѣсторожденія каменной соли (первичный процессъ).

¹⁾ Сюда же должны быть отнесены почти все разсолы *Усолыя* и *Лемвы*; исключеніе представляетъ только разсолъ Покровской скважины. См. анализы проф. *А. Шмидта* въ *Bull. de l'Acad. des Sciences de St. Petersburg*, t. XI; *Фармацевт. Журналъ* за 1882 г. № 45, стр. 832.

²⁾ *Kreuznach* и нѣкоторые вестфальскіе заводы (*Königsborn*, *Werl*) употребляютъ въ выварку разсолы 2-го класса. См. анализы, помѣщенные въ *Bruno Kerl's Grundr. der Salinenkunde*, стр. 10. 1868.

³⁾ Если содержаніе сѣрноокислыхъ солей Na, Mg, K не особенно велико, то при очищеніи разсоловъ известно совершается переходъ отъ перваго типа ко второму. Ср. анализы *Цурикова* очищеннаго и неочищеннаго разсоловъ буровой скважины № 2 въ *Бажмутт. Записки Харьк. Отд. И. Р. Техн. Общ.* 1883, стр. 70.

на прусскихъ промыслахъ, содержаніе постороннихъ солей измѣняется отъ 4,96 проц. (Дюренбергъ) до 3,47 проц. (Иноврацлавъ). Разсолы эти въ практикѣ считаются обыкновенно едва-ли не самыми *нечистыми* во всей Германіи; но не трудно видѣть, что въ данномъ случаѣ, нечистота разсоловъ не можетъ быть приписана особенно большому содержанію постороннихъ солей. Разсолы (перваго класса) изъ зинкверковъ *Berchtesgaden'a*, *Hallstatt'a*, *Ischl'a* и *Aussee* очень часто приводятся какъ образецъ чистоты; между тѣмъ, общее содержаніе постороннихъ солей въ нихъ нисколько не меньше, а въ большинствѣ случаевъ даже гораздо больше, чѣмъ въ прусскихъ разсолахъ. Такъ напр. среднее процентное содержаніе постороннихъ солей въ твердомъ остаткѣ отъ выпариванія этихъ разсоловъ равняется:

<i>Rosenheim</i> ¹⁾	4,24 проц.
<i>Hallstatt</i> ²⁾	6,0 "
<i>Ischl</i>	7,1 "
<i>Aussee</i>	13,5 "

Очевидно, что нечистота прусскихъ разсоловъ зависитъ отъ нѣкоторыхъ примѣсей, содержаніе которыхъ даже и въ незначительномъ количествѣ, оказываетъ вредное вліяніе на внѣшнія свойства получаемого продукта.

Къ числу такихъ примѣсей слѣдуетъ отнести углекислыя соли *железа* (марганца), *органическія вещества*, *спроводородъ* и взвѣшенные въ массѣ разсола частицы *шлама*; къ сожалѣнію, приведенные анализы лишь въ рѣдкихъ случаяхъ позволяютъ судить о количествѣ всѣхъ этихъ веществъ въ разсолахъ ³⁾.

Между тѣмъ, присутствіе ихъ въ разсолахъ для выварки и обусловливаетъ особый ходъ испарительнаго процесса, столь характерный для большинства прусскихъ заводовъ, именно — рѣзкое разграниченіе періода *увариванія до засола* (кипяченія, *Stören*), отъ періода *осажденія соли* (привода, *Soggen*). Энергическимъ кипяченіемъ втеченіе перваго періода стараются выдѣлить изъ разсола органическія вещества и желѣзо въ видѣ пѣны и шлама, которые выгребаются по возможности тщательнo до тѣхъ поръ, пока начинающая осаждаться соль (*Krücksalz*) не приметъ надлежащаго бѣлаго цвѣта. Какъ извѣстно, при этой операціи выдѣляются также углесоли *Ca* и *Mg* и часть гипса; но очищеніе разсола кипяченіемъ отъ этихъ примѣсей, при полученіи *мелкихъ сортовъ* соли, имѣетъ, повидимому, сравнительно подчиненное значеніе.

При мелкой соли, присутствіе гипса, даже въ довольно значительномъ

¹⁾ Смѣсь разсоловъ изъ зинкверковъ въ *Berchtesgaden'n* и соляного источника „*Edelquelle*“ въ *Reichengall'n*. См. *Bruno Kerl*. I. с. стр. 10.

²⁾ *K. Hauer. Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt*. 1864. Bd. XIV, стр. 279.

³⁾ Содержаніе 0,0035 проц. (0,042 гр. въ литрѣ) углекислой соли дѣлало Иноврацлавскій разсолъ совершенно непригоднымъ для полученія соли чистаго бѣлаго цвѣта. *Besser, Preuss. Zeitschr.* Bd. XXVII, стр. 26.

количествомъ (до 2 проц.), повидимому, не оказываетъ особеннаго вліянія на внѣшній видъ получаемаго продукта. На *крупныхъ кристаллахъ*, какъ показываетъ опытъ, примѣсь землистыхъ веществъ становится болѣе замѣтнымъ для простаго глаза и дѣлаетъ соль хрупкою и рассыпчатою.

Во всякомъ случаѣ, достигнуть полнаго удаленія сѣрнокальціевой соли посредствомъ кипяченія разсола при обыкновенномъ давленіи невозможно. Гипсъ выдѣляется изъ разсоловъ (въ видѣ ангидрида) только при нагрѣваніи ихъ примѣрно до 120° Ц. ¹⁾, а температура, при которой $CaSO_4$ становится совершенно нерастворимымъ въ разсолахъ обыкновеннаго состава, лежитъ еще значительно выше ²⁾.

Значительная продолжительность періода кипяченія разсола очень не выгодно отзывается на расходѣ горючаго, на срокѣ службы чреновъ и вообще на всемъ процессѣ выварки. Если-бы представилась возможность путемъ предварительнаго очищенія, напр. посредствомъ лучшаго отстаиванія, прибавленія извести и т. д., выдѣлить изъ разсола желѣзо и другія окрашивающія соль вещества, то, по всей вѣроятности, введенію *непрерывной выварки* ³⁾ не представлялось бы никакихъ особыхъ затрудненій ⁴⁾.

Даже и въ настоящее время на нѣкоторыхъ прусскихъ заводахъ встрѣчаются рассолы (напр. въ *Артернѣ*), для которыхъ выдѣленіе періода кипяченія въ особую операцію считается уже излишнимъ.

Притокъ разсола въ круглые чрены варницы „*Lindig*“ въ Шенебекѣ совершается *непрерывно* (втеченіе 8—9 дней); тѣмъ не менѣе, мелкая соль, осаждающаяся при этой операціи (*Stören*), принадлежитъ къ числу самыхъ тонкихъ сортовъ такъ называемой *столовой соли* (*Tafelsalz*) и значительное содержаніе въ ней гипса (около 1,8%), повидимому, нисколько не вредитъ ея внѣшнему виду.

¹⁾ Подобный нагрѣвъ совершается въ нагрѣвательномъ котлѣ аппарата *Пиккара*, на трубкахъ котораго осаждаются весь гипсъ, находящійся въ разсолѣ, въ видѣ кристаллическихъ корокъ ангидрида. Поэтому соль изъ аппаратовъ Пиккара отличается замѣчательно малымъ содержаніемъ $CaSO_4$.

По произведенному мною анализу, образецъ соли, взятой (въ іюль 1884 г.) изъ центрифуги при аппаратѣ *Пиккара* въ *Эбензее*, содержалъ:

Воды . . . 0,56 проц.
 $CaSO_4$. . . 0,075 »

Принимая среднее содержаніе $CaSO_4$ въ разсолѣ равнымъ 0,3 проц., получимъ, что въ соль перешло всего около 6 проц. общаго количества этой примѣси. По *Hauser*у соль изъ обыкновенныхъ чреновъ въ *Эбензее* содержитъ отъ 0,24 проц. до 1,08 проц. $CaSO_4$.

²⁾ По изслѣдованіямъ *Coüsté* (*Annales des mines.* (5) Serie. 1854 t. V, стр. 143) между 140° и 150° сѣрнокальціевую соль можно считать уже нерастворимою въ (морской) водѣ.

³⁾ Подобно тому какъ это существуетъ на *баварскихъ* и *австрійскихъ* заводахъ.

⁴⁾ Возможность выдѣленія желѣза и шламовыхъ частицъ изъ разсола путемъ болѣе или менѣе долгаго отстаиванія, особенно при подогреваніи, не подлежитъ сомнѣнію. Для послѣдней цѣли можно воспользоваться *парами*, выдѣляющимися изъ чреновъ. Гораздо труднѣе удалить органическія вещества (осажденіе известью). Концентрированныя рассолы глубокихъ буровыхъ скважинъ заключаютъ послѣднюю примѣсь въ относительно меньшемъ количествѣ сравнительно съ слабыми рассолами неглубокихъ шахтъ и колодезевъ.

Но подобныя примѣры являются въ видѣ исключеній, обыкновенно-же очищеніе разсола посредствомъ кипяченія считается очень полезнымъ, а при фабрикаціи крупныхъ сортовъ соли обязательно необходимымъ. Въ послѣднемъ случаѣ процессъ увариванія нарочно удлиняется (до 24 часовъ) и всѣ работы въ чренѣ производятся съ особою тщательностью, для чего въ *Шенебекѣ* примѣняются даже отдѣльныя чрены (*Störpfannen* въ варницахъ „*Lindig*“, „*Bismark*“ и „*Fabian*“) ¹⁾ На остальныхъ заводахъ оба періода работы производятся *всегда въ одномъ и томъ-же чренѣ* ²⁾.

Температура разсола въ періодъ *осажденія* (*Soggen*) имѣетъ большое значеніе при полученіи требуемаго сорта или, какъ здѣсь говорятъ, „*зерна*“ (*Korn*) соли.

Для *мелкихъ сортовъ* (*Fein*-и *Mittelfeinsalz*), она содержится между температурой кипѣнія разсола и 100°—90° Ц. Варя (*Werk*) длится при этомъ обыкновенно 24 часа; изъ нихъ на увариваніе и удаленіе шлама приходится (смотря по густотѣ и чистотѣ разсола) отъ 5 до 8 часовъ, остальные 19 или 16 часовъ идутъ на осажденіе соли, которая почти непрерывно пригребается съ середины къ бортамъ чрена (*Шенебекъ* и *Дюрренбергъ*). Этимъ уменьшается пригораніе соли къ дну чрена надъ средними дымовыми ходами (съ наивысшей температурой топочныхъ газовъ). Самая-же унимка соли и перемѣщеніе ея на отечныя полати колнака (*Traufbühnen*) совершается отъ 2-хъ до 3-хъ разъ въ сутки, примѣрно черезъ каждыя 8 или 6 часовъ. Напускъ свѣжаго разсола (около 32 см.) дѣлается одинъ разъ въ 24 часа, но иногда считается полезнымъ производить еще второй напускъ (около 13 см.) приблизительно въ серединѣ (*Шенебекъ*) или во второй половинѣ вари (*Дюрренбергъ*), съ цѣлью растворенія образовавшагося чренного камня.

Выварка до вычерпыванія маточнаго разсола продолжается обыкновенно 6—8 дней (*Шенебекъ*, *Галле*, *Дюрренбергъ*), въ *Артернѣ*—до 9—10 дней и въ нѣкоторыхъ исключительныхъ случаяхъ даже до 3-хъ недѣль (*Heinrichshall* въ *Тюрингіи*) ³⁾.

Затѣмъ наступаетъ такъ называемая „*малая остановка*“ (*Kleiner Kaltager*), не менѣе сутокъ, для отбиванія чренного камня (*Steinigen*) и необходимыхъ поправокъ въ чренѣ (наложенія заплатъ, перемѣны листовъ и т. д.).

При *крупныхъ сортахъ* температура разсола во время періода осажденія (*Soggen*) измѣняется отъ 50 до 70° и находится въ зависимости отъ качества разсоловъ и крупности зерна соли; чѣмъ рѣже происходитъ унимка,

¹⁾ По этому-же методу работаютъ *Вестфальскіе* заводы, получающіе преимущественно крупные сорта соли изъ сравнительно слабыхъ градирированныхъ разсоловъ.

²⁾ Въ прежнія времена „*Stören*“ и „*Soggen*“ для мелкой соли совершались въ отдѣльныхъ чренахъ, но это уже давно оставлено.

³⁾ Въ *Heinrichshall* разсолъ послѣ трехъ-недѣльной выварки остается также чистъ, какъ и свѣжій, но отложенія чренного камня достигаютъ большихъ размѣровъ (до 20 см.)

тѣмъ больше, плотнѣе и тверже становятся кристаллы, но зато отчетливость ихъ образованія уменьшается. Въ *Шенебекѣ* различаются слѣдующіе сорта:

	Температура привода.	Унимка происходить:
Соль средней крупности (<i>Mittelgrobsalz</i>). . .	70°—64° Ц.	1 разъ въ 24 часа (однодневная соль).
„ обыкновен. крупная. . .	64°—57° „	
„ самая „ (<i>Extragrobsalz</i>). . .	57°—50° „	1 разъ въ 3 сутокъ (трехдневная соль).

До вычерпыванія маточнаго разсола выварка продолжается до 3—4 недѣль. Далеко не всѣ рассолы оказываются одинаково пригодными для полученія хорошей крупной соли. Такъ напр. въ *Дюрренбергѣ* (варница „*Karsten*“) приходится оставлять соль въ чренѣ до 8 дней, при температурѣ разсола въ 50°—54°.

Воронкообразные, ступенчатые кристаллы самыхъ крупныхъ сортовъ (*Extragrobsalz*) достигаютъ до 40 мм. въ сторонѣ квадрата (обыкновенно же около 10 мм.). Кроме того, различаютъ еще такъ называемую „*körniges Salz*“, въ видѣ плотныхъ кубовъ, которые образуются не на поверхности, а въ самой массѣ разсола (при охлажденіи). По своей твердости и относительной тяжести ¹⁾ такой сортъ особенно цѣнится потребителями, но полученіе его въ большихъ кристаллахъ рѣдко удается съ экономической выгодой.

Постороннія примѣси рассоловъ (CaSO_4 , Na_2SO_4 , MgCl_2 , органическія вещества), если находятся въ значительныхъ количествахъ, то сильно затрудняютъ фабрикацію крупныхъ сортовъ, дѣлая соль матовою, хрупкою и легко рассыпающейся.

При низкихъ температурахъ, на поверхности разсола образуются очень часто кристаллическія корки и пленки, которыя должны по возможности удаляться, иначе процессъ испаренія сильно замедляется, а иногда даже совсѣмъ прекращается. Средняя производительность квадратнаго метра поверхности нагрѣва чреновъ при крупныхъ сортахъ очень незначительна и равняется въ *Шенебекѣ*:

	въ сутки.
При самой крупной соли . . .	8,8 кгр.
„ обыкновен. „ „ . . .	15,0 „
„ средней „ „ . . .	25,3 „ ²⁾ .

Вообще по сравненію съ мелкой солью, производство крупныхъ сортовъ на прусскихъ заводахъ не можетъ считаться особенно выгодной операціей, вслѣдствіе медленности работы и перерасхода въ горючемъ матеріалѣ. Между тѣмъ, во многихъ мѣстностяхъ сѣверной и средней Германіи, спросъ на эти сорта чрезвычайно великъ и съ теченіемъ времени постепенно возрастаетъ.

¹⁾ Вообще крупные сорта соли тяжелѣе мелкихъ.

²⁾ Производительность кв. метра при мелкихъ сортахъ намѣняется отъ 8 до 110 килогр.

Часто потребители обращаютъ вниманіе не столько на цвѣтъ и на чистоту продукта, сколько на крупность и плотность кристалловъ. Соль, употребляемая для скота (*Viehhsalz*), требуется въ большинствѣ случаевъ также въ крупномъ видѣ.

Устройство варницъ.

Болѣе *старый* и въ настоящее время еще очень распространенный типъ варницы на прусскихъ промыслахъ имѣетъ слѣдующее устройство: посрединѣ длиннаго и сравнительно узкаго зданія находится отдѣленіе для упаковки соли (*Packraum*), къ которому съ двухъ противоположныхъ сторонъ примыкаютъ сначала сушильные сковороды, затѣмъ чрены и на обоихъ короткихъ концахъ варницы помѣщаются кочегарки и мѣста для складки угля. Общая для двухъ чреновъ труба проходитъ посрединѣ зданія. Второй этажъ, возведенный надъ средней частью варницы, служитъ для магазинированія соли. Кочегарки отдѣлены отъ чреновъ каменной стѣной въ 0,6 м. толщины (*Brandmauer*), остальные отдѣленія разобщены другъ отъ друга посредствомъ деревянныхъ или фахверковыхъ перегородокъ.

Въ варницахъ *постышаго* типа подъ легкой общей кровлей располагается рядомъ нѣсколько чреновъ (отъ 2-хъ до 4-хъ), длинными сторонами параллельно другъ другу, и соответствующее количество сушильных сковородъ. Магазинъ помѣщается въ отдѣльномъ зданіи, иногда соединенномъ съ варницей посредствомъ крытой галлерей (Шенебекъ) ¹⁾. Подобное расположеніе концентрируетъ производство, облегчаетъ надзоръ и подвозъ топлива, но имѣетъ въ тоже время свои недостатки; починка одного чрена или сушильной сковороды способствуетъ загрязненію соли въ остальныхъ устройствахъ, находящихся въ дѣйствиіи, и въ настоящее время считается полезнымъ отдѣлять посредствомъ легкихъ перегородокъ не только испарительное отдѣленіе отъ сушильнаго, но и отдѣльные чрены другъ отъ друга.

Дно чреновъ и сушильных сковородъ находится обыкновенно на уровнѣ заводской поверхности или незначительно выше ея, вслѣдствіе чего для топокъ приходится дѣлать выемки въ землѣ, а для магазинированія соли — устраивать особые подъемы. Только въ варницѣ „*Krug von Nidda*“ въ Шенебекѣ чрены подняты настолько, что соль изъ сушильных сковородъ можетъ прямо сбрасываться въ магазинъ, находящійся въ нижнемъ этажѣ. Но подобное устройство, столь распространенное на промыслахъ Австріи и южной Германіи, не получило здѣсь дальнѣйшаго примѣненія, потому что довольно частыя течи чреновъ дѣйствуютъ разрушительно на массивную каменную кладку (нижняго этажа) и фундамента стѣнъ варницы.

¹⁾ По этому типу, заимствованному съ *англійскихъ заводовъ*, выстроены варницы «*Itzenplitz*» въ Шенебекѣ и №№ 1-й и 2-й въ Иповрацлавѣ, въ которыхъ соединено въ общую систему по 4 чрена; по 2 чрена имѣютъ—«*Krug von Nidda*», «*Fabian*» въ Шенебекѣ и новая варница (№ 3) въ Галле. Планъ послѣдней изображенъ на фиг. 14, табл. II.

Цѣною опыта доказано, что кладка топокъ и пламенныхъ ходовъ должна быть выведена совершенно независимо отъ стѣнъ варницы и отдѣлена отъ нихъ пустыми промежутками, заполняемыми какими нибудь рыхлыми матеріалами. Въ противномъ случаѣ, расширеніе кладки при нагрѣвѣ чрезвычайно вредно отзывается на прочности и на срокъ службы всего зданія.

На всѣхъ государственныхъ промыслахъ *Прусской Саксоніи* (*Oberbergamt'a* въ *Галле*) примѣняется для выварки мѣстный бурый уголь, копи котораго находятся въ большинствѣ случаевъ вблизи заводовъ и подвѣдомственны одному и тому-же управленію. Только въ *Эрфуртѣ* ¹⁾ и на нѣкоторыхъ частныхъ заводахъ (*Генрихсгалль*) употребляется какъ примѣсь вестфальскій каменный уголь и то въ незначительномъ количествѣ.

Ангальтъ-саксонскіе бурые угли не отличаются особенно хорошими качествами, легко разсыпаются на воздухъ и въ формѣ кусковъ (*Stücke Nusskohle*) рѣдко доходятъ до заводовъ. Обыкновенно они представляютъ совершенно порошкообразную, землистую и очень гигроскопическую массу буровато-чернаго цвѣта (*klare Kohle*). Отъ этого весь учетъ горючаго матеріала въ варницахъ совершается не по вѣсу, а по объему. Вѣсъ принятой единицы мѣры—*гектолитра* измѣняется для различныхъ сортовъ здѣшнихъ углей отъ 60 до 80 килограммовъ и въ большинствѣ случаевъ равенъ 70—75 килогр. Въ свѣжемъ состояніи угли заключаютъ отъ 30 до 50 и болѣе процентовъ влажности и 6—10% золы.

По анализамъ д-ра *Bühning'a* ²⁾ (въ лабораторіи проф. *Maercker'a*), составъ генеральныхъ пробъ бурыхъ углей, сжигаемыхъ въ *Артернѣ* и *Галле*, оказался слѣдующій:

НАЗВАНІЯ КОПЕН.	C	H	O	N	S	Гигроскопич. воды.	Золы.	Теорет. теплотворн. способност., калорій.	Мѣсто потребления.
<i>Alt-Zscherben</i> близъ Галле	31,08%	3,03%	8,58%	0,21%	1,35%	49,98%	5,77%	2842,0	Галле.
<i>Langenbogen</i> около									
<i>Teutschenthal'a</i> .	28,46	2,59	6,92	0,18	2,01	53,11	6,73	2556,6	Артернѣ.
Тоже	27,04	2,61	6,18	0,14	1,96	55,25	6,82	2473,7	"
Тоже (среднее)	27,75	2,60	6,55	0,16	1,99	54,18	6,77	2515,2	"

Угли были подвергнуты анализу въ свѣжемъ и невысушенномъ состояніи (*grubenfeucht*).

¹⁾ *Эрфуртѣ* не имѣетъ собственныхъ мѣсторожденій горючаго матеріала и получаетъ каменный уголь изъ копи «*Zollern*» близъ Дортмунда изъ окрестностей *Meiselswitz'a* и *Weissenfels'a*

²⁾ *Zeitschr. des Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungs-Vereine*. Breslau. Jahrg. V. 1882, стр. 77. Исслѣдованія произведены по порученію комитета промышленной выставки въ Галле (въ 1881 г.), для опредѣленія испарительной способности различныхъ сортовъ Саксонскихъ и Ангальтскихъ буровыхъ углей.

По прежнимъ изслѣдованіямъ проф. *Heintz'a* ¹⁾, органическая масса бураго угля изъ *Tollwitz*, употребляемаго на выварку соли въ *Дюрренбергъ* содержала въ 100 частяхъ (за вычетомъ золы):

	При 110°.
C	70,91%
H	6,35 „
O	22,74 „
	100,00

Принимая по *Brix'u* ²⁾ въ свѣжемъ состояніи содержаніе 50% гигроскопической влаги и 10% золы, получимъ составъ *тольвицкаго* угля:

C	28,36%
H	2,54 „
O	9,10 „
Гигроскоп. воды .	50,00 „
Золы	10,00 „
	100,00

Для вычисленія теоретической теплопроизводительной способности *H*, имѣемъ слѣдующую формулу, предложенную д-ромъ *F. Fischer'омъ* ³⁾ и принятую комиссіей германскихъ инженеровъ ⁴⁾:

$$H = 8100 c + 29000 \left(h - \frac{0}{8} \right) + 2500s - 600w$$

гдѣ *c*, *h*, *o*, *s* и *w*—обозначаютъ содержаніе углерода, водорода, кислорода, сѣры и гигроскопической воды въ килограммѣ горючаго матеріала.

По этой формулѣ, теплопроизводительная способность килограмма *тольвицкаго* угля = 2327,7 ед. теплоты ⁵⁾ и испарительная способность = 3,65 кгр. пара въ 100°. Всѣ гектолитра этого угля измѣняется отъ 70 до 75 кгр., слѣдовательно теоретическая испарительная способность одного гектолитра равняется въ среднемъ 265 килограммамъ воды; эта величина очень близка къ принятой въ заводскихъ расчетахъ въ *Дюрренбергѣ* (267 кгр.).

Для невысушенныхъ углей здѣшней мѣстности можно принять теплопроизводительную способность отъ 2300 до 2600 ед. теплоты и испарительную—отъ 3,61 до 4,08 килогр. воды на 1 килогр. угля ⁶⁾.

¹⁾ См. *Brix. Untersuchungen über die Heizkraft der wichtigeren Brennstoffe des Preuss. Staates*. 1853, стр. 378.

²⁾ *Brix* (I. c. стр. 367) нашелъ для свѣжаго угля изъ копи *Tollwitz* содержаніе гигроскопической влаги = 50,5% и золы = 10,63%.

³⁾ *Dingler's pol. J.* Bd. 245, стр. 398; *F. Fischer. Taschenbuch für Feuerungstechniker*. 1883, стр. 10.

⁴⁾ См. *Zeitschr. des Ver. deutscher Ing.* 1884 стр. 203.

⁵⁾ Содержаніе сѣры не принято во вниманіе.

⁶⁾ Для самыхъ лучшихъ сортовъ углей, рѣдко примѣняемыхъ въ солевареніи, теорет. теплопроизводительная способность равняется 3000—3200 калорій.

Въ прежнее время сжигались прессованные угли, въ видѣ брикетовъ, на плоскихъ колосникахъ, но со времени введенія ступенчатыхъ топокъ употребленіе брикетовъ на соляныхъ промыслахъ совершенно оставлено и теперь встрѣчается какъ рѣдкое исключеніе (чрень № 2 въ Галле¹⁾).

Примѣненіе ступенчатыхъ колосниковъ дало возможность сжигать самыя худшіе, землистые сорта здѣшнихъ углей безъ всякой сортировки, въ томъ видѣ, въ какомъ они получаютъ прямо съ копей²⁾.

Два типическихъ устройства ступенчатыхъ топокъ, употребляемыхъ въ Дюрренбергѣ (варница „*Bischof*“) и Галле, представлены эскизами на фиг. 7 и 8, табл. I; *a*—наклонныя рамы (щеки, *Wangen*), поддерживающія колосники ступенчатой рѣшетки, которая перекрыта двумя сводами: наклоннымъ (*Sturz*)—*b* и горизонтальнымъ—*c*. Изъ воронки (*Rumpf*), постоянно наполненной углемъ, послѣдній распределяется равномерно по всей ширинѣ рѣшетки. При очищеніи колосниковъ, зола и шлаки скатываются на горизонтальный, продырявленный желѣзный или чугунный листъ *k*, свободно лежащій на брускахъ *t*; здѣсь также собираются и окончательно стараются куски угля, свалившіеся со ступенекъ³⁾. Двигая (въ горизонтальномъ направленіи) за рукоятку *f* листа, зола переводится по мѣрѣ надобности въ зольникъ *P*, иногда сообщающійся съ поверхностью при помощи особаго подземнаго хода (фиг. 7). На каждый чрень приходится двѣ такихъ, совершенно одинаковыхъ топки, которыя лежатъ всегда рядомъ, посрединѣ узкой стороны чрена и раздѣлены между собою продольной перегородкой, продолжающейся впередъ черезъ всю длину подчреннаго пространства. Разстояніе отъ нижняго края ступенчатой рѣшетки (нижняго опорнаго бруса *m*) до дна чрена дѣлается обыкновенно болѣе 1,5—2 метровъ.

Воздухъ доставляется подъ рѣшетку тягой дымовой трубы; примѣненіе искусственнаго дутья (отъ вентилятора) имѣется въ настоящее время только при одномъ изъ круглыхъ чреновъ въ Шенебекѣ и даетъ хорошіе результаты относительно расхода горючаго матеріала⁴⁾. Замѣчательно, что употребленіе вентилятора, вмѣсто дымовой трубы, производитъ измѣненіе распределенія передачи теплоты въ испарительной системѣ. При вентиляторахъ,

¹⁾ Стоимость гектолитра землястыхъ и несоортированныхъ бурыхъ углей:

Шенебекъ 29 пфен.

Галле 23—29 „

Крупные сорта (*Stückkohle*) стоятъ 3144 пфен. за гектолитръ.

²⁾ Можно даже сказать, что буроугольная промышленность Прусской Саксоніи и Ангальтскихъ герцогствъ отчасти обязана своимъ цвѣтущимъ положеніемъ удачному примѣненію ступенчатыхъ топокъ.

³⁾ Въ топкахъ паровыхъ котловъ, дѣйствующихъ на буромъ углѣ, вмѣсто листа *f* (шлаковой заслонки), употребляется двойная горизонтальная рѣшетка съ плоскими колосниками.

⁴⁾ См. *Mehner. Preuss. Zeitschr. für Berg-Hütten u. Salinenwesen*. 1873. Bd. XXI, стр. 135. Газовыя топки *Haupf'a* въ *Инограмматъ* дѣйствуютъ дутьемъ отъ аппаратовъ *Кертмина*.

полученіе мелкой соли въ главныхъ (круглыхъ) чренахъ увеличивается на счетъ уменьшенія производительности чреновъ, нагрѣваемыхъ теряющимся жаромъ и дающихъ крупные сорта соли. Подобное явленіе, несомнѣнно связанное съ повышеніемъ начальной температуры топочныхъ газовъ при искусственномъ дутьѣ (см. I гл.), было, впрочемъ, не особенно желательно для варницы „Lindig“, рассчитанной преимущественно на приготовленіе крупной соли¹⁾.

Употребленіе дугообразныхъ каналовъ, приводящихъ воздухъ въ топочное пространство (за рѣшетку), въ настоящее время совершенно оставлено, такъ какъ они заносятся пылью и золой и дѣйствіе ихъ скоро прекращается²⁾.

Колосники въ рѣшеткѣ располагаются обыкновенно въ два смежные ряда (поля, Felder) и поддерживаются тремя наклонными рамами, длиною отъ 1,8 до 2,2 м. и толщиной отъ 20 до 28 мм.³⁾

На фиг. 9а, табл. I изображено соединеніе колосниковъ съ рамами, употребляющееся въ Дюрренбергѣ и на многихъ другихъ заводахъ. Плоскіе чугунные колосники (Rostschaufel, см. фиг. 9б), въ 80 мм. шириной и 8 мм. толщиной, покоятся на отдѣльныхъ, горизонтальныхъ выступахъ рамъ А; каждый колосникъ можетъ быть вынуть и замѣненъ, не прерывая дѣйствія топки. Стороны *cd* колосниковъ обращены наружу. Гораздо рѣже встрѣчается устройство рѣшетки, представленное на фиг. 10, табл. I (Артернъ). Снабженные выступами *a* концы колосниковъ входятъ (съ зазоромъ) въ продольную выемку рамы и покоятся другъ на другѣ. Для замѣны какого нибудь одного испортившагося колосника, приходится останавливать дѣйствіе топки и разбирать всю рѣшетку, раздвигая рамы въ горизонтальномъ направленіи. Для этой цѣли, между стѣнками топки и крайними рамами оставляется промежутокъ, закладываемый во время дѣйствія пластинами черепицы и замазываемый глиной. Вынимать-же колосники сверху, черезъ отверстіе для воронки (Rumpf)—очень неудобно.

Вертикальное разстояніе (прозоръ) между колосниками измѣняется отъ 20 до 32 мм. и площадь живого сѣченія равняется примѣрно *одной трети* общей поверхности рѣшетки. Длина колосниковъ (38 — 50 см.) опредѣляетъ ширину полей (Felder) рѣшетки и дѣлается не болѣе 60 — 66 см., иначе колосники легко гнутся.

Одно изъ главнѣйшихъ условій правильнаго и непрерывнаго дѣйствія ступенчатой топки заключается въ томъ, чтобы *перевести главный поясъ горня на нижнюю часть рѣшетки*; тогда движеніе горячаго матеріала

¹⁾ Прежде оба круглыхъ чрена варницы „Lindig“ снабжались дутьемъ отъ вентилятора.

²⁾ Объ этихъ каналахъ упоминаетъ *Минь. Горный Журналъ*. 1864. II, стр. 215.

³⁾ При рѣшеткахъ значительной ширины, колосники располагаются въ 3 смежные ряда поддерживаются *четырьмя* наклонными рамами (*Генрихсгалль, Шенбекъ*).

будетъ совершаться само собой, почти не нуждаясь въ помощи кочегара. Для выполненія этого условія, относительное положеніе сводовъ и рѣшетки должны быть пропорціонированы надлежащимъ образомъ.

Уголъ наклона рамъ измѣняется на прусскихъ солеваренныхъ заводахъ отъ 30° до 35° и дѣлается обыкновенно нѣсколько *меньше* (на 1° — 3°) угла естественнаго откоса даннаго сорта угля, такъ-что толщина слоя горючаго матеріала постепенно *уменьшается* книзу рѣшетки (напр. въ Шенебекѣ отъ 8 см. до 5 см.)¹⁾.

Вслѣдствіе этого притокъ воздуха направляется преимущественно въ нижнюю часть топки, чему помогаютъ также устройствомъ *наклоннаго свода*, который въ солеваренныхъ топкахъ перекрываетъ или всю рѣшетку, какъ показано на фиг. 7 (Дюрренбергъ, Артернъ), или-же — только верхнюю треть ея длины (фиг. 8, Шенебекъ, Галле), не выходя за предѣлы брандмауера, отдѣляющаго кочегарку отъ испарительнаго отдѣленія.

Въ топкахъ *нормальнаго типа*, выработаннаго Магдебургскимъ обществомъ владѣтелей паровыхъ котловъ, наклонный сводъ перекрываетъ двѣ верхнихъ трети длины рѣшетки²⁾.

Къ наклонному топочному своду (Sturz, Stechkappe) непосредственно примыкаетъ горизонтальный — въ полкирпича (12 см.) толщиной и отъ 1,6 до 2,5 метровъ длиною, служащій для повышенія температуры на рѣшетохъ и для предохраненія дна чрена отъ непосредственнаго дѣйствія пламени. Въ Нienrichshall'ѣ второму своду (въ 3,76 м. длиною) придаютъ нѣкоторое возстаніе по вертикальному направленію, такъ-что пламя топочныхъ газовъ бьетъ прямо въ чрень. Но подобное устройство не приноситъ существенныхъ выгодъ въ передачѣ теплоты и способствуетъ только неполнотѣ горѣнія газовъ и скорой порчѣ чренныхъ листовъ. На тюрингенскомъ заводѣ *Salzingen*, отличающемся раціональною конструкціей нагрѣвательной системы, своды, перекрывающіе плоскія рѣшетки, имѣютъ наклонъ *внизъ*.

Измѣняя положеніе заслонки *o* въ воронкѣ *g* (фиг. 4), можно регулировать толщину слоя угля и управлять ходомъ горѣнія, сообразно неодинакой тягѣ, имѣющейся во время періодовъ увариванія (Stören) и осажденія соли (Soggen). Въ нѣкоторыхъ случаяхъ эта заслонка отсутствуетъ (Дюрренбергъ); тогда нельзя произвольно измѣнять толщину слоя горючаго матеріала и для пониженія температуры въ чренѣ приходится осваивать часть рѣшетки въ бездѣйствіи, не очищая золы съ колосниковъ. Такое искусствен-

¹⁾ Для топковъ паровыхъ котловъ, работающих на ангалтъ-саксонскихъ бурыхъ угляхъ, *v. Reiche (Anl. u. Betr. der Dampfkessel. стр. 79)*, даетъ наклонъ рѣшетки въ 29° , *Ram-dohr* — отъ 28° до 32° (*Die Gasfeuerung. I, стр. 85*). Уголъ наклона рѣшетки увеличивается вмѣстѣ съ влажностью и крупностью кусковъ горючаго матеріала и для каменныхъ углей можетъ достигать по *Weinlig'у* до 40° — 50° .

²⁾ *Weinlig. Zeitschr. des Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungs-Vereine. 1879, стр. 1 и сл.; Wagners Jahresbericht. 1879, стр. 1254.*

ное уменьшеніе живого сѣченія рѣшетки нельзя считать особенно выгоднымъ въ термическомъ отношеніи, потому что зола никогда не можетъ заполнять совершенно плотно промежутковъ между колосниками, отчего притекающій въ большомъ избыткѣ воздухъ увеличиваетъ и безъ того уже значительную массу топочныхъ газовъ, уносящихъ теплоту въ дымовую трубу ¹⁾.

Въ описанной системѣ ступенчатыхъ топокъ движеніе продуктовъ горѣнія и сухой перегонки угля совершается сверху внизъ и *совпадаетъ съ направлениемъ движенія горячаго матеріала* по рѣшеткѣ. Какъ извѣстно, совершенно аналогичные принципы положены въ основу дѣйствія т. наз. *пултovýchъ* топокъ, пользующихся большимъ распространениемъ при вываркѣ соли на дровахъ и дающихъ вообще очень хорошіе результаты. Существенное различіе заключается въ томъ, что при употребленіи пульта продукты горѣнія должны проходить *черезъ* слой горячаго матеріала, между тѣмъ какъ въ топкахъ прусскихъ заводовъ они едва касаются его поверхности, отчего смѣшеніе газовъ происходитъ довольно несовершенно.

Для достиженія болѣе или менѣе полного горѣнія приходится употреблять значительный избытокъ воздуха. Последнему обстоятельству способствуютъ также большіе абсолютные размѣры и сравнительно малая толщина слоя бураго угля. За неимѣніемъ газовыхъ анализовъ, трудно сказать съ утвердительностью, съ какимъ именно среднимъ количествомъ воздуха работаютъ здѣшнія буроугольные топки. Многія соображенія заставляютъ принять, что среднее отношеніе дѣйствительнаго объема къ теоретическому, по всей вѣроятности, не менѣе 2 и въ періодъ осажденія соли (Soggen) оно значительно больше, чѣмъ въ періодъ кипяченія разсола (Stören) ²⁾.

Стремленіе достигнуть совершеннаго, бездымнаго горѣнія при возможно маломъ избыткѣ воздуха привело въ послѣднее время къ особому типу топокъ, который заслуживаетъ наибѣйшаго вниманія техниковъ. Образцомъ устройствъ этого рода послужилъ извѣстный аппаратъ *Тенъ-Бринка* (*Ten-Brink*), изображенный на фиг. 11 табл. I, въ примѣненіи къ простому цилиндрическому котлу (съ подогревателемъ) ³⁾. Въ короткомъ и широкомъ цилиндрическомъ подтрубкѣ *B*, расположенномъ перпендикулярно оси главнаго котла, прохо-

¹⁾ Гораздо болѣе рациональнымъ образомъ можно производить уменьшеніе или закрытіе прозоровъ, устраивая *поворачивающіеся колосники*.

По опытамъ *Weinlig'a* полезно даже совершенно устранять доступъ воздуха въ верхней трети ступенчатой рѣшетки, гдѣ происходитъ коксованіе угля. При этомъ, вслѣдствіе постепенности сухой перегонки и подготовкѣ топлива, движеніе его по рѣшеткѣ совершается гораздо болѣе правильно.

Подобное расположеніе примѣняли еще раньше *R. Vogl* въ 1864 г. (См. *Dingler's pol.* J. Bd. 172, стр. 346). Съ цѣлью затруднить притокъ воздуха къ верхнимъ ступенькамъ, нѣкоторые строители нарочно уменьшаютъ живое сѣченіе въ верхней части наклонной рѣшетки, какъ это мы видимъ въ топкахъ *Тенъ-Бринка*, *Мюнхенской ступенчатой рѣшетки* и др.

²⁾ Особенно при фабрикаціи крупной соли.

³⁾ См. статью проф. *Bach'a* въ *Zeitschr. des Ver. deutscher Ing.* 1883, стр. 177.

дѣтъ на сквозьконическая труба *c*, вмѣщающая плоскую рѣшетку *K* наклоненную подъ угломъ въ 45° — 50° къ горизонту (для каменныхъ углей). Въ верхней части послѣдней находится чугунный ящикъ, раздѣленный посредствомъ перегородки *b* на два отдѣленія; къ нижнему изъ нихъ, закрываемому, въ случаѣ надобности, посредствомъ заслонки на шарнирѣ, приставляется воронка *A* (пунктиръ на чертежѣ), наполняемая углемъ, который подъ вліяніемъ собственнаго вѣса скатывается внизъ по рѣшеткѣ. Въ боковыхъ стѣнкахъ ящика сдѣланы 2 или 3 продольныя выемки (пазы) ¹⁾, куда вставляется перегородка *b*; помѣщая ее выше или ниже въ этихъ выемкахъ, имѣется возможность измѣнять высоту слоя на рѣшеткѣ, сообразно имѣющейся тягѣ и свойствомъ горючаго матеріала. Верхнее отдѣленіе *a* ящика, закрываемое заслонкой *d*, служитъ для такъ называемаго *вторичнаго* притока воздуха, назначеннаго для сжиганія продуктовъ сухой перегонки угля и сажистыхъ частей пламени. Шарнирная заслонка *d* (воздушный клапанъ) снабжена винтомъ (см. фиг. 13, табл. II), дѣйствуя которымъ, можно измѣнять ширину щели и регулировать количество воздуха, необходимаго для сжиганія дыма.

Колосники плоской рѣшетки снабжены въ верхней части выступами (ступеньками), задерживающими мелкія, неспекшіяся частицы угля, еще не успѣвшаго превратиться въ коксъ. Кромѣ того, эти выступы уменьшаютъ площадь прозоровъ между колосниками и заставляютъ воздухъ, протекающій черезъ дверцы *N* ²⁾, направляться преимущественно въ нижнюю часть рѣшетки, гдѣ происходитъ горѣніе вполне подготовленнаго и превращеннаго въ коксъ угля. Пламя поднимается *снизу вверхъ* по рѣшеткѣ и зажигаетъ продукты сухой перегонки свѣжаго угля; въ мѣстѣ перегиба происходитъ смѣшиваніе съ вторичной фракціей воздуха, производящаго окончательное сгораніе ³⁾. При сравнительно небольшомъ избыткѣ воздуха получается совершенно чистое пламя.

Зола, скатывающаяся съ рѣшетки, запираетъ топочное пространство снизу; по мѣрѣ надобности она выгребается наружу черезъ дверцы *N*. Верхнія дверцы *M* служатъ для наблюденія за ходомъ горѣнія и очищенія прозоровъ между колосниками. Сквозь шейки *t*, соединяющія подтрубокъ *B* съ главнымъ котломъ, проходятъ трубы, устанавливающія правильную и быструю циркуляцію воды.

Въ описанномъ видѣ, топки *Тенъ-Бринка* даютъ очень хорошіе результаты и распространеніе ихъ постепенно увеличивается, особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда санитарно-полицейскія постановленія требуютъ, чтобы фаб-

¹⁾ См. также фиг. 13, табл. II.

²⁾ Въ случаѣ надобности, воздухъ можетъ поступать подъ рѣшетку и черезъ верхнія дверцы *M*.

³⁾ Повидимому, соединеніе газовой и воздушной струй въ мѣстѣ *перегиба* послѣдней, оказывасть особо-благопріятное вліяніе на полноту смѣшенія.

ричныя и заводскія трубы не дымили. Тѣмъ не менѣе, эта система не лишена также и серьезныхъ недостатковъ, сильно ограничивающихъ область ея примѣненія. Не говоря уже про нѣкоторую сложность и дороговизну устройства, слѣдуетъ упомянуть:

1) Сравнительно легкое прогараніе желѣзныхъ листовъ и заклепокъ въ перегибѣ *n*, исполняющемъ роль порога.

2) Затруднительность очищенія колосниковой рѣшетки, особенно верхней ея поверхности отъ приставшей золы и шлаковъ.

3) Трудность удаленія накипи изъ подтрубка *B*.

4) Непримѣнимость къ углямъ, сильно спекающимся и дающимъ плавкую золу.

Послѣдній недостатокъ присущъ, впрочемъ, не только аппарату Тень-Бринка, но всѣмъ наклоннымъ и ступенчатымъ рѣшеткамъ вообще ¹⁾.

Желаніе устранить названныя неудобства, сохраняя по возможности основные принципы топокъ Тень-Бринка, привело къ цѣлому ряду устройствъ, болѣе или менѣе удачно достигающихъ своей цѣли, напр. аппараты *Gohring'a* (D. R. P. № 8835), *Decker'a* (D. R. P. № 8213), *Heine* (D. R. P. № 12711), *Büttner'a* и др. ²⁾.

Для нашей цѣли наиболѣе интересными являются тѣ системы, въ которыхъ подтрубокъ, вмѣщающій рѣшетку (аппаратъ Тень-Бринка въ тѣсномъ смыслѣ), совершенно устраненъ и *внутренняя* топка превращена такимъ образомъ во *внѣшнюю*. Одно изъ такихъ устройствъ представлено на фиг. 12 табл. I ¹⁾. Подача горячаго матеріала и регулированіе пригокомъ воздуха оставлены въ томъ-же видѣ, какъ и въ топкахъ Тень-Бринка, но направленіе движенія газовъ *вверхъ* достигается при помощи наклоннаго свода, перекрывающаго *нижнюю* часть рѣшетки, т. е. совершенно обратно конструкціи прусскихъ ступенчатыхъ топокъ. Не трудно видѣть, что при горючемъ матеріалѣ съ большимъ пирометрическимъ эффектомъ, верхняя часть свода оплавлялась-бы слишкомъ скоро.

Фиг. 13, табл. II изображаетъ такъ называемую „*Мюнхенскую ступенчатую рѣшетку*“, употребляемую при вываркѣ соли въ *Traunstein'n* (Верхняя Баварія), при чренѣ № 5. Для устраненія недостатка, свойственнаго предыдущему устройству, порогъ *C* сдѣланъ здѣсь сравнительно мало вдающимся въ топочное пространство, по вслѣдствію этого, становится неясно

¹⁾ До сихъ поръ неизвѣстно устройствъ, которыя устраняли бы этотъ болѣе или менѣе общимъ образомъ. Механическая фабрика *Büttner'a* (въ *Uerdingen* на Рейнѣ) примѣняетъ для углей рурскаго бассейна рѣшетки, *вращающіяся* около нижней точки ихъ опоры. Въ случаѣ надобности, рѣшетка откидывается и очищается отъ шлаковъ обыкновеннымъ способомъ. Въ остальномъ топка задѣлана по принципу Тень-Бринка.

²⁾ Описаніе и чертежи нѣкоторыхъ изъ этихъ топокъ можно найти въ цитированной выше статьѣ проф. *Vach'a* и въ брошюрѣ *R. Flimmer'a*: „*Ueber rauchfreie Verbrennung*“ Leipzig. 1883.

выраженнымъ одно изъ самыхъ существенныхъ отличій системы Тень-Бринка, именно—движеніе газовъ вверхъ по рѣшеткѣ. Очевидно, что подобная конструкція представляетъ уже переходъ къ обыкновеннымъ ступенчатымъ топкамъ. Названная рѣшетка построена благодаря трудамъ Мюнхенской опытной станціи (*Gyssling'a* и д-ра *Bunte*), специально для сжиганія верхнебаварской каменноугольной мелочи (*Gries*), которая даетъ значительное количество (до 20% и болѣе) плавкой золы, сильно засоряющей колосники. Чтобы сообщить нѣкоторую подвижность плаку и облегчить его стеканіе, отдѣльныя ступеньки расположены не горизонтально, а имѣютъ наклонъ внизъ ¹⁾. Для охлажденія колосниковъ въ поддувало вводится тонкая струя воды, при помощи трубки *L*.

Чренъ № 5 въ *Траунштейнѣ* (въ 85,6 кв. м.) снабженъ 4-мя такими топками въ $1,1 \times 0,9 = 0,99$ кв. метровъ каждая. Въ 1883 зав. году, на каменноугольной мелочи изъ *Miesbach'a* было сдѣлано всего $3\frac{1}{2}$ (двухнедѣльные) вари и израсходовано въ среднемъ на 100 центн. (5000 кгр.) соли 4772 килогр. мелочи, т. е. на 1 кгр. угля получено 1,05 килогр. соли и испарено $1,05 \times 2,931 = 3,08$ кгр. воды (при содержаніи разсола = 25,44% соли). Принимая во вниманіе неудобныя свойства горючаго матеріала, можно считать этотъ результатъ довольно удовлетворительнымъ для начала ²⁾

Прекрасное дѣйствіе топокъ Тень-Бринка при паровыхъ котлахъ позволяетъ надѣяться, что основные принципы этой системы найдутъ себѣ дальнѣйшее примѣненіе въ солевареніи.

Толщина *чренныхъ листовъ* (полицъ) измѣняется на прусскихъ заводахъ отъ 5 до 7 мм. Нерѣдко листы надъ топками на 1—2 мм. толще, чѣмъ листы по бокамъ чрена. Форма полицъ—квадратная (въ Шепебекѣ, Генрихсгаллѣ 63 см. \times 63 см.) или продолговатая, напр. 67,3 см. \times 34,6 см. (Артернѣ), 128,2 см. \times 31,4 см. (Галле). Кленка производится нагрѣтыми заклепками, ординарнымъ швомъ въ накладку. Толщина заклепокъ—отъ 10 до 15 мм. ³⁾; величина промежутковъ между ними=20—25 мм. Высота вертикальныхъ бортовъ чрена равняется обыкновенно 39 см. (15"). Въ рѣдкихъ случаяхъ сохранилось еще примѣненіе чугунныхъ (наклонныхъ) бортовъ (Гал-

¹⁾ Подобное расположеніе колосниковъ взято съ такъ называемой „*Einbecker Stufenrost*“ гг. *Rabethge* и *Ehrenstein'a*, получившей въ послѣднее время примѣненіе для сжиганія вестфальскихъ каменныхъ углей (см. *Weinlig. Zeitschr. des Verbandes* 1884, стр. 21). Наклонъ рамъ=50°, отдѣльные колосники расположены подъ угломъ въ 37° къ горизонту.

²⁾ Въ самой конструкціи топки были замѣчены нѣкоторыя неправильности, напр. уголъ наклона рамъ былъ нѣсколько великъ и уголь находился въ неустойчивомъ положеніи на рѣшеткѣ. Въ 1884 г. дѣйствіе чрена № 5 приостановлено, вслѣдствіе сокращенія производства

³⁾ Толщина заклепокъ равняется приблизительно двойной толщинѣ чренныхъ листовъ. Полицы и заклепки приготовляются изъ лучшихъ сортовъ вестфальскаго желѣза.

ле). Чрену дается наклонъ впередъ около 8 см. Въ Дюрренбергѣ, для увеличенія высоты слоя разсола надъ огнями, дну чрена придается видъ очень тупой, четырехгранной пирамиды, высотой въ 9 см. (См. фиг. 7, табл. I).

На слѣдующей таблицѣ показаны размѣры чреновъ, ступенчатыхъ рѣшетокъ и сушильных сковородъ на прусскихъ заводахъ, относящіяся къ состоянію ихъ въ 1883—1884 гг.:

Название промысловъ и варницъ.	Размѣры чреновъ.			Размѣры рѣшетокъ.			Отношеніе общей пов. рѣш. къ пов. чрена.	Размѣры сушиль- ныхъ сковородъ.			Отношеніе поверх- ности сков. къ пов. чреновъ.	Сортъ соли.
	Длина.	Шарина.	Поверхность.	Длина.	Общая шири- на (двойн.).	Общая по- верхность.		Длина.	Общая ши- рина.	Поверхность.		
Дюрренбергъ.												
Варница												
„ „ <i>Bischof</i> “.	17,15	6,834	117,2	1,88	2,48	4,66	$\frac{1}{25}$	18,7	9,8	183,26	1,58	мелкая сол.
„ „ <i>Frank I</i> “.	11,056	8,819	97,5	1,88	2,10	3,95	$\frac{1}{26}$	16,7	11,8	195,88	2,08	„
„ „ <i>Frank II</i> “.	11,056	8,819	97,5	1,88	2,10	3,95	$\frac{1}{25}$	17,6	11,8	207,68	2,12	„
„ „ <i>Backs</i> “.	14,80	7,784	115,2	1,88	2,48	4,66	$\frac{1}{25}$	21,0	9,6	201,60	1,75	„
„ „ <i>Karsten</i> “.	11,47	7,87	78,8	1,88	2,10	3,95	$\frac{1}{20}$	16,3	9,1	148,33	1,88	крупная.
„ „ <i>Bilow</i> “.	12,00	8,908	106,9	1,88	2,48	4,66	$\frac{1}{23}$	20,1	10,5	211,05	1,97	мелкая.
„ „ <i>Ebers</i> “.												
Галле.												
Варница № 3.	12,55	8,16	102,41	2,04	2,82	5,75	$\frac{1}{19}$	13,9	12,8	117,92	1,74	мелкая соль.
„ № 4.	11,63	8,47	98,51	1,80	2,51	4,52	$\frac{1}{22}$	—	—	99,29	1,01	„
„ № 6.	13,41	7,53	100,98	2,20	2,82	6,20	$\frac{1}{16}$	20,3	9,4	190,82	1,89	„
„ № 1.	11,63	8,47	98,51	2,20	2,82	6,20	$\frac{1}{16}$	—	—	99,29	1,01	„
Артернъ.												
Чрень № 3.	14,30	8,20	117,26	1,80	2,60	4,68	$\frac{1}{25}$	18,90	9,00	170,10	1,45	крупная.
„ № 1.	14,30	8,20	117,26	1,80	3,35	6,03	$\frac{1}{19}$	18,70	9,00	168,30	1,43	средняя и мел- кая.
„ № 11.	13,14	8,14	106,96	1,80	2,60	4,68	$\frac{1}{23}$	24,50	8,80	215,60	2,05	крупная.
„ № 9.	14,30	6,90	98,67	1,80	2,60	4,68	$\frac{1}{21}$	22,45	8,60	193,07	1,96	средняя и мел- кая.
„ № 12.	11,95	8,14	97,27	1,80	2,60	4,68	$\frac{1}{21}$	24,70	8,80	217,36	2,23	крупная.
Шенебекъ.												
Варница												
„ „ <i>Karsten</i> “.	10,10	9,0	90,9	1,88	2,12	3,98	$\frac{1}{22}$	18,5	10,6	196,10	2,15	мелкая.
„ „Запасной чрень“ № 1.	12,25	7,64	93,59	1,88	2,12	3,98	$\frac{1}{23}$	18,8	9,4	176,72	1,86	„

Изъ этой таблицы видно, что величина чреновъ измѣняется въ сравнительно узкихъ предѣлахъ, отъ 78,8 до 117,2 кв. метровъ ¹⁾. Въ Шенебекѣ большинство чреновъ имѣеть поверхность нагрѣва $12,55 \times 7,85 = 98,52$ кв. м.

¹⁾ Въ исключительныхъ случаяхъ, поверхность нагрѣва чреновъ уменьшается до 66 кв. м. (Шенебекъ). На австрійскихъ заводахъ размѣры чреновъ доходятъ до 240 кв. м., а въ Англии — до 335 кв. м. (*Менеръ*).

(1000 прусскихъ кв. футовъ), размѣръ, считающійся наиболѣе удобнымъ для приготовленія мелкихъ сортовъ соли, при здѣшнихъ разсолахъ и топливѣ. Значительныя образованія чренного камня и соединенныя съ этимъ прогары и остановки въ дѣйстви чреновъ дѣлають невыгоднымъ примѣненіе очень большихъ поверхностей нагрѣва. Чрены, употребляемые при фабрикаціи крупной соли, не отличаются какими либо особыми размѣрами; въ Артернѣ переходятъ съ мелкихъ сортовъ на крупные въ однихъ и тѣхъ-же чренахъ, когда дымовыя хода занесутся золой и тяга ослабѣетъ.

Отношеніе длины чрена къ его ширинѣ колеблется отъ 1,12 до 2,5 („*Bischof*“ въ Дюрренбергѣ), но самая обыкновенная величина его—около 1,5.

Весьма важно надлежащее отношеніе общей площади рѣшетокъ къ поверхности чрена. Приведенная таблица показываетъ, что это отношеніе измѣняется отъ $\frac{1}{16}$ до $\frac{1}{25}$. За послѣднее время, на большинствѣ прусскихъ заводовъ произошло значительное сокращеніе поверхности рѣшетокъ, по сравненію съ прежними годами. Такъ напр. въ Дюрренбергѣ, отношеніе между площадями рѣшетокъ и чреновъ, равнявшееся въ 1878 году $\frac{1}{17} - \frac{1}{20}$, въ настоящее время уменьшено до $\frac{1}{20} - \frac{1}{25}$, причемъ производительность чреновъ и качества соли нисколько не измѣнились, а обходы возрасли на 6—7% ¹⁾. По сообщеніямъ *Herppner'a* ²⁾ въ 1875 году въ Шенебекскихъ варницахъ преобладало отношеніе $\frac{1}{16}$, между тѣмъ какъ оно теперь составляетъ въ среднемъ не болѣе $\frac{1}{20}$. Тоже самое имѣется и въ Артернѣ, гдѣ среднее отношеніе $= \frac{1}{22}$.

Разсмотримъ нѣсколько ближе причины этого явленія. При нагрѣвательныхъ устройствахъ съ данной производительностью, непосредственнымъ слѣдствіемъ уменьшенія общей площади рѣшетокъ является увеличеніе количества угля сгорающаго въ единицу времени (въ 1 часъ) на квадратномъ метрѣ поверхности рѣшетокъ. Послѣднее обстоятельство соединено обязательно съ увеличеніемъ толщины слоя горячаго матеріала и повышеніемъ температуры въ топкахъ.

Несомнѣнно, что обѣ названныя причины содѣйствуютъ уменьшенію избыточнаго притока воздуха и производятъ такимъ образомъ повышеніе полезнаго дѣйствія (собственно) топки, если разсматривать послѣднюю какъ аппаратъ для болѣе или менѣе полного сжиганія топлива съ наименьшимъ возможнымъ количествомъ воздуха. Необходимымъ условіемъ для полноты горѣнія является *тяга надлежащей силы*, т. е. воздухъ долженъ притекать

¹⁾ Повышеніе обходовъ соли пужно приписать также увеличенію числа циркуляционныхъ ходовъ (съ 3-хъ до 5), произведенному въ нѣкоторыхъ варницахъ.

²⁾ *Oesterr. Zeitschrift für Berg-und Hüttenwesen*. 1876, стр. 347.

подъ рѣшетку съ достаточно большой скоростью, величина которой зависитъ отъ *толщины слоя и физическихъ свойствъ горючаго матеріала* (напр. величины и формы кусковъ и т. д.) ¹⁾.

Самымъ убѣдительнымъ примѣромъ вліянія силы тяги на горѣніе могутъ служить локомотивныя топки, въ которыхъ, при употребленіи энергической тяги, сжигается въ часъ на 1 кв. метръ рѣшетки до 300—400 кгр кам. угля. Не смотря на значительную толщину слоя (до 50 см.), содержаніе окиси углерода и другихъ горючихъ газовъ или равно нулю или-же сравнительно незначительно (при движеніи поѣзда) и становится замѣтнымъ только при остановкахъ на станціяхъ, когда тяга ослабѣваетъ ²⁾. Содержаніе CO_2 колеблется отъ 12% до 17%, что отвѣчаетъ горѣнію съ объемомъ воздуха отъ 1,75 до 1,24 разъ большимъ противъ теоретическаго.

При обыкновенныхъ плоскихъ и ступенчатыхъ рѣшеткахъ, работающихъ съ естественной тягой дымовыхъ трубъ, употребляется гораздо меньшая высота слоя топлива (не болѣе 25 см.); вслѣдствіе этого количество каменнаго угля, сжигаемаго въ часъ на квадр. метръ рѣшетки не превышаетъ обыкновенно 100—150 кгр. и отсутствіе окиси углерода въ продуктахъ горѣнія можетъ быть достигнуто лишь при *двойномъ* количествѣ воздуха противъ теоретическаго, при среднемъ содержаніи CO_2 въ сухихъ газахъ = 9—10% ³⁾. При этомъ предполагается, что шуровка совершается правильно и такія топки нужно считать вообще хорошо устроенными. Между тѣмъ, многочисленные анализы, произведенные за послѣднее время, показываютъ, что въ дѣйствительности масса топокъ (при паровыхъ котлахъ) работаетъ не только съ двойнымъ, но съ тройнымъ, четвернымъ и т. д. объемомъ воздуха. Причина этого лежитъ несомнѣнно въ слишкомъ *большихъ рѣшеткахъ* ⁴⁾.

Значительный перерасходъ топлива (до 25%) на прусскихъ заводахъ при полученіи крупныхъ сортовъ соли, по сравненію съ мелкими, зависитъ, по крайней мѣрѣ, частью отъ слишкомъ малаго количества угля, сжигаемаго на 1 кв. метръ рѣшетки, т. е. отъ сравнительно медленнаго горѣнія (въ первомъ случаѣ).

На основаніи вышеприведенныхъ данныхъ, стремленіе къ сокращенію поверхности рѣшетокъ становится вполне понятнымъ. При переходѣ къ болѣе быстрому, энергическому горѣнію на малыхъ рѣшеткахъ,

¹⁾ Зависимость между силою тяги и толщиной слоя топлива выяснено очень подробно проф. *H. Meidinger* о мѣ въ его „*Feuerungsstudien*“. Karlsruhe. 1878, стр. 20 и сл.

²⁾ См. *Péclet. Traité de la chaleur*, t. I, стр. 482 и сл. (Исслѣдованія *Foucault* и *Amigues Commines de Marsilly*); *F. Fischer. Dingler's pol. J.* 1881. Bd. 241, стр. 449.

³⁾ Если не принимается какихъ-либо особыхъ приспособленій для болѣе тѣснаго смѣшенія горючихъ газовъ съ воздухомъ (напр. система *Тель-Брикка, пультозья, газовыя* топки и т. д.). Въ этихъ условіяхъ можно имѣть полное, даже *бездымное* горѣніе при избыткѣ воздуха < 2. Въ обыкновенныхъ топкахъ двойной притокъ воздуха еще не устраняетъ образованіе дыма (сажи). Въ продуктахъ горѣнія правильно устроенныхъ топокъ содержаніе CO должно быть менѣе 0,1 проц.

⁴⁾ См. *F. Fischer. Taschenbuch für Feuerungstechniker*, стр. 29.

размѣры поперечныхъ сѣченій дымовыхъ ходовъ, или ихъ длина должны претерпѣвать соотвѣтствующія измѣненія, вслѣдствіе повышенія начальной скорости газовъ, выходящихъ изъ топки; въ противномъ случаѣ, время соприкосновенія газовъ съ поверхностью нагрѣва уменьшается и въ результатѣ является вредное увеличеніе конечныхъ температуръ газовъ; послѣднее обстоятельство можетъ, при извѣстныхъ условіяхъ, вполне уничтожить выходу отъ горѣнія съ меньшимъ избыткомъ воздуха.

Не трудно видѣть, что имѣющаяся въ распоряженіи *тяга* полагаетъ предѣлъ полезному уменьшенію поверхности рѣшетокъ. Для ангальтъ-саксонскихъ бурыхъ углей, этотъ предѣлъ достигается довольно скоро, потому что они уже при сравнительно тонкихъ слояхъ слегаются очень плотно на рѣшеткѣ и представляютъ большое сопротивленіе проходу воздуха; послѣдній пробиваетъ себѣ путь лишь въ отдѣльныхъ мѣстахъ угольного пласта, отчего процессъ горѣнія идетъ очень бурно и неравномѣрно. Для устранения этого недостатка, на прусскихъ заводахъ прибѣгаютъ къ искусственному средству, именно—къ смачиванію углей водою, которая доставляетъ связность отдѣльнымъ мелкимъ частицамъ; при этомъ получается рыхлая, какъ бы снабженная капалами масса, позволяющая воздуху распредѣляться гораздо равномѣрнѣе по всему слою угля.

Пользуясь годовыми результатами выварки въ 1883—1884 гг., мною вычислена слѣдующая таблица, представляющая среднее количество гектолитровъ (или килограммовъ) угля, сжигаемаго въ часъ на 1 кв. метрѣ рѣшетокъ:

Названія промысловъ и варницъ.	Отношеніе поверхн. рѣш. къ поверхн. чрена.	Количество угля, сжигаемаго въ часъ 1 кв. м. рѣш.		Сортъ соли.
		Гектол.	Килогр.	
<i>Артернъ</i> , варница № I	$\frac{1}{19}$	1,212	84,8	Мелкая.
» » № IX.	$\frac{1}{21}$	1,211	84,8	»
<i>Галле</i> , чрень № 1	$\frac{1}{16}$	1,319	98,9	»
» » № 6	$\frac{1}{16}$	1,371	102,9	»
» » № 3a	$\frac{1}{19}$	1,529	114,2	»
» » № 3b	$\frac{1}{19}$	1,581	118,6	»
» » № 4	$\frac{1}{20}$	1,642	120,3	»
<i>Дюрренбергъ</i> , варница Bülow	$\frac{1}{23}$	2,040	147,8	»
» » Karsten.	$\frac{1}{20}$	0,328	23,8	Крупная.
<i>Артернъ</i> » № XI.	$\frac{1}{23}$	0,336	23,5	»
» » № XII	$\frac{1}{21}$	0,271	19,0	»

Приведенныя числа представляютъ только среднія величины; въ дѣйствительности, въ періодъ *увариванія до засола* (Stögen) сжигается гораздо болѣе, а въ періодъ *осажденія соли* (Soggen) гораздо менѣе, чѣмъ показано горн. журн. т. IV № 10 1885 г.

на таблицѣ. По результатамъ отдѣльныхъ измѣреній, весьма обязательно произведенныхъ по моей просьбѣ уставщикомъ Дюрренбергскихъ промысловъ г. Гарингомъ (въ июнѣ 1884 г.), имѣемъ слѣдующія данныя для количествъ угля, сжигаемыхъ въ теченіе этихъ двухъ главныхъ періодовъ солевареннаго процесса ¹⁾:

	Число часовъ.			Сожжено гектол. угля.			Колич. килогр. угля, сжигаемаго въ часъ на 1 кв. м. рѣш.			Получено соли центи.
	Stören.	Soggen.	Сумма (вари).	Stören.	Soggen.	Сумма.	Періодъ Stören.	Періодъ Soggen.	Среднее для всей вари.	
Варница «Bachs» мелкая соль	7	17	24	100	155	255	214,3	141,1	161,6	248
Варница «Karsten» крупная соль	23	168	191	80	100	180	63,4	10,8	17,3	136

Отсюда видно, что количества угля, сжигаемыя на рѣшеткахъ во время „Stören“ и „Soggen“, очень различны, особенно при фабрикаціи крупной соли. Въ послѣднемъ случаѣ рѣшетки слишкомъ велики ²⁾ для періода осажденія соли, но, уменьшивъ ихъ поверхности, пришлось-бы сильно увеличить продолжительность и безъ того уже невыгоднаго періода кипяченія раствора (Stören). Разрѣшеніе этой дилеммы въ одномъ и томъ-же чренѣ является дѣломъ очень затруднительнымъ и соединено, во всякомъ случаѣ, съ излишнимъ расходомъ горючаго; становится понятнымъ, почему въ нѣкоторыхъ случаяхъ полученіе крупныхъ сортовъ предпочитаютъ вести въ *двухъ отдѣльныхх чренахъ* (Stör- и Soggefannen).

При мелкой соли, различіе между процессами Stören и Soggen является гораздо менѣе значительнымъ.

По выходѣ изъ топокъ, продукты горѣнія поступаютъ въ раздѣленное параллельными (въ 12 см. толщиной) перегородками (*Zungen*) подчренное пространство и циркулируютъ въ каждой его половинѣ обыкновенно *три* раза, въ рѣдкихъ случаяхъ до *пяти* разъ ³⁾. Циркуляціонные ходы отсутствуютъ только подъ чренами, теряющимся жаромъ которыхъ пользуются для приготовления крупной соли (варницы „Lindig“ и „Bismark“ въ Шенебекѣ). Конечныя температуры, получаемыя при циркуляціи газовъ, были-бы слишкомъ низки для названной цѣли. (См. I гл.).

¹⁾ Въ заводскихъ отчетахъ въ Дюрренбертѣ принимается, что процессъ Stören расходуетъ $\frac{1}{3}$ всего количества сжигаемаго угля.

²⁾ Съ цѣлью уменьшенія поверхности рѣшетокъ (при осажденіи соли), нѣкоторая часть ихъ оставляется закрытой золою и шлаками.

³⁾ Въ варницахъ Bülow, Ebers, Frank I и II въ Дюрренбертѣ.

Фиг. 14, табл. II представляет расположеніе дымовыхъ ходовъ подъ чреномъ (А А) и сушильными сковородами В, В въ новой варницѣ (№ 3) въ Галле. Это устройство можно считать типическимъ для прусскихъ заводовъ. N, N—горизонтальныя проекціи ступенчатыхъ топокъ, D—мѣсто для склада угля. Сушильныя сковороды раздѣлены между собою промежуткомъ С, по которому проложенъ рельсовый путь *a, a*, для болѣе удобнаго своза соли; *b, b, b*—поворотныя платформы; *n*—фахверковая перегородка, раздѣляющая испарительное отдѣленіе отъ сушильнаго.

Высота дымовыхъ каналовъ обыкновенно *постоянна* по всей ихъ длинѣ и равняется приблизительно *одному метру*¹⁾; по истеченіи нѣкотораго времени, ходы заносятся золой и высота ихъ уменьшается до 0,6 — 0,7 м. (Шенебекъ). Средній ходъ, въ 1,0 — 1,5 м. шириною, дѣлается обыкновенно шире боковыхъ, ширина которыхъ почти одинакова (отъ 0,7 до 1,12 м.). Поперечное сѣченіе средняго канала измѣняется отъ 1,0 до 1,6 кв. метровъ. Сравнительно малое сокращеніе поперечныхъ сѣченій²⁾, наблюдаемое въ началѣ 2-го хода, по всей вѣроятности, не можетъ повліять особенно замѣтнымъ образомъ на распредѣленіе передачи теплоты. Когда разстояніе между стѣнками средняго канала болѣе одного метра³⁾, то посрединѣ его устраивается продольная стѣнка въ 12 см. толщины, для поддержанія дна чрена, (см. фиг. 14, табл. II); иногда, для этой-же цѣли служатъ каменные столбы (съ сѣченіемъ 25 см. × 25 см.), устанавливаемые въ разстояніи 1 метра другъ отъ друга (Артернъ).

Пространство подъ сушильными сковородами раздѣлено системой продольныхъ и параллельныхъ между собою перегородокъ, въ полкирпича (12 см.) толщиной, поддерживающихъ въ тоже время чугуныя плиты, изъ которыхъ составлена сушильная сковорода. Газы циркулируютъ здѣсь обыкновенно *три раза*⁴⁾ и уходятъ затѣмъ въ дымовую трубу отъ 31 до 37 м. высотой, съ (верхнимъ) сѣченіемъ въ 1,2 — 1,3 кв. м. Четырехугольная труба раздѣлена внутри вертикальной стѣнкой⁵⁾ на два равныхъ отдѣленія и воспринимаетъ продукты горѣнія отъ двухъ чреновъ. Высота ходовъ подъ сушильными сковородами равняется 0,6 — 1,0 м., ширина ихъ зависитъ отъ размѣровъ имѣющихся чугуныя плиты и измѣняется отъ 0,6 до 0,8 м. Заслонка находящаяся въ борѣ дымовой трубы, регулируетъ тягу во время періодовъ „*Stören*“ и „*Soggen*“.

1) Въ Галле высота перваго (средняго) хода уменьшается постепенно отъ 1,25—1,5 м. до 0,78 м.

2) Сокращеніе поперечныхъ сѣченій боковыхъ ходовъ равняется приблизительно 20—30 проц. (Дюрренбергъ, Артернъ) и 50% (Шенебекъ) площади перваго хода.

3) Ширина средняго хода зависитъ отъ ширины ступенчатой рѣшетки.

4) Иногда циркуляціонныхъ ходовъ подъ сушильными сковородами совѣмъ не дѣлается.

5) Вертикальная стѣнка доходитъ до верхней трети высоты трубы (Шенебекъ).

Для уменьшенія поверхности соприкосновенія чренныхъ листовъ съ кирпичными перегородками, послѣднія перекрываются въ Дюрренбергѣ и Шенебекѣ особыми кирпичами трапециoidalной формы, на которыхъ располагается плоское (въ 5 см. ширины) полосовое желѣзо (*Zungeneisen*). Борты чрена обкладываются плоскими кирпичами и выбѣливаются.

По наблюденіямъ г. *Grund'a* ¹⁾ въ 1881 г., имѣемъ слѣдующую среднюю скорость газовъ въ нагрѣвательной системѣ *Дюрренбергскихъ варницъ*:

Названія варницъ.	Длина пути, проходимого газами.		Время прохода газовъ отъ рѣшетки до оконч. трубы	Средн. скорость.	Сортъ соли.
	Отъ рѣш до верхняго оконеч. трубы	Подъ чренами.			
	Метры.	Метры.	Секунды.	Метры	
„ <i>Karsten</i> “	86,93	28,87	36	2,414	Крупная.
„ <i>Ebers</i> “	160,69	47,39	54	2,975	Мелкая.
„ <i>Martins</i> “	157,79	43,63	45	3,062	„
„ <i>Frank I</i> “	134,64	42,68	48	2,877	„
„ <i>Backs</i> “	161,09	38,60	54	2,981	„

При наблюденіяхъ набрасывалось солярное масло на ступенчатую рѣшетку топки и отмѣчалось время пребыванія чернаго дыма въ нагрѣвательной системѣ ²⁾. По сравненію съ мелкой солью, уменьшеніе скоростей газовъ при фабрикаціи крупныхъ сортовъ (въ варницѣ „*Karsten*“) далеко не пропорціонально уменьшенію количествъ угля, сжигаемаго въ послѣднемъ случаѣ. Это подтверждаетъ высказанное мною ранѣе предположеніе, что масса газовъ, причитающихся на единицу вѣса угля въ топкахъ крупносортныхъ чреновъ, гораздо *болѣе*, чѣмъ въ мелкосортныхъ, т. е. первыя работаютъ съ гораздо большимъ избыткомъ воздуха ³⁾.

Изъ наблюденій того-же *Grund'a*, производившаго въ іюлѣ — августѣ 1881 г. температурныя измѣренія въ варницахъ для мелкой соли въ Дюрренбергѣ (*Backs, Frank II, Bülow* и *Ebers*), мною вычислены слѣдующія среднія температуры топочныхъ газовъ:

Періодъ вывариванія до засола	около 375° Ц.	Въ борѣхъ дымовой трубы.	175° Ц.
Періодъ осажденія соли	„ 250° „	„	131° „
Среднее для всей вари	„ 300° „	„	148° „

¹⁾ Займствовано изъ актовъ соляного управленія (*Salzamt'a*) въ Дюрренбергѣ.

²⁾ Подобнымъ-же методомъ пользовался *Warth*, при своихъ изслѣдованіяхъ швабскихъ варницъ (См. его *Beiträge*, стр. 3 и сл.).

³⁾ Зная примѣрную среднюю температуру газовъ въ нагрѣвательной системѣ и пользуясь наблюденіями относительно скоростей, можно приблизительно опредѣлить вѣсъ газовъ, образующихся при горѣніи 1 килограмма угля. Подобныя вычисленія показали мнѣ, что опки Дюрренбергскихъ мелкосортныхъ чреновъ работаютъ приблизительно съ двойнымъ объемомъ воздуха (противъ теоретическаго).

При вычисленіи среднихъ температуръ для всей вари приняты во вниманіе относительныя количества угля, сжигаемаго при двухъ главныхъ періодахъ солевареннаго процесса (см. выше) ¹⁾. Результаты дѣйствія упомянутыхъ варницъ, за время производства опытовъ г. *Grund'a*, сгруппированы на слѣдующей таблицѣ:

Названія варницъ.	Мѣсяцъ.	Продолжит. выварки.		Въ куб. метрѣ разсола со-держалось.		Отношеніе между водой и солью въ раз-солѣ.	Получено соли.	Сожжено бурого угля.	На 100 центи. соли сожжено угля.	На одинъ килограммъ угля		На кв. метрѣ чрена испарено воды въ 1 часъ.		
		часы.	кгр.	кгр.	килогр.					гектол.	гектол.		килогр.	килогр.
«Bachs» . . .	Іюль	648	285,66	899,35	3,148	320000	6400	100,00	0,6897	2,168	13,49			
«Frank II» . .	Іюль	720	283,08	900,40	3,181	305000	5600	91,80	0,7512	2,389	13,82			
«Bülow» . . .	Августъ	720	289,40	897,85	3,102	365000	6800	93,15	0,7404	2,297	11,68			
«Ebers» . . .	Августъ	696	289,34	897,89	3,103	325000	5800	89,23	0,7729	2,398	14,08			
Среднее										0,7235	2,312	13,27		

Принимая, что топки мелко-сортныхъ чреновъ работаютъ съ двойнымъ обемомъ воздуха, на основаніи приведенныхъ данныхъ можно опредѣлить примѣрный *приходо-расходъ теплоты* въ дюрренбергскихъ варницахъ.

Отекшая на полатяхъ соль содержитъ въ среднемъ 10 проц. влажности, на сушильныхъ сковородахъ содержаніе воды понижается до 2 проц.; слѣдовательно, въ самомъ чренѣ испаряется на одинъ килограммъ угля не 2,362 кгр. воды, какъ показано на таблицѣ, а нѣсколько менѣе, именно — 2,257 кгр. Въсѣ продукты горѣнія 1 кгр. *тольвицкаго* угля, рассчитанный по составу, при двойномъ притокѣ воздуха, равняется 9,57 кгр. Средняя температура разсола въ чренѣ принята въ 100° и расходъ теплоты на испареніе килограмма воды опредѣленъ по формулѣ Реньо (622 кал. при температурѣ холоднаго разсола въ 15° Ц.). Результаты вычисленія сведены на слѣдующей таблицѣ ²⁾:

	Расходъ теплоты.	
	На 1 килогр. Тольвицкаго угля ед. тепла.	% теплопроизвод. способности.
<i>В з ч р е н ь</i>		
На испареніе воды изъ разсола	1403,7	60,3
Потеря съ топочными газами въ сушильн. сковороды .	737,5	31,7
Потеря черезъ лучеиспусканіе и теплопроводность кладки (по разности)	186,5 ³⁾	8,0
Сумма	2327,7	100,0

¹⁾ При этомъ принято, что $\frac{3}{8}$ всего количества угля сжигаются при „*Soggen*“ и $\frac{1}{8}$ при „*Stören*“.

²⁾ Ср. *III-er Bericht der Heizversuchstion München*, стр. 9; *Dingler's pol. J. Bd. 246.*, стр. 291. (Приходо-расходъ теплоты въ чренахъ въ *Rosenheim*).

³⁾ Сюда же входятъ потери отъ лучеиспусканія колпака, конденсаціи и обратнаго испаренія пара и т. д.

	Расходъ теплоты.	
	На 1 килогр. Тольвицкаго угля ед. тепла.	% теплопро- извод. спо- собности.
<i>Во всей испарительной системѣ (съ сушилами)</i>		
На испареніе воды	1438,1	61,8
Погеря съ газами въ дымовую трубу	363,8	15,6
Потеря черезъ лучеиспусканіе и теплопроводность клад- ки (по разности)	525,8	22,6
Сумма	2327,7	100,0

Расходъ теплоты на нагрѣвъ воздуха не принятъ во вниманіе. Въ дѣйствительности, полезное дѣйствіе Дюрренбергскихъ варницъ нѣсколько болѣе 61,8 проц. (на 3—5 проц.), потому что въ вычисленіе не могли быть введены одновременно полученные количества грязной соли и чрэннаго камня (по неизвѣстности ихъ въ данномъ случаѣ).

Приведенныя числа показываютъ наглядно, что сушильныя сковороды въ термическомъ отношеніи представляютъ весьма несовершенный испарительный аппаратъ.

Результаты дѣйствія *Дюрренбергскихъ варницъ*, помѣщенныя на таблицѣ стр. 71 позволяютъ также найти приблизительную величину коэффиціента k гипотезы Редгенбахера. По урав. (5) имѣемъ:

$$k = \frac{2,3026Q}{F(T_1 - T_2)} \log \frac{T_1 - t}{T_2 - t}$$

Для вычисленія k имѣемъ слѣдующія данныя:

$$t = 100^\circ.$$

$$T_2 = 300^\circ.$$

$$T_1 = 900^\circ \text{ (среднее).}$$

$$\frac{Q}{F} = 622 \times 12,9 = 8023,8 \text{ ед. теплоты.}$$

Вычисленіе ¹⁾ и опытъ показываютъ, что начальная температура буругольныхъ ступенчатыхъ топокъ на прусскихъ заводахъ вообще не болѣе 1000°, и въ большинствѣ случаевъ понижается даже до 700° — 800°. Вставляя указанные величины въ урав. (5), находимъ $k = 18,5$ ед. теплоты. Полагая $T_1 = 800^\circ$ и $\frac{Q}{F} = 622 \times 13,27 = 8253,9$ калорій, т. е. не принимая въ расчетъ испаренія воды въ сушильныхъ сковородахъ, получаемъ $k = 20,7$ ед. теплоты и, какъ среднюю величину для прусскихъ мел-

¹⁾ При опредѣленіи начальныхъ температуръ въ топкахъ путемъ вычисленія, слѣдуетъ принимать во вниманіе увеличеніе теплоемкостей продуктовъ горѣнія при высокихъ температурахъ. См. *Mallard и Le Chatelier. Recherches sur la combustion.* Стр. 249 и слѣд.; *Berthelot и Vieille Ann. de chim. et de phys.* (6) 1885, t. IV, стр. 66.

косортныхъ варницъ, можно принять $k = 19,6$ или около 20 колорій. Какъ извѣстно, д-ръ Warth ¹⁾ нашелъ для швабскихъ заводовъ среднее значеніе $k = 16,6$ (для мелкихъ и крупныхъ сортовъ соли).

Для крупносортныхъ чреновъ прусскихъ промысловъ коэффициентъ k долженъ быть значительно меньше 20, но недостатокъ соотвѣствующихъ данныхъ не позволяетъ произвести вычисленіе съ достаточною опредѣленностью.

Деревянные *колпаки*, перекрывающіе чрены въ старыхъ варницахъ, имѣютъ видъ четырехъ-сторонней пирамиды съ довольно крутыми боками. Въ послѣднее время употребляются большею частью *полки*, двускатные или четырехскатные колпаки, подвѣшиваемые при помощи желѣзныхъ болтовъ на особыхъ ростверкахъ или самостоятельныхъ стропильныхъ фермахъ, по возможности независимо отъ стѣнъ и крыши варничнаго зданія ²⁾. Служащая къверху паротводная труба, высотой до 14 метровъ, помѣщается обыкновенно въ концѣ *первой трети* длины чрена (отъ топокъ); площадь квадратнаго или прямоугольнаго поперечнаго сѣченія трубы измѣняется (внизу) отъ 3 до 6 кв. метровъ. При мелкосортныхъ чренахъ въ Шенебекѣ (въ 98,5 кв. метровъ), считается наиболѣе удобнымъ дѣлать сѣченіе трубы въ 4 кв. м. ($\frac{1}{25}$ поверхности чрена). Примѣненіе клапановъ въ паротводныхъ трубахъ встрѣчается сравнительно рѣдко.

Вынутая изъ чреновъ соль помѣщается на бока колпака и остается здѣсь обыкновенно отъ 12 до 24 часовъ (въ *Heinrichshall'n* до 48 ч.). Чѣмъ долѣ лежитъ соль на колпакѣ, тѣмъ лучше происходитъ ея отеканіе и тѣмъ менѣе препятствій встрѣчаетъ дальнѣйшее сушеніе на сковородахъ. При мелкой соли, надлежащее отеканіе имѣетъ большое значеніе, потому что эти сорта спекаются сравнительно легко въ комки, отчего процессъ сушенія замедляется и соль можетъ пріобрѣтать на сушилахъ желтоватую окраску. Для самыхъ тонкихъ сортовъ столовой соли, получаемой въ круглыхъ чренахъ варницы „*Lindig*“ примѣняется даже предварительное измельченіе комковъ въ особыхъ мельницахъ ³⁾.

Распространенныя на баварскихъ заводахъ отдѣльныя отечныя полати имѣютъ на прусскихъ промыслахъ очень рѣдкое употребленіе (варница „*Bismark*“ въ Шенебекѣ).

Переносъ соли на сушильные сковороды совершается въ вагонахъ, движущихся по рельсовымъ путямъ, соединяющимъ испарительное отдѣленіе съ сушильнымъ. Въ послѣднее время на нѣкоторыхъ заводахъ (Шенебекъ, Артернъ) начинаютъ распространяться такъ называемые „*воздушные пути*“

¹⁾ *Bei/räge*, стр. 10.

²⁾ Расстояніе нижнихъ горизонтальныхъ балокъ колпака до дна чрена = 0,62 м. (Дюр-ренбергъ).

³⁾ Во всѣхъ другихъ случаяхъ измельчаніе соли тщательно избѣгается, потому что отъ этого портится зерно и внѣшній видъ продукта.

(*Luftbahnen*), въ которыхъ опрокидывающіеся вагоны-ящики подвѣшены на роликахъ къ горизонтальнымъ или слегка наклоннымъ балкамъ, свободно висящимъ въ воздухѣ ¹⁾. Такіе пути требуютъ очень мало мѣста и ремонтъ ихъ сравнительно незначителенъ (въ Шенебекѣ—2,8 пфенниговъ на 100 центн. соли). Съ цѣлью устранить перегрузку соли съ колпака въ вагоны, въ нѣкоторыхъ варницахъ Шенебека, Дюрренберга и Генрихсталля, употребляются *подвижныя отечныя полаты*, представленныя эскизомъ на фиг. 15 табл. II (Дюрренбергъ). Наклонная платформа, въ 1,64 м. шириною и 1,77 м. длиною, расположена на телѣжкѣ, передвигающейся по рельсамъ; разсолъ стекаетъ въ особые подставленные желоба и отводится обратно въ чренъ. Вместимость одной платформы=20 центн. сырой соли; при 24-часовомъ отеканіи на чренъ приходится 18 такихъ телѣжекъ ²⁾, помѣщающихся въ три параллельные ряда въ промежуткѣ между чреномъ и сушильными сковородами. Подвижныя полаты не получили дальнѣйшаго распространенія, потому что требуютъ много мѣста и затрудняютъ работу въ чренахъ и движеніе по варницѣ ³⁾.

Отекая въ надлежащей степени соль (съ 9—12% воды) разравнивается на сушилахъ слоемъ въ 10—25 см. толщиною и лежитъ здѣсь обыкновенно втеченіи 24 часовъ; при этомъ она должна быть разъ или два переворачиваема.

Сушильныя сковороды составлены изъ чугунныхъ плитъ, въ 12—14 мм. толщиною, которыя располагаются другъ около друга совершенно свободно, безъ особыхъ скрѣпленій, на подкладкахъ изъ полосоваго или угловаго желѣза, лежащихъ на кирпичныхъ стѣнкахъ циркуляціонныхъ ходовъ; щели стыковъ замазываются смѣсью золы и гашеной извести (Дюрренбергъ) и вся поверхность сковороды, окруженной деревянными бортами (въ 16 см. высотой), покрывается слоемъ соли или сояного шлама въ 3—4 см. толщины. При легкомъ прожариваніи, этотъ слой плотно пригораетъ къ сковородѣ и устраиваетъ непосредственное соприкосновеніе высушиваемой соли съ чугунными плитами. Подобная конструкція сушильных сковородъ характерна для прусскихъ заводовъ. Предохранительный слой сояного камня сильно затрудняетъ передачу теплоты и, для надлежащаго сушенія (до 1,5—2,5 % воды), приходится употреблять очень большія поверхности нагрѣва. Таблица на стр. 64 показываетъ, что отношеніе между площадями сушиль и чреновъ измѣняется отъ 1,01:1 до 2,23:1. Здѣсь считается практическимъ правиломъ, что наилучшее сушеніе происходитъ при отношеніи 2:1 ⁴⁾; такого громаднаго за-

¹⁾ Устройство воздушнаго пути въ варницѣ „*Lindig*“ описано Менеромъ въ *Preuss. Zeitschr.* 1873. Bd. XXI, стр. 135 и сл.

²⁾ Изъ 17 платформъ находится въ дѣйствиіи и одна—запасная.

³⁾ Отеканіе соли на бокахъ колпака, подогрѣваемыхъ снизу паромъ, происходитъ совершеннѣе, чѣмъ на холодныхъ, отдѣльно-стоящихъ платформахъ.

⁴⁾ Т. е. поверхность сушиль должна быть *вдвое* болѣе поверхности чреновъ.

долженія сушильной поверхности мы не встрѣчаемъ нигдѣ на другихъ нѣмецкихъ промыслахъ ¹⁾). Этотъ недостатокъ, повидимому, сознавъ уже давно прусскими техниками; съ цѣлью сконцентрировать сушеніе соли на возможно малой заводской площади и получить продуктъ съ болѣе равномерными качествами, было предложено нѣсколько *механическихъ системъ сушенія*, изъ которыхъ три слѣдующія получили примѣненіе въ валовомъ производствѣ ²⁾):

а) сушеніе соли на плоскихъ металлическихъ кругахъ, нагрѣваемыхъ паромъ (варница „*Lindig*“ въ Шенебекѣ).

б) сушеніе нагрѣтымъ воздухомъ на безконечныхъ (холщевыхъ) полотнахъ (Иноврацлавъ).

с) центробѣжное сушеніе (Иноврацлавъ, Шенебекъ).

Самою рациональною системою нужно несомнѣнно считать сушеніе въ *центрофугахъ*, которыя удаляютъ приставшій къ соли маточный разсолъ при помощи центробѣжной силы; но многолѣтняя практика показала, что всѣ названные новые аппараты, хотя и даютъ продуктъ лучшихъ качествъ, пока еще не могутъ конкурировать въ экономическомъ отношеніи съ обыкновенными сушильными сковородами.

По сравнительнымъ вычисленіямъ берграта *Besser'a* въ Иноврацлавѣ, стоимость сушенія одного центнера соли (въ 50 кгр.) можетъ бытъ выражена слѣдующими приблизительными числами:

	Стоимость сушенія центнера соли въ пфеннигахъ:		
	На сковородахъ.	На безкон. полотнахъ.	Въ центрофугахъ.
Проценты на погашеніе основнаго капитала, на устройство зданій и механизмовъ	4,51	3,07	2,73
Операціонные расходы: рабочая плата, горючій матеріалъ, ремонтъ и т. д.	6,40	10,82	15,33
Сумма	10,91	13,89	18,06

¹⁾ По моему мнѣнію, слѣдуетъ отдать рѣшительное предпочтеніе баварской конструкціи сушиль, въ которыхъ сковороды составлены изъ тонкихъ *жельзныхъ* листовъ, скрѣпленныхъ угловымъ желѣзомъ, при помощи потайныхъ заклепокъ. Сковороды смазываются масломъ и прожариваются, образующійся при этомъ слой лака устраняетъ непосредственное соприкосновеніе соли съ желѣзными листами.

²⁾ См. *Besser. Preuss. Zeitschr.* 1870. Bd. XX, стр. 35; *Mehner. ibid.* 1873. Bd. XXI, стр. 135 (сушильный аппаратъ варницы *Lindig*); *Besser. ibid.* 1879. Bd. XXXVII, стр. 17. (Центробѣжное сушеніе и аппараты съ безконечными полотнами въ *Иноврацлавѣ*).

Такимъ образомъ, центробѣжное сушеніе оказывается въ настоящее время самую дорогою системою сушки соли, но нѣтъ сомнѣнія, что операціонные расходы могутъ быть въ послѣдствіи значительно понижены.

При мелкосортныхъ чренахъ и сушильныхъ сковородахъ задолжается въ сутки 6—10 человѣкъ рабочихъ ¹⁾, на обязанности которыхъ лежитъ исполненіе всѣхъ необходимыхъ солеваренныхъ работъ, какъ-то: уходъ за топками, ремонтъ чреновъ, унимка, сушеніе и доставка соли въ магазинъ. За 100 центнеровъ (5,000 кгр.) бѣлой магазинной соли подлежащей сухости (съ 1,5 — 2,5% воды) вся артель (*Kammeradschaft*) получаетъ на разныхъ промыслахъ отъ 9 до 13 марокъ (въ Шенебекѣ 10,5 м.).

Производительность *чренного рабочего* равняется 600,000—830,000 килограммовъ *мелкой соли* въ годъ (Шенебекъ, Дюрренбергъ ²⁾).

Слѣдующая таблица, составленная на основаніи результатовъ дѣйствія прусскихъ заводовъ въ 1883—1884 гг., показываетъ годовую производительность варницъ при крупныхъ и мелкихъ сортахъ соли:

Названія промысловъ и варницъ.	Поверхность чрена.	Продолжит. выварки въ году.	Остановки (малыя).	Содержаніе разсола.	Получено магазинной соли.	Сожжено бунаго угля.	На 100 центн. соли израс- ходовано угля.	Сортъ соли.
	кв. м.	дни.	дни,	проц.	центн. ³⁾	гектол.	гектол.	
<i>Артернъ</i>								
Варница № I	117,26	263	60	26,33	55054	46113	83,7	Мелкая и средняя.
„ № IX	98,67	264	31	—	42632	35913	84,2	„
„ № XI	106,96	356	8	—	11130	13468	121,0	Крупная.
„ № XII	97,27	348	13	—	14942	15409	103,1	Мелкая и крупная.
<i>Галле</i>								
Чрень № 1	98,51	223,5	86,5	21,26	34257,0	43860	125,03	Мелкая.
„ № 3а	102,41	235,5	98,5	—	39584,0	49800	125,81	„
„ № 4	98,51	243,3	84,7	—	35268,1	43340	122,88	„
„ № 2	98,51	319,4	39,6	—	14942,6	21380	143,09	Крупная.
„ № 5	98,51	316,0	32,5	—	17132,0	24220	141,37	„
<i>Дюрренбергъ</i>								
Варница „Karsten“	78,8	298	7	23,72	15360	17400	113,3	Крупная.
„ „Bilow“	106,9	254	—	—	59360	57950	97,6	Мелкая.

Подъ малыми остановками (*kleiner Kaltlager*) слѣдуетъ подразумѣвать перерывы между варями для вычерпыванія маточнаго разсола, удаленія чренного камня и необходимыхъ поправокъ въ чрень; остальное время въ году

¹⁾ Въ Шенебекѣ задолжается 4 человѣка собственно чренныхъ рабочихъ (кочегаровъ, поваровъ) съ 12-ти-часовыми шихтами и 2 соленосовъ (съ дневными шихтами).

Въ крупносортной варницѣ „Karsten“ въ Дюрренбергѣ среднее задолженіе рабочихъ въ сутки=1,8 чел. (1,2 человѣка чренныхъ рабочихъ и 0,6 соленосовъ).

²⁾ При крупныхъ сортахъ годовая производительность *чренного рабочего* въ Дюрренбергѣ=768,000 кгр. соли (1883 г.).

³⁾ 1 центнеръ=50 килограммамъ=3,0524 пудамъ.

приходится на такъ называемыя *большія остановки* (grosser Kaltlager), въ продолженіи которыхъ производится капитальный ремонтъ чреновъ, колпаковъ, чистка дымовыхъ ходовъ и т. д.

Приведенная таблица показываетъ, что на всѣхъ прусскихъ заводахъ расходъ бураго угля при фабрикаціи крупныхъ сортовъ соли значительно больше, чѣмъ при мелкихъ. Кромѣ разсмотрѣнныхъ уже ранѣе факторовъ, обуславливающихъ подобный перерасходъ топлива, слѣдуетъ также упомянуть объ *увеличеніи* количества теплоты, затрачиваемой на испареніе разсоловъ при доступѣ воздуха и при низкихъ температурахъ. По опытамъ *Péclet* ¹⁾ для открытыхъ сосудовъ, имѣемъ слѣдующій приблизительный расходъ теплоты на испареніе 1 килогр. чистой воды (при температурѣ наружнаго воздуха въ 15°):

Температура испаренія . . . 20° 30° 40° 50° 60° 70° 80° 90°

Количество единицъ теплоты 1370 1160 1070 840 760 720 690 600

При чренахъ, закрытыхъ колпаками. т. е. съ ограниченнымъ притокомъ воздуха, разница въ теплотѣ испаренія при низкихъ и высокихъ температурахъ должна быть менѣе значительна и по всей вѣроятности, не превышаетъ 10—15% ²⁾).

Среднее полученіе соли на одномъ кв. метрѣ поверхности лучшихъ мелкосортныхъ чреновъ въ Дюрренбергѣ и Шенебекѣ измѣняется отъ 90 до 110 килогр. соли въ 24 часа и годовая производительность варницы = 50,000—60,000 центнеровъ (150,000—180,000 пудовъ) соли, при 250—300 дняхъ дѣйствія.

Заводская стоимость центнера соли въ Шенебекѣ равняется 70—80 пфен. за центнеръ.

На всѣхъ соляныхъ промыслахъ прусской Саксоніи, мы не встрѣчаемъ примѣненія *газовыхъ топокъ* ³⁾, работающихъ съ большимъ успѣхомъ въ *Иноврацлавѣ* и многихъ баварскихъ и австрійскихъ заводахъ (*Розенгеймъ*, *Траунштейнъ*, *Ишль*, *Ауззее* и *Эбензее*).

Одно изъ главнѣйшихъ препятствій введенію газовыхъ топокъ заключается въ мелкости и рассыпчатости ангальтъ-саксонскихъ бурыхъ углей, которые при толстыхъ слояхъ потребовали бы искусственнаго вдунанія воздуха въ генераторы посредствомъ вентиляторовъ или др. аппаратовъ, что въ дѣйствительности нельзя считать всегда удобоисполнимымъ.

Газовыя топки системы *С. Хаупт'а* (D. R. P. № 12609), дѣйствовавшія въ *Иноврацлавѣ* ⁴⁾ съ 1880 года, представлены на фиг. 16 и 17 табл.

¹⁾ *Péclet. Traité.* 1863, t. II, стр. 106.

²⁾ Вопросъ о теплотѣ испаренія разсоловъ требуетъ болѣе подробнаго разсмотрѣнія. Ср. *Warth. Beiträge*, стр. 52; *M. v. Arbesser. Leobener Jahrbuch.* 1880. Bd. XXVIII, стр. 225.

³⁾ Нужно замѣтить, что первыя попытки примѣненія *газовыхъ топокъ* къ нагреву солеваренныхъ чреновъ были произведены въ *Шенебекѣ* еще въ концѣ 40-хъ годовъ; см. *Wapler. Karsten's Archiv für Mineralogie.* 1851. Bd. XXIV, стр. 372.

⁴⁾ Описаніе Иноврацлавскихъ варницъ (до устройства газовыхъ топокъ) было сдѣлано *Besser'омъ* въ *Preuss. Zeitschr.* 1879. Bd. XXVII, стр. 17 и сл.

II. Подъ каждымъ мелкосортнымъ чреномъ, въ $16,1 \times 8,1 = 130,4$ метровъ поверхности нагрѣва, находится одинъ двойной генераторъ съ двумя ступенчатыми рѣшетками *A*, въ 0,8 м. ширины и 1,4 м. длины, которыя раздѣлены между собою посредствомъ стѣнки, расположенной на брусьяхъ *m* и служащей для поддержанія дна чрена надъ толками. Общій для обоихъ генераторовъ зольникъ *D* закрытъ на глухо дверцами и воздухъ вдувается подъ рѣшетку при помощи пароваго инжектора Кёртинга *B*, находящагося впереди топокъ. Воронка *E* служитъ для засыпки каменнаго угля.

Каждая рѣшетка перекрыта наклоннымъ сводомъ *N* изъ полыхъ фасонныхъ кирпичей, составленныхъ такимъ образомъ, что сверху внизъ образуются щели *n*, для прохода генераторныхъ газовъ. Овальныя или круглыя полости *b* кирпичей образуютъ внутри свода (горѣлки) продольные каналы, служащіе для притока вторичной фракціи воздуха, вступающаго черезъ отверстіе *a* (воздушный клапанъ) ¹⁾. При посредствѣ небольшихъ боковыхъ каналовъ, газы тѣсно смѣшиваются съ воздухомъ и сгораютъ на поверхности свода. Регулируя надлежащимъ образомъ количество воздуха, можно получить совершенно чистое, бездымное пламя. Для наблюденія за ходомъ горѣнія служатъ отверстія въ передней стѣнкѣ топокъ. Для охлажденія колосниковъ и тушенія шлаковъ, въ зольникъ приводится небольшое количество воды. Вслѣдствіе сравнительно малаго наклона ступенчатой рѣшетки, движеніе угля внизъ не можетъ совершаться само собой и шуровка совершается периодически, черезъ каждые $1-1\frac{1}{2}$ часа. Очищеніе рѣшетки отъ золы и шлаковъ происходитъ черезъ 3—4 часа ²⁾. Для ухода за толками при двухъ чренахъ совершенно достаточно одного человѣка ³⁾.

Продукты горѣнія происходятъ безъ всякой циркуляціи въ открытомъ подчлениномъ пространствѣ въ 0,6 м. высотой и теряющійся жаръ примѣняется для нагрѣва крупносортнаго чрена, поверхностью въ $11,2 \times 8,1 = 90,7$ кв. метровъ. До устройства газовыхъ топокъ, главные чрены въ Иноврацлавѣ имѣли по три обыкновенныхъ ступенчатыхъ топки, перекрытыхъ сводами въ 1,6 м. длиною. Ширина рѣшетокъ=0,5 м.; высота наклонныхъ брусевъ=1,25 м.; уголъ наклона рѣшетокъ=32°.

Результаты, полученные при замѣнѣ обыкновенныхъ топокъ газовыми при чренѣ № 1 въ варницѣ № I, представлены на слѣдующей таблицѣ ⁴⁾:

¹⁾ Отверстіе *o* служитъ также для этой цѣли.

²⁾ При угляхъ, дающихъ много плазкой золы (напр. верхнебаварскихъ), дѣйствіе генераторовъ *Haup'ta* очень неправильное. См. III-er Bericht der Heizversuchstation München, 1882, стр. 18.

³⁾ Стоимость всего устройства=1968 марокъ (включая плату за патентъ и чертежъ=250 м.).

⁴⁾ Заимствовано изъ официальныхъ отчетовъ берграта *Besser'a* въ Иноврацлавѣ.

	Продолжительн. варки.		Получено соли съ 3% воды.				Испарено воды на килограммъ угля.	Получ. соли въ 24 часа на 1 кв. метрѣ поверн. чрена.			
	Продолж. малыхъ остановокъ.	Мелкой и средней въ главн. чренѣ.	Крупной въ заднемъ чренѣ.	Сумма.	На 1 центнеръ камен. угля.	Мелкой и средней соли.		Крупной соли.	Сумма.		
	дни.	дни.	центнеры.				цент.	кгр.	центнеры.		
Чрены №№ 1, 2 и 3 въ варницѣ № I съ обыкновенными топками (среднее)	517	32,6	65493	9279	74772	2,168	34486	6,005	0,97	0,20	0,66
Чрень № 1 варницы № I послѣ устройства газовыхъ топокъ	51,8	3,2	8075	379	8454	2,626	3220	7,271	1,20	0,08	0,75
По сравненію съ обыкновенными топками, газовыя дали болѣе	—	—	—	—	—	0,458	—	1,266	0,23	—	0,09

Газовыя топки при чренѣ № 1 работали съ 10-го ноября 1880 г. по 7-е января 1881 г. ¹⁾ съ перерывами на праздникахъ и для вычерпыванія маточнаго разсола. Для сравненія, результаты дѣйствія обыкновенныхъ топокъ въ варницѣ № I взяты въ среднемъ выводѣ за цѣлый годъ. Горючимъ матеріаломъ служилъ мелкій каменный уголь изъ Königsgarbe; содержаніе разсола = 300—310 кгр. соли въ куб. метрѣ.

Приведенныя числа показываютъ, что 1 килограммъ угля при газовыхъ топкахъ испарялъ воды на 1,266 кгр. или 17,4 % болѣе противъ обыкновенныхъ и введеніе топокъ *Haupf'a* способствовало увеличенію производительности квадратнаго метра главнаго чрена на 0,23 центнера (11,5 кгр.) мелкой соли въ 24 часа, насчетъ уменьшенія производительности крупносортнаго чрена на 0,12 центнера (6,0 кгр.) соли ²⁾. Последнее обстоятельство несомнѣнно связано съ пониженіемъ конечныхъ температуръ газовъ въ нагревательной системѣ, производимыхъ газовыми топками. (См. I гл. стр. 39); дѣйствительно, среднія температуры газовъ въ боровѣ дымовой трубы равнялись:

При обыкновенныхъ топкахъ 196° Ц.

„ газовыхъ „ 125° Ц.

Значительная экономія въ углѣ (17%), достигнутая при первыхъ опытныхъ варяхъ, содѣйствовала введенію топокъ *Haupf'a* и при остальныхъ чренахъ, а также при паровыхъ котлахъ въ Инварацлавѣ. Но послѣдующіе

¹⁾ До тѣхъ поръ, пока не сдѣлались необходимыми поправки въ чренѣ.

²⁾ Въ общемъ получено увеличеніе производительности кв. метра поверхн. чреновъ на 0,09 центн. соли (4,5 кгр.) въ 24 часа.

результаты дѣйствія за болѣе долгій періодъ времени показали, что конструкція свода (горѣлки) является слишкомъ сложною и мало прочною. Чренные листы надъ сводами прогораютъ сравнительно легко и капающій разсолъ дѣйствуетъ разрушительно на фасонные кирпичи. Въ настоящее время, согласно новому патенту *C. Haupt'a* (*D. R. P.* № 17024), сводъ совершенно устраненъ и введено вдуваніе воздуха *поверхъ* слоя горючаго матеріала ¹⁾. Съ этой цѣлью, въ передней стѣнкѣ топокъ проложена горизонтальная чугунная труба, которая получаетъ воздухъ отъ аппарата Кёртинга ²⁾ и распределяетъ его равномерно по всей ширинѣ ступенчатой рѣшетки, при помощи цѣлаго ряда отверстій, имѣющихъ видъ короткихъ насадокъ. Въ остальномъ, устройства топокъ осталось то-же, которое представлено на фиг. 16 и 17 табл. II.

Въ такомъ упрощенномъ видѣ, представляющемъ уже переходъ къ обыкновеннымъ ступенчатымъ топкамъ (съ дутьемъ), система *Haupt'a* примѣняется въ настоящее время въ Иноврацлавѣ и оказалась болѣе пригодною, чѣмъ описанный ранѣе патентъ № 12609, хотя и даетъ, повидимому, нѣсколько меньшее сбереженіе въ углѣ (около 15%). Расходы на ремонтъ топокъ послѣдней системы почти тѣ-же, что и обыкновенныхъ ступенчатыхъ топокъ, но чренные листы прогораютъ сравнительно скоро. По этой причинѣ употребленіе системы *Haupt'a* при паровыхъ котлахъ въ Иноврацлавѣ въ настоящее время оставлено.

О ПРИГОТОВЛЕНІИ ЛИТОЙ СТАЛИ ВЪ ПЕЧАХЪ СЪ ОСНОВНОЮ НАВОЙКОЮ НА ЗАВОДѢ КРЁЗО. ³⁾

Г. Деляфонъ, членъ комиссіи по приему рельсовъ, идущихъ на казенныя желѣзныя дороги, описываетъ въ „*Annales des mines*“ и въ „*Annales des Ponts et Chaussées*“ условія приѣмки и способъ фабрикаціи рельсовъ изъ основного Бессемеровскаго металла. Почерпнутыми изъ помянутыхъ источниковъ данными мы пользуемся для составленія настоящаго описанія.

Регорта для основного процесса разнится лишь футеровкою отъ конвертора, употребляемаго при обыкновенномъ бессемерованіи. Употребленіе доломитовыхъ кирпичей для обкладки внутреннихъ стѣнъ конвертора въ послѣднее время оставлено, а ихъ набиваютъ просто массою, состоящею изъ магнезій и извести, сцементированныхъ безводною каменноугольною смолою. Средній составъ этой набойки слѣдующій:

¹⁾ См. *C. Bach. Zeitschr. des Ver. deutscher Ing.* 1883 г. стр. 187. На патентъ *Haupt'a* № 17024 замѣчается уже несомнѣнное вліяніе основныхъ принциповъ системы *Темъ-Брикса*.

²⁾ При помощи колѣчатыхъ чугунныхъ трубъ, проходящихъ въ боковыхъ стѣнкахъ топки.

³⁾ Извлечено Горн. Инж. Шмидецкимъ изъ «*Stahl und Eisen*», December 1882.

Окиси кальція	53,00 %
„ магнія	35,80 „
Кремнезема и глинозема	7,70 „

Для ея изготовленія сильно обжигаютъ триасовый, богатый известью, доломитъ, для возбужденія взаимодѣйствія кремнезема и глинозема на окислы кальція и магнія. Обожженный доломитъ измельчаютъ въ порошокъ и, предохраняя отъ влаги, смѣшиваютъ съ 10 до 11% смолы. Такимъ образомъ получаютъ бурюю массу, которою набиваютъ внутреннія стѣнки конвертора при помощи нагрѣтыхъ колотушекъ, придавая дну толщину 650 mm., а боковымъ стѣнкамъ толщину 450 mm. Сопла такія-же какъ и при кислотъ процессѣ. Въ послѣднее время припили къ убѣжденію, что покрывать ихъ бокситомъ или графитомъ, для предохраненія отъ оплаковыванія ихъ во время плавки известью и магнезіею, совершенно излишне. До употребленія въ дѣло, конверторъ нагружаютъ коксомъ и сильно прогрѣваютъ какъ для выдѣленія изъ смолы летучихъ углеводородовъ, такъ и для укрѣпленія набойки путемъ образованія на ея поверхности коры, происходящей отъ сплавленія нѣкоторыхъ элементовъ набойки. Изложницы, ковшъ и дутье такіе-же какъ и при бессемерованіи съ кремнистой набойкой.

Въ ретортѣ, производительность которой равняется 10 тоннамъ стали, полученной обыкновеннымъ способомъ, можно обрабатывать не больше 8 тоннъ фосфористаго чугуна.

Операцію начинаютъ завалкою 18% сильно накаленного известняка, выгребяемаго изъ рядомъ-же помѣщенной обжигательной печи и прибавленіемъ около 1,5 % плавиковаго шпата. Чугунъ доставляется расплавленнымъ прямо изъ доменной печи. Наполнивъ чугуномъ реторту, пускаютъ дутье. Періодъ шлакованія, во время котораго выдѣляется главнѣйше кремній, длится всего отъ 1½ до 2 минутъ, такъ какъ обрабатывается чугунъ лишь съ небольшимъ содержаніемъ кремнія. Слѣдующій періодъ обезуглероживанія, узнаваемый по характерному пламени окиси углерода, продолжается отъ 9 до 10 минутъ. По окончаніи его прекращаютъ дутье, наклоняютъ реторту и сливаютъ шлаки. Потомъ, какъ и въ началѣ операціи, прибавляютъ отъ 5 до 6% известняка и пускаютъ опять дутье. Тогда только начинается продувка (Ueberblasen), длящаяся 4 до 5 минутъ; въ это время температура значительно повышается. Потомъ опять прекращаютъ дутье и спускаютъ шлаки, которыхъ вдвое больше, чѣмъ въ началѣ операціи, и которые значительно жиже образующихся въ началѣ процесса. Въ это же время берутъ пробу и судятъ по излому металла о степени обезуглероживанія. Соображаясь съ этимъ, или продолжаютъ продувку, или же прямо приступаютъ къ обезуглероживанію. Въ послѣднемъ случаѣ прибавляемые 10% зеркальнаго чугуна (съ 18% марганца) распредѣляютъ такимъ образомъ, что 1/3 всего количества забрасываютъ прямо въ реторту, а остальное въ ковшъ. Угаръ доходитъ до 18%, между тѣмъ какъ при обыкновенномъ процессѣ онъ не превышаетъ 8 до 9.

Первоначально полагали, что наибольшее повреждение набойки, происходящее от ошлаковывания основаній футеровки кремнеземомъ огнежидкой массы, совершается въ томъ мѣстѣ, гдѣ сосредоточиваются шлаки во время дутья. Однако на самомъ дѣлѣ оно не такъ. Наибольше поврежденнымъ оказывается дно реторты и преимущественно сопла, хотя они приготовлены изъ кремнистыхъ веществъ и охлаждаются проходящею сквозь нихъ струею воздуха. Чаше всего это разрушеніе имѣетъ мѣсто въ періодъ продувки. Явленіе это объяснить можно съ одной стороны механическимъ дѣйствіемъ струи сильно сгущеннаго воздуха и ударами то опускающейся, то поднимающейся массы расплавленнаго металла; а съ другой—химическимъ дѣйствіемъ окисловъ желѣза и марганца на кремнеземъ сопель. Тщательно приготовленное днище выдерживаетъ 15—20 плавовъ, послѣ чего необходимо перемѣнить сопла и набойку. Въ прочихъ частяхъ конвертора набойка стоитъ значительно дольше; она требуетъ лишь незначительныхъ исправленій послѣ 80—100 плавовъ.

Въ Крѣзо перерабатываютъ третные бѣлые чугуны слѣдующаго химическаго состава:

Углерода	3,00%
Кремнія	1,30 „
Марганца.	1,50—2,00 „
Фосфора	2,50—3,00 „
Сѣры	0,20 „ максимумъ.

Кремній чугуна исчезаетъ раньше другихъ и сполна, въ продолженіе 1½, до 2 минутъ, или прямо образуя кремнекислый кальцій съ прибавленнымъ въ шихту известнякомъ, или-же, что вѣроятнѣе (такъ какъ температура прибавляемаго изъ обжигательной печи известняка сравнительно низка), ошлаковываетъ сперва окислы желѣза и марганца, которые потомъ, при повышеніи температуры, вытѣсняются окисью кальція. Это послѣднее предположеніе на нашъ взглядъ вѣроятнѣе, такъ какъ допуская образованіе кремнекислаго кальція при прямомъ дѣйствіи кремневой кислоты на окись кальція, слѣдовало бы ожидать, что первая будетъ для своего насыщенія пользоваться основаніями набойки; между тѣмъ на практикѣ развѣданія футеровки въ періодъ шлакованія не замѣчается. Во всякомъ случаѣ, благодаря присутствію излишка основаній, кремній ошлаковывается вполне.

Послѣ его выдѣленія наступаетъ выгораніе *углерода*. Въ это время температура металла постепенно возрастаетъ, а вслѣдствіе прибавленія плавиковога шпата шлаки дѣлаются значительно жиже. Составъ ихъ, по окончаніи періода обезуглероживанія, слѣдующій:

Кремнезема	22,00%
Окисей кальція и магнія	47,00 „
Фосфорной кислоты	12,00 „
Окисловъ желѣза и марганца	11,00 „
Окисловъ алюминія, хрома, ванадіе- вой и сѣрной кислотъ	5,00 „

Шлаки эти, какъ содержащіе значительное количество кремневой и фосфорной кислоты, весьма вредны, а потому стараются ихъ возможно скорѣе удалить. Въ этотъ періодъ они выдѣляются не сполна, такъ какъ по причинѣ не особенно высокой температуры они не достаточно жидки.

Фосфоръ начинаетъ уже выдѣляться въ періодъ рафинированія чугуна, хотя при началѣ его лишь въ незначительныхъ количествахъ. Покуда только образуются замѣтныя количества окиси углерода, присутствіе фосфорной кислоты не можетъ имѣть мѣста, такъ какъ изъ него тотчасъ же возстановляется фосфоръ. Только подъ конецъ періода обезуглероживанія выдѣленіе фосфора усиливается, что подтверждалось составомъ извергаемыхъ шлаковъ. При первоначальномъ содержаніи фосфора въ чугунахъ въ 2 до 3⁰/₀, ¹/₅ его выдѣляется обыкновенно подъ конецъ періода обезуглероживанія. Но переходъ фосфора въ шлаки совершается главнѣйше въ періодъ посиѣванія, почему въ началѣ этого періода и прибѣгаютъ ко вторичной завалкѣ известняка для предупрежденія разѣданія футеровки реторты. Жидкіе и горячіе шлаки эти состоятъ изъ:

Кремнезема	12,00 ⁰ / ₀
Окиси кальція и магнія	54,00 „
Фосфорной кислоты.	16,00 „
Окисловъ желѣза и марганца	11,00 „
Окиси алюминія и хрома, ванадіе- вой и сѣрной кислотъ.	5,00 „

Марганецъ во все время процесса шлакуется весьма равномерно. При содержаніи его въ чугунахъ въ 1¹/₂ до 2⁰/₀, его находятъ въ стали не болѣе какъ 0,01 до 0,02 ⁰/₀.

Сѣра выдѣляется почти сполна. При содержаніи ея въ чугунахъ = 0,02⁰/₀, въ стали получается всего 0,03. Она выдѣляется главнѣйше подъ конецъ операциі, а именно въ періодъ посиѣванія и обезуглероживанія.

Для предупрежденія возможности возстановленія фосфора изъ шлаковъ, съ одной стороны, также какъ энергическаго кипѣнія массы въ ковшѣ съ другой,—спускаютъ возможно тщательно шлаки до прибавленія зеркальнаго чугуна и тогда только прибавляютъ ¹/₂ всего предполагаемаго количества чугуна въ реторту, а остальное количество въ ковшѣ такъ, чтобы количество возстановляемаго фосфора не превышало 0,02⁰/₀.

Выдѣленіе фосфора и кремнія теоретически можно вести покуда угодно, съ сѣрою однако это удастся только отчасти, а потому для основнаго Бессемеровскаго процесса слѣдуетъ, во избѣжаніе красноломкости стали, употреблять чугуны съ возможно малымъ содержаніемъ сѣры. Подобные чугуны получаютъ при горячемъ ходѣ доменной печи и богатыхъ известью основныхъ шлакахъ; кромѣ того, какъ извѣстно, присутствіе марганца въ поясѣ плавленія, способствуетъ переходу сѣры въ шлакъ.

Что касается количества прочихъ примѣсей въ чугунахъ, идущихъ на бессемерованіе по способу Томаса и Гилькриста, то предпочитаютъ тѣ, ко-

торья при своемъ горѣніи развиваютъ большее количество теплоты, то есть способны дать возможно высшую температуру подѣ конецъ операціи. Для этого недостаточно, однако, присутствіе одного углерода, тѣмъ болѣе, что развиваемая имъ при горѣніи температура не особенно высока. Значительно большее количество теплоты доставляетъ при своемъ горѣніи кремній, но слишкомъ большое его содержаніе въ чугунѣ, развивая значительное количество кремнезема, требуетъ прибавленія большого количества известняка, при чемъ не только образуется больше шлаковъ, но и футеровка скорѣе изнашивается. Въ Крѣзо нашли, что наиболѣе подходящее содержаніе кремнія въ чугунѣ должно составлять $1\frac{1}{2}$ до 2% . *Марганецъ*, какъ въ доменной печи, такъ и въ конверторѣ способствуетъ оплаковыванію сѣры, и во время послѣдующаго (по причинѣ большого сродства къ кислороду чѣмъ желѣзо) предохраняетъ массу отъ окисленія. По дороговизнѣ, однако, марганецъ содержащихъ желѣзныхъ рудъ приходится вводить его въ доменную печь лишь въ незначительныхъ количествахъ. Требуемаго однако повышенія температуры можно достигнуть соразмѣрнымъ увеличеніемъ содержанія фосфора въ чугунѣ. Итакъ въ Крѣзо при первоначальныхъ опытахъ обрабатывались чугуны съ содержаніемъ въ $0,9\%$ фосфора, но вскорѣ пришли къ убѣжденію, что хорошіе результаты получаются лишь при содержаніи фосфора въ чугунѣ въ $1,7$ до $1,8\%$ и, идя дальше, нашли возможнымъ перерабатывать съ пользою чугуны съ содержаніемъ $2\frac{1}{2}$ до 3% фосфора. Увеличивать еще значительнѣе содержаніе фосфора не представляетъ уже выгоды, такъ какъ тогда, для полного его выдѣленія, приходится чувствительно удлинять періодъ продувки, а слѣдовательно увеличивать угаръ и ускорять разрушеніе набойки.

Съ цѣлью точнаго установленія наивыгоднѣйшаго химическаго состава, въ Крѣзо анализировали въ августѣ и сентябрѣ 1881 года продукты каждой плавки томасова процесса и по одной въ день отъ обыкновеннаго бессемерова процесса.

Средній составъ обоихъ сортовъ стали былъ слѣдующій:

въ процентахъ.	Томаса.	Бессемера.
Углерода	0,430	0,400
Кремнія	слѣды	0,300
Марганца	0,760	0,660
Фосфора	0,060	0,075
Сѣры	0,029	0,040

На основаніи этихъ изслѣдованій пришли къ выводу, что: 1) сталь Томаса содержитъ лишь слѣды кремнія, а потому при томъ же назначеніи ея какъ и бессемеровой необходимо увеличивать въ первой содержаніе углерода и 2) составъ дефосфоризованной стали постояннѣе бессемеровой.

Для механическихъ пробъ на разрывъ употреблены были круглые бруски, діаметромъ 16 мм. длиною 100 мм., отъ тѣхъ же плавокъ, коихъ средній составъ приведенъ выше. Среднее изъ этихъ испытаній было:

для стали Томаса. для стали Бессемера.
 Разрывающій грузъ 72 килограм. 73,20 килогр.
 Коэффициентъ удлиненія 16,10% 17,20%

Результаты эти, весьма близкіе, говорятъ даже немного въ пользу бес-
 семерової стали, но преимущества за нею признать всетаки нельзя, въ
 виду ея меньшей однородности. Дѣйствительно, изъ значительнаго числа опы-
 товъ, произведенныхъ надъ сталью Томаса, оказалось, что сопротивленіе раз-
 рыву ея измѣнялось въ предѣлахъ отъ 66 до 78 килограммовъ на 1 □ мил.
 поперечнаго сѣченія бруска, а удлиненіе—отъ 12 до 20%, между тѣмъ какъ
 для бессемерової стали предѣлы эти были значительно больше. Разрывающій
 грузъ измѣнялся отъ 63 до 80 килогр. на □ мм., а удлиненіе отъ 12
 до 23%.

Ниже приведены средніе результаты пробы рельсовъ на изгибъ и ударъ.
 Опоры находились въ разстояніи 1100 мм., а продолжительность нагрузки
 равнялась 5 минутамъ.

Среднее для рельсовъ изъ	Стрѣла прогиба въ миллиметрахъ при нагрузкѣ въ:											
	10 тоннъ.		15 тоннъ.		17 тоннъ.		20 тоннъ.		25 тоннъ.		30 тоннъ.	
	Врем.	Пост.	Врем.	Пост.	Врем.	Пост.	Врем.	Пост.	Врем.	Пост.	Врем.	Пост.
Стали То- маса	2,43	0,07	3,24	0,13	3,80	0,23	4,62	0,46	11,40	6,20	27,80	21,20
Бессемерово- вой стали . . .	2,35	0,17	3,30	0,30	3,80	0,51	4,89	0,92	13,40	8,40	31,50	25,30

Среднее для рельсовъ изъ	Стрѣла прогиба въ миллиметрахъ, при высотѣ паденія бабы въ метрахъ:									
	1,00	1,50	2,00	2,25	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	
Томасовой стали	2,25	7,10	13,20	20,10	27,35	35,25	44,70	54,60	65,60	
Бессемерової стали	2,75	8,10	15,15	22,35	30,05	38,45	48,75	60,00	70,05	

Опоры находились тоже въ разстояніи 1100 мм., а вѣсъ бабы =
 300 килогр. При одинаковомъ количествѣ рельсовъ какъ изъ той, такъ
 и изъ другой стали сломался одинъ пробный конецъ дефосфоризован-
 наго рельса (стали Томаса) и два конца отъ одного и того же рельса бес-
 семерової стали, при высотѣ паденія бабы въ 5 метровъ.

Что касается физическихъ свойствъ стали, то съ самаго начала замѣ-
 чалось, что болванки дефосфоризованной стали покрывались съ поверхности
 на глубину отъ 20 до 30 мм. пузырями, которые хотя и исчезали во время

прокатки, но не сваривались, такъ что въ конечномъ результатѣ рельсъ оказывался покрытымъ тончайшими царапинками, которыя оказывали вліяніе на прочность ихъ при пробѣ подѣ конромъ. Вскорѣ, однако, убѣдились, что подобный недостатокъ являлся лишь въ болванкахъ холодныхъ плавковъ; при горячихъ плавкахъ на поверхности оныхъ образуется лишь тонкая кора, которая во время нагрѣва окисляется и отваливается при прокаткѣ. Для обезпеченія горячаго хода процесса необходимо: 1) вести доменную плавку горячею, 2) вагранки или вообще приборы для накаливанія извести располагать по близости конверторовъ, чтобы прибавляемый къ шихтѣ известнякъ имѣлъ возможно высокую температуру, и 3) увеличить содержаніе фосфора въ чугуны.

Въ Крѣзо убѣдились, что то-же самое происходитъ и при обыкновенномъ бессемерованіи. Съ этою цѣлью были сдѣланы одновременно въ двухъ конверторахъ плавки: одна холодная, другая горячая, какъ видно изъ приведенной таблицы. Болванки холодной плавки были покрыты, примѣрно на глубину 25 мм., значительнымъ количествомъ пузырей, чего въ слиткахъ отъ горячей плавки не замѣчалось.

СОСТАВЪ ШИХТЫ.	Горячая плавка.	Холодная плавка.
Расплавленного чугуна прямо изъ доменной печи	6,500 киллогр.	6,500 киллогр.
Прибавлено { Холоднаго чугуна	600} 1,000 "	1,600} 2,500 "
{ Стального скраба	400} " "	900} " "
Зеркальнаго чугуна	400 "	400 "
Всего заважено	7,900 киллогр.	9,400 киллогр.
Продолжительность операціи	25 минутъ.	24 минуты.
Состояніе стали послѣ выпуска	Спокойное.	Масса росла.

Для полученія стали въ отражательной печи, съ основнымъ подомъ, употребляются тѣ же сименсовскія печи, которыя примѣняются и для обыкновеннаго мартеновскаго процесса, съ тою только разницею, что подѣ и бока печи, до высоты рабочихъ отверстій (то есть та часть, которая во время операціи образуетъ ванну) готовится изъ той же массы, которая идетъ на футеровку основного конвертора. Пространство отъ горнила до свода выкладывается изъ боксита, а самый сводъ готовится изъ кремнистыхъ кирпичей. Нагрѣваніе печи производится газами изъ сименсовскихъ генераторовъ, а фосфористый чугунъ заваливается и расплавляется подобно обыкновенному. Для полученія сильно основныхъ шлаковъ прибавляютъ, во все время процесса, три или четыре раза обожженаго известняка, а шлаки, по мѣрѣ образованія, удаляютъ, сгребая ихъ кочергою. Подѣ вліяніемъ основаній, кремній весь, а фосфоръ почти вполне удаляются изъ чугуна. Въ остальномъ процессъ сходенъ съ обработкою фосфористаго чугуна въ конверторѣ. Конецъ операціи узнаютъ по свойствамъ пробы, а обуглероживаніе совершаютъ помощью зеркальнаго чугуна. При обработкѣ около 15 тоннъ операція длится 15 минутъ. ?!

Преимущества отражательной печи предъ конверторомъ слѣдующія: 1) какъ устройство, такъ и ремонтъ основной набойки значительно проще; 2) такъ какъ температура ванны не зависитъ исключительно отъ содержанія кремнія, углерода и фосфора, то для обработки чугуновъ въ мартеновской печи нѣтъ надобности въ употребленіи чугуновъ со значительнымъ содержаніемъ постороннихъ примѣсей; 3) въ виду возможности удаленія шлаковъ (сгребенныхъ кочергою) нѣтъ необходимости дожидаться, какъ при работѣ въ конверторѣ, надлежащаго ихъ расплавленія; такимъ образомъ шлаки могутъ по мѣрѣ ихъ образованія быть удаляемы, а это въ свою очередь уменьшаетъ шансы на возстановленіе фосфора изъ шлаковъ и переходъ его въ металлъ; 4) самый процессъ длится дольше, а это даетъ возможность вполне управлять ходомъ плавки и, по мѣрѣ надобности, измѣнять его. Поэтому-то введеніе дефосфоризаціи чугуна въ мартеновской печи увѣнчалось съ самаго начала успѣхомъ; между тѣмъ какъ при переработкѣ его въ конверторѣ по способу Томаса пришлось преодолевать нѣкоторыя затрудненія.

Ниже приведенъ анализъ мягкой стали, полученной въ Крѣзо въ мартеновской печи, при шихтѣ изъ фосфористаго чугуна и желѣза:

Углерода	0,16%
Кремнія	слѣды
Сѣры	0,03%
Фосфора	0,03 "
Марганца	0,25 "

Чѣмъ чище матеріалы, тѣмъ лучше и продуктъ, а потому въ мартеновской печи, для которой нѣтъ необходимости употреблять чугуны съ извѣстнымъ содержаніемъ примѣсей, можно получать основнымъ процессомъ высшіе сорта стали.

Въ заключеніе замѣтимъ, что Французское Правительство въ заказахъ, предназначаемыхъ для него, имѣетъ право указать способъ фабрикаціи рельсовъ; но въ виду производящихся заводами опытовъ установленія основного процесса, принимаетъ какъ тѣ, такъ и другіе рельсы.

НОВЫЙ МАТЕРІАЛЪ ДЛЯ МАРТЕНОВСКАГО ПРОЦЕССА.

О. Мюризье.

Способъ Мартена, со времени примѣненія процесса дефосфоризаціи къ печамъ Сименса-Мартена, представляется однимъ изъ наиболѣе удобныхъ способовъ приготовленія стали. При извѣстныхъ условіяхъ онъ имѣетъ значительныя преимущества передъ другими способами, благодаря которымъ онъ несомнѣнно получить еще большее распространеніе.

Теперь уже все извѣстно, что путемъ дефосфоризаціи въ печахъ Мартена получается превосходная мягкая сталь и литое желѣзо, для всевозможныхъ потребностей желѣзныхъ дорогъ, судостроенія и другихъ металлическихъ сооруженій изъ такихъ матеріаловъ, которые признавались до этого окончательно непригодными для приготовленія стали. Кромѣ того Мартеновскій процессъ, смотря по потребностямъ, можетъ быть веденъ по желанію, въ

большомъ масштабѣ, а также можетъ служить и для небольшой производительности; въ послѣднемъ случаѣ необходимыя сооруженія могутъ быть сдѣланы съ сравнительно меньшими затратами, чѣмъ при другихъ способахъ полученія мягкихъ сортовъ стали.

Бессемерованіе требуетъ вообще значительныхъ и дорогихъ устройствъ, такъ какъ способъ этотъ примѣняется съ выгодною только при большой производительности, а для способа дефосфоризаціи Томаса-Гилькрита въ основныхъ конверторахъ необходимы еще болѣе совершенныя и обширныя приспособленія. Кромѣ того, для обѣихъ системъ бессемерованія требуются спеціальныя чугуны: въ одномъ случаѣ чистые отъ фосфора и сѣры чугуны съ высокимъ содержаніемъ кремнія, а въ другомъ, наоборотъ, чугуны съ высокимъ содержаніемъ фосфора и съ малымъ содержаніемъ кремнія.

Печи системы Сименса-Мартена, напротивъ, представляютъ самый выгодный приборъ для дефосфоризаціи: производство можетъ быть ограниченное и зависеть отъ числа печей, имѣющихся въ заводѣ. Самый же процессъ представляетъ надъ дефосфоризаціей въ конверторахъ значительныя преимущества, которыя обезпечиваютъ полученіе металла болѣе однороднаго качества. Продолжительность плавокъ и отдѣльный сильный источникъ теплоты даютъ возможность слѣдить за пробами въ различные періоды процесса; этотъ контроль, не всегда возможный при бессемерованіи, облегчаетъ полученіе болѣе однородныхъ окончательныхъ продуктовъ.

Въ большинствѣ случаевъ печь Мартена ничто иное, какъ приборъ для плавленія металловъ, содержащихъ болѣе или менѣе углерода, которые въ расплавленномъ состояніи подвергаются довольно ограниченному окисленію кислородомъ воздуха и углекислотою продуктовъ горѣнія.

Это медленное окисленіе въ печахъ Мартена не только увеличиваетъ продолжительность процесса, но оно вмѣстѣ съ тѣмъ и ограничиваетъ количество чугуна, употребляемаго въ шихты, для полученія мягкихъ сортовъ стали. Для процесса дефосфоризаціи, напр., количество чугуна для нормальнаго хода не должно превышать 30% всѣхъ металловъ одной завалки, и только при чугунахъ съ весьма малымъ содержаніемъ кремнія эта пропорція можетъ быть доведена до 45%.

Для пополненія шихтъ поэтому необходимо отъ 55% до 70% другихъ матеріаловъ, какъ-то: желѣза въ видѣ старыхъ рельсовъ, ломы, обѣсчкъ, а также обѣчки и обрѣзки отъ желѣзныхъ и стальныхъ издѣлій. Это необходимое количество желѣзной и стальной лому, даже для ограниченаго производства стали, не всегда находится въ достаточномъ количествѣ именно тамъ, гдѣ стоитъ заводъ и гдѣ имѣются чугуны. Старые металлическіе отброски скопляются въ большихъ массахъ только въ главныхъ желѣзнодорожныхъ центрахъ и въ большихъ городахъ. Отсутствіе же этихъ необходимыхъ матеріаловъ на заводахъ, гдѣ имѣются топливо, руды, доменные печи и чугуны, не мало препятствуетъ развитію производства стали и въ этомъ именно кроется главная причина сравнительно малаго распространенія способа дефос-

форизаціи въ печахъ Мартена, который пока только и введенъ въ центрахъ скопленія стараго желѣза. Если существуютъ Мартеновскія печи при нѣкоторыхъ чугуно-плавильныхъ заводахъ, то это встрѣчаются только тамъ, гдѣ существуетъ одновременно и бессемерованіе. Въ этомъ случаѣ печи Мартена служатъ для переплавки стальныхъ отбросковъ и концовъ, получаемыхъ отъ большой производительности бессемеровской мастерской, съ прибавленіемъ небольшого количества чистаго чугуна, при чемъ обыкновенно Мартеновская плавка ведется кислымъ процессомъ.

Правда, что богатая желѣзная руда можетъ до нѣкоторой степени замѣнить желѣзо, какъ это дѣлается въ довольно распространенномъ въ Англіи рудовомъ процессѣ (*ore process*), но для большей части рудъ, а именно фосфористыхъ, онъ непригоденъ при кисломъ способѣ, а для способа дефосфоризаціи онъ только возможенъ при мало-кремнистыхъ рудахъ, такъ что рудовой процессъ требуетъ особенныхъ благопріятныхъ мѣстныхъ условій.

Итакъ, если бы при рудныхъ мѣсторожденіяхъ на чугуно-плавильныхъ заводахъ явилась возможность производить подходящій матеріалъ для замѣны стараго желѣза, о которомъ говорилось выше, то остается несомнѣннымъ, что печи Сименса-Мартена со способомъ дефосфоризаціи имѣли бы передъ другими способами несравненныя преимущества, а именно: ограниченное производство, размѣры котораго могутъ быть увеличены по желанію, сравнительно дешевыя устройства, возможность употребленія дешевыхъ фосфористыхъ чугуновъ у самыхъ доменныхъ печей и наконецъ превосходныя качества получаемой стали.

Извѣстный французскій металлургъ Вальтопъ указывалъ въ прошломъ году на невозможность распространить основной процессъ Мартена на многихъ заводахъ во Франціи, имѣющихъ дешевый чугунъ, за недостаткомъ необходимаго количества мелочи и желѣзныхъ отбросковъ, потребныхъ для этого производства. Онъ указалъ на одинъ способъ рѣшенія этого вопроса, а именно: — подвергать бессемерованію дешевыя фосфористыя чугуны въ кислыхъ конверторахъ до полного обезуглероживанія, отливать полученное такимъ образомъ окисленное желѣзо въ изложницы удобной формы, безъ всякихъ добавокъ восстановительныхъ сплавовъ, и переплавлять болванки изъ этого сырого фосфористаго желѣза въ печахъ Мартена, съ примѣсью надлежащаго количества того же фосфористаго чугуна. Далѣе я сообщу болѣе подробно о результатахъ, полученныхъ этимъ путемъ во Франціи.

Другой способъ рѣшенія вопроса о замѣнѣ стараго желѣза матеріаломъ, болѣе подходящимъ вообще для заводовъ, преслѣдуется въ Россіи еще съ 1881 г. финляндскимъ инженеромъ Х. Хусгавелемъ. Для этой цѣли онъ предлагасть желѣзо, получаемое непосредственно изъ рудъ способомъ, придуманнымъ имъ еще въ 1875 г.

Въ бытность мою завѣдующимъ стальнымъ отдѣломъ Путиловскаго завода въ 1880 г. мнѣ пришлось познакомиться съ Г. Хусгавелемъ, который обратилъ мое вниманіе на новую имъ выработанную систему шахтной печи

для полученія желѣза непосредственно изъ рудъ. Въ печи системы Хусгавеля въ принципѣ соединены прежній сыродутный способъ съ доменнымъ процессомъ. При весьма удачно придуманномъ распредѣленіи дутья въ печи его системы, а также и способомъ нагрѣванія вдуваемаго воздуха, можно легко регулировать температурой въ различныхъ частяхъ печи, уменьшать или увеличивать обуглероживаніе возстановленныхъ частицъ желѣза, и такимъ образомъ получать по желанію желѣзо, сталь или даже чугуны. Печь этой системы дѣйствуетъ безпрерывно и желѣзо получается изъ нея въ особенномъ вагонѣ-пріемникѣ въ видѣ криць, которыя могутъ прямо идти въ переделку на сталь въ печахъ Мартена или которыя могутъ быть обжаты, а затѣмъ прокованы или прокатаны для полученія сортового желѣза.

Устройство этихъ печей обходится весьма дешево сравнительно съ расходами, потребными на устройство другихъ металлургическихъ приборовъ.

Образцы полученнаго этимъ способомъ желѣза, которые мнѣ передалъ въ 1880 г. Г. Хусгавель, были въ видѣ прокованныхъ брусковъ, изъ которыхъ нѣкоторые были качества весьма мягкаго желѣза, а другіе представляли болѣе или менѣе сталеватое строеніе.

Если я не ошибаюсь, то уже въ то время прокованное сортовое желѣзо изъ криць, полученныхъ въ печи Хусгавеля дѣнилось въ Финляндіи по качеству наравнѣ съ пудлингованнымъ желѣзомъ, и что вопросъ заключался въ особенности въ необходимости испытать этотъ родъ производства въ большихъ размѣрахъ для достиженія пониженія стоимости самаго желѣза.

Не смотря на довольно высокую въ то время цѣну, я просилъ Г. Хусгавеля доставить на Путиловскій заводъ небольшую партію его металла въ крицахъ, который былъ испытанъ какъ матеріалъ для переделки въ Мартеновскихъ печахъ на сталь.

Въ 1881 г. было сдѣлано съ этими крицами около 30 плавокъ, въ которыхъ совмѣстно съ другими матеріалами употреблялись въ различныхъ порціяхъ и крицы. Между ними были плавки, въ которыхъ все количество желѣза было замѣнено крицами. Шихты состояли изъ:

Гематитоваго чугуна № 4	15%
Стальныхъ Бессемеровскихъ обѣчекъ	45%
Мартеновскихъ фосфористыхъ рельсовъ	20%
Криць Хусгавеля	20%

и для возстановленія на все количество около 2,5 % ферро-марганца.

Сталь, полученная изъ этихъ плавокъ, была перекатана въ рельсы хорошаго качества, которые были приняты въ счетъ большого валового заказа, исполнявшагося въ то время заводомъ въ обыкновенныхъ печахъ Сименса-Мартена кислымъ процессомъ изъ фосфористой малоуглеродистой стали.

Болѣе 20% криць въ шихты не приходилось употреблять только потому, что приготовляемые стальные рельсы должны были содержать не свыше 0,12% P., и что эти 20% криць уже сами по себѣ вводили въ сталь отъ

0,08% до 0,1% P. Если бы въ это время уже былъ выработанъ процессъ дефосфоризаціи въ печахъ Сименса, то эта пропорція могла быть увеличена произвольно, на примѣръ до 75%, и этотъ матеріалъ замѣнилъ бы тогда всѣ матеріалы Мартеновской шихты, за исключеніемъ необходимаго количества чугуна, и вопросъ о пригодности желѣзныхъ криць, получаемыхъ Хусгавелемъ непосредственно изъ руды, для полученія стали путемъ дефосфоризаціи въ печахъ Сименсъ-Мартена, тогда бы уже и рѣшился.

Съ тѣхъ поръ Г. Хусгавель значительно усовершенствовалъ свой способъ какъ въ отношеніи экономическаго производства, такъ и относительно увеличенія производительности.

Съ сентября мѣсяца 1884 г. въ Финляндіи на заводѣ Варциля наслѣдниковъ Арне получены при валовомъ ходѣ его шахтной печи замѣчательные результаты; затѣмъ криць, полученныя прямо изъ озерныхъ рудъ, были переплавлены въ апрѣлѣ настоящаго года на сталь, по способу дефосфоризаціи въ печи Сименса этого же завода. Работы эти повели къ самымъ благоприятнымъ выводамъ, главнымъ образомъ потому, что выполнялись не только въ видѣ опытовъ, но уже въ большомъ масштабѣ.

Прежде чѣмъ сообщить подробнѣе о работахъ, произведенныхъ на заводѣ Варциля, я полагаю нелишнимъ въ нѣсколькихъ словахъ упомянуть о постепенныхъ результатахъ, полученныхъ Г. Хусгавелемъ при разработкѣ интереснаго вопроса полученія желѣза и стали непосредственно изъ рудъ.

Старое сыродутное горно (Harkofeu), употреблявшееся прежде въ Финляндіи при весьма ограниченномъ производствѣ, израсходовало около 530 пудовъ озерной руды съ содержаніемъ около 35% желѣза и не менѣе 250 пудовъ угля на 100 пудовъ желѣзныхъ криць. Емкость такихъ горновъ была около 30 шведскихъ кубическихъ футовъ, дѣйствіе ихъ не непрерывно, а производительность одного горна въ сутки не превышала 25 пудовъ желѣза въ крицахъ.

Первую шахтную печь своей системы Г. Хусгавель построилъ въ Финляндіи въ 1875 г. на бывшемъ его заводѣ Porsas koski. Преимущества ея, какъ прибора для возстановленія желѣза изъ рудъ съ непрерывнымъ ходомъ, самымъ существеннымъ образомъ выказались при первыхъ же опытахъ. Производительность печи въ сутки доходила до 62 пудовъ желѣза, полученнаго прямо изъ озерной руды съ содержаніемъ не свыше 32% желѣза. На 100 пудовъ желѣза расходовалось не болѣе 140 пудовъ угля, а руды до 100 пудовъ. Емкость печи была въ 90 кубическихъ футовъ.

Со времени полученія такихъ результатовъ, Г. Хусгавель уорно работалъ надъ этимъ вопросомъ, производя постепенныя улучшенія въ конструкціи своей печи на своемъ заводѣ. Какъ и всегда при новомъ дѣлѣ, только съ трудомъ онъ нашелъ возможность примѣнить свое изобрѣтеніе на другомъ заводѣ, а именно въ 1880 г. на заводѣ Pankkoski, для фирмы A. I. Mustonen, онъ построилъ двѣ печи болѣе усовершенствованнаго типа. Здѣсь производство доведено было до 100 пудовъ желѣза въ 24 часа при расходѣ угля въ

110 пудовъ и уже только 344 пуда руды на 100 пудовъ полученнаго металла. Наконецъ въ 1884 г., при содѣйствіи Финляндскаго Правительства, Г. Хуставелю удалось, какъ мы выше говорили, построить еще болѣе усовершенствованную шахтную печь на заводѣ Вярцеля, наслѣдниковъ Н. А. Арце. На этотъ разъ его способъ выплавленія желѣза непосредственно изъ руды, а также изъ пудлинговыхъ шлаковъ, является уже вполне практическимъ, такъ какъ печь, выработавъ валовымъ ходомъ 19,000 пудовъ желѣзныхъ криць, не потребовала почти никакого ремонта, такъ какъ весь расходъ на таковой за это время ограничился ничтожной суммой въ 15 р. Не менѣе благоприятные результаты получились относительно производительности и расхода матеріаловъ

При работѣ съ одной желѣзной рудой производительность въ 24 часа доходила до 170 пуд. желѣза. На 100 пуд. криць при этомъ расходовалось 318 пуд. руды и 104 пуд. угля, т. е. значительно меньше противъ первоначальныхъ опытовъ.

Эти выгодныя условія должны были самымъ существеннымъ образомъ отразиться на стоимости полученнаго матеріала, и дѣйствительно при дѣлахъ на заводѣ руды въ 9 к. за пудъ, угля въ 18 к., извести въ 2,5 к. стоимость полученныхъ желѣзныхъ криць, включая накладные расходы завода, не превышала 1 марки 40 пенни, т. е. по настоящему курсу 55,75 к. за пудъ, или не дороже чугуна, получаемаго на томъ же заводѣ въ доменной печи емкостью въ 2,646 куб. футовъ.

Обрабатываемая озерная руда содержала отъ 28 до 42% желѣза, около 15% кремнезема, отъ 0,3 до 0,8 % фосфора и до 12% гигроскопической воды; эти руды даютъ среднимъ числомъ въ доменной плавкѣ завода Вярцеля около 36% чугуна.

Кромѣ того въ печи Хуставели во время упомянутой компаніи были пенытаны и пудлинговые шлаки совмѣстно съ рудой и безъ оной. Производительность въ 24 часа при различныхъ шихтахъ была слѣдующая:

Составъ шихты.	Суточное производство въ пудахъ.		
	Наибольшее.	Наименьшее.	Среднее.
1) Изъ однихъ озерныхъ рудъ	171	125	150
2) } » 60% озерной руды	208	134	155
} » 40% пудлинговыхъ шлаковъ			
3) » однихъ пудлинговыхъ шлаковъ	—	—	91

Въ пудлинговыхъ шлакахъ, употребленныхъ въ этомъ случаѣ, определено:

Желѣза	49 %
Фосфора	4 „
Кремнезема	10 „
Глинозема	6 „
Окиси марганца	5,7 „
Извести	4 „

Пудлинговые шлаки были переработаны безъ предварительнаго обжига; съ обожженными шлаками можно ожидать еще большую выгоду печи. По многимъ анализамъ, сдѣланнымъ въ лабораторіи завода Вярциля, оказалось, что содержаніе фосфора въ полученныхъ при данныхъ матеріалахъ желѣзныхъ крицахъ колеблется отъ 0,29 до 0,85%, а содержаніе углерода отъ 0,12 до 2%. Послѣ проварки и проковки криць, т. е. послѣ выжиманія большого количества шлаковъ, найдено въ этомъ желѣзѣ фосфора отъ 0,18 до 0,77% и углерода отъ 0,1 до 1,2%.

Приведенная значительная разница въ содержаніи фосфора и углерода не имѣетъ большого значенія для криць, назначенныхъ въ переплавку на сталь въ печахъ Мартена, какъ это и было замѣчено въ настоящемъ случаѣ.

Опыты, сдѣланные весьма послѣдовательно на заводѣ Вярциля, доказали, что процессъ въ печи Хусгавеля можетъ быть вѣденъ такъ, чтобы желѣзо содержало по желанію больше или меньше углерода; въ такомъ случаѣ могутъ получаться также металлы болѣе однороднаго состава.

Что касается до фосфора, то можно считать, что $\frac{2}{3}$ всего содержамаго въ матеріалахъ фосфора удаляются съ шлакомъ во время процесса, остальная треть распредѣляется въ металлическихъ и шлаковыхъ частицахъ крицы, такъ что послѣ ея обжима удаляется со шлакомъ еще нѣкоторое количество фосфора. Чѣмъ мягче полученное желѣзо, тѣмъ болѣе фосфора переходитъ въ шлаки и тѣмъ менѣе его остается въ металлѣ. При работѣ на болѣе твердый металлъ и на сталь, при болѣе высокой температурѣ въ печи, фосфора выдѣляется менѣе или, вѣрнѣе сказать, удалившись изъ металла при началѣ процесса, онъ вновь возстановляется изъ шлаковъ и соединяется съ металломъ въ періодъ процесса, когда происходитъ цементация частиць желѣза.

Съ тремя вышеозначенными шихтами расходъ матеріаловъ на 100 пуд. криць былъ слѣдующій:

Матеріалы.	С о с т а в ъ ш и х т ы .						
	I.			II.			III.
	Наибольш.	Наимен.	Среднее.	Наибольш.	Наимен.	Среднее.	Среднее.
	пуд.	пуд.	пуд.	пуд.	пуд.	пуд.	пуд.
Руды озерной	417	318	369	235	177	196	—
Подлинговый шлакъ	—	—	—	137	118	131	454
Угли, включая подогрваніе пріемника	136	104	119	133	102	106	172
Извести	—	—	9,7	—	—	1,5	29,8

Кромѣ того израсходовано на 100 п. криць отъ 0,75 до 1,5 пудовъ чугуновой отливки и не болѣе 1,4 п. гашеной извести для футеровки и ремонта на ходу вагоновъ-пріемниковъ.

Что касается до рабочаго персонала, то, предполагая, что всѣ матеріалы уже находятся при печи, что шлаки, равно и готовые крицы, будутъ отобраны другими рабочими, то для самаго процесса требуется къ одной печи всего 3 человѣка въ двѣнадцати-часовую смѣну.

Переходя къ употребленію криць, получасмыхъ изъ печи Хусгавеля, какъ матеріала для производства стали путемъ дефосфоризаціи въ печахъ Мартена, особеннаго вниманія заслуживаютъ работы, произведенныя съ этой цѣлью на томъ же заводѣ Вярцля въ апрѣлѣ 1885 г.

Результаты, полученные при 14 плавкахъ, въ которыхъ крицы были употребляемы въ пропорціи постоянно возрастающей до 66% полной завалки Мартеновской печи, были вполне удовлетворительны, а также показали, что опасеніе касательно вреднаго дѣйствія шлаковъ, находящихся въ сырыхъ крицахъ, на доломитовую футеровку печи не оправдались, и что въ дѣйствительности эти шлаки только мало развѣдаютъ основной подѣ.

Сталь и мягкое литое желѣзо, полученныя при этомъ, обладали превосходными качествами, сваривались хорошо—безъ всякихъ признаковъ краснотомкости.

Слѣдующая таблица показываетъ полный составъ шихтъ восьми плавокъ, сдѣланныхъ съ желѣзными крицами, съ цѣлью убѣдиться, какое вліяніе могло оказать на увеличеніе угара употребленіе въ шихтахъ большаго или меньшаго количества криць.

Завалки.	№ № п л а в к и.							
	8	9	11	13	14	15	16	17
	п у д о в ь.							
Чугуна	138	138	65	58	50	130	130	130
Мильбарса	—	—	30	—	—	—	—	—
Желѣзныхъ обѣчекъ	—	—	30	72	63	123	123	123
» криць	210	210	150	210	145	105	105	105
Зеркальнаго чугуна.	15	15	25	15½	12	10	8	8
Ферро марганца	0,5	0,5	—	0,5	0,5	0,33	0,5	0,3
Всего завалено металловъ	363,5	363,5	300	355,5	370,5	368,33	366,5	366,3
Отлиго стали въ болванкахъ, включая скрапъ при отливкѣ	{303,75	298,88	251	290 55	301,9	294,32	208,82	295,1
Угарь въ %	16,34	14,8	16,33	16,22	18,51	20,06	15,79	19,43

На основаніи этихъ данныхъ можно заключить, что отъ большаго или меньшаго употребленія въ плавку желѣзныхъ криць разницы особенной не произошло. Напротивъ, средній угарь за четыре плавки 8, 9, 13 и 14, въ которыхъ употреблено максимальное количество криць 16,97%, оказывается даже немногимъ меньше чѣмъ средній угарь 17,9% остальныхъ плавокъ, при которыхъ взято было менѣ криць, а больше желѣзныхъ обѣчекъ.

Извѣстно, что угарь не только зависитъ отъ рода матеріаловъ, употребляемыхъ при плавкѣ стали, но также и отъ хода самой печи, отъ продолжительности плавки, отъ степени твердости металла, который желательно получить, и другихъ, не всегда уловимыхъ причинъ, а потому меньшій угарь, полученный при большомъ расходѣ криць, нельзя приписать за постоянный фактъ. Но уже то обстоятельство, что увеличеніемъ въ плавкахъ количества криць угарь не увеличивается, имѣетъ самое существенное значеніе на экономическую сторону Мартеновскаго производства, основаннаго на переплавкѣ желѣзныхъ криць, полученныхъ непосредственно изъ рудъ.

Изъ всего приведеннаго можно сказать, что способъ Г. Хусгавеля даетъ уже въ настоящее время, даже съ небогатыми фияльдскими рудами, возможность

производить въ цѣпѣ равной съ чугуномъ превосходное желѣзо въ крицахъ для полученія Мартеновской стали. Оно замѣнить вполнѣ трудно добываемую на заводахъ желѣзную и стальную мелочь по качеству и въ особенности по цѣнѣ.

Съ болѣе богатыми рудами производительность шахтной печи увеличится и стоимость желѣзныхъ криць еще можетъ быть ниже. Въ тѣхъ мѣсторожденіяхъ, гдѣ имѣются руды малофосфористыя, желѣзныя крицы могутъ быть переплавлены на сталь въ обыкновенныхъ печахъ Мартена съ кремнистыми подами, а при рудахъ фосфористыхъ въ основныхъ печахъ процессомъ дефосфоризаціи.

Въ настоящее время не подлежитъ сомнѣнію, что способъ Хугавеля долженъ повсюду имѣть большое вліяніе на распространеніе сталеплавильнаго дѣла въ печахъ Сименса—Мартена.

Въ Соединенныхъ Штатахъ Сѣверной Америки, при гораздо худшихъ условіяхъ, за послѣдніе годы прибѣгаютъ къ желѣзу въ крицахъ, получаемому весьма несовершенными и дорогими способами также прямо изъ рудъ для переплавки его въ тигляхъ, а въ особенности въ печахъ Мартена для производства кислымъ процессомъ разной инструментальной стали. Но это желѣзо получается въ старыхъ сыродутныхъ горнахъ изъ самыхъ чистыхъ, не содержащихъ фосфора и малоосѣрнистыхъ рудъ.

Въ Америкѣ старый сыродутной способъ для извѣстныхъ цѣлей не только не вытѣсняется другими современными способами, но онъ даже за послѣдніе годы, именно какъ производящій хорошій матеріалъ для производства стали въ печахъ Мартена, получилъ еще большее развитіе, такъ напр. въ одномъ штатѣ Нью-Йоркъ въ 1882 году этимъ способомъ получено около 260.000 пуд. желѣза, большая часть котораго употреблена была въ печахъ Мартена для полученія стали кислымъ процессомъ.

На двухъ наиболѣе извѣстныхъ заводахъ штата Нью-Йоркъ The chateauguay ore & Iron С и The sable Iron Works, годовая производительность сыродутныхъ криць доходила до 19.000 тоннъ.

Хотя крицы, получаемыя въ старыхъ сыродутныхъ горнахъ, и не особенно однородны по составу и сложенію, но этому, какъ и выше было сказано, не придается большого значенія при переплавкѣ ихъ на сталь. По малому содержанію фосфора и сѣры въ этомъ желѣзѣ, приготовленномъ изъ чистыхъ рудъ, оно вполнѣ замѣнило прежде употребляемое шведское желѣзо какъ для тигельнаго, такъ и для мартеновскаго производства.

Но производительность американскихъ сыродутныхъ горновъ, даже при богатыхъ рудахъ, содержащихъ до 50% и 60% желѣза, весьма ограничена и дорога

Желѣзо въ крицахъ обходится не дешевле 30 долларовъ за топку, или около 1 р. 10 к. за пудъ. На пудъ желѣзныхъ криць расходуется отъ 2,4 до 2,8 пуда угля, а наибольшая производительность на лучшихъ заводахъ не превышаетъ 70 пудовъ желѣзныхъ криць на горно въ сутки, т. е. при двойномъ расходѣ угля производительность сыродутныхъ печей не до-

стигаетъ половины производительности печи Хусгавеля, и стоимость желѣза, получаемого въ нихъ, больше чѣмъ вдвое дороже.

Высокая цѣна на этотъ матеріалъ для переплавки на сталь возможна только для полученія сравнительно дорогой инструментальной стали и была бы недоступна для производства мягкихъ сортовъ стали, замѣняющихъ нынѣ повсюду желѣзо, и продажная цѣна которыхъ находится въ постоянной конкуренціи съ низкими цѣнами на желѣзо.

Во Франціи, какъ уже мною выше упомянуто, съ прошлаго 1884 г. Г. Вальтонъ указывалъ какъ на способъ для замѣны дорогой желѣзной мелочи при дефосфоризаціи въ печахъ Мартена на сырыя литыя болванки, получаемыя изъ дешевыхъ фосфористыхъ чугуновъ въ обыкновенной Бессемеровою ретортѣ кислымъ процессомъ. Углеродъ и кремній такимъ приемомъ выдѣляются изъ чугуна и отливаемыя сырыя болванки или какъ онъ называетъ *matte phosphoreuse* (штейнъ), состоятъ изъ болѣе или менѣе окисленнаго желѣза, содержащаго весь фосфоръ, имѣвшійся въ чугунахъ. Послѣдній при плавленіи въ печахъ Мартена основнымъ процессомъ удаляется, оставляя сталь и литое желѣзо почти безъ фосфора, со всѣми превосходными качествами металла, полученнаго этимъ путемъ.

Эти фосфористыя сырыя болванки могутъ быть приготовлены въ Бессемеровомъ приборѣ при самыхъ простыхъ устройствахъ, напр. въ Шведскомъ аппаратѣ, безъ ковшей, крановъ и даже безъ изложницъ. По мнѣнію Г. Вальтона такимъ упрощеннымъ бессемерованіемъ можно производить матеріалъ стоимостью дороже чугуна не болѣе какъ на 10 фр. съ тонны ¹⁾.

Г. Ф. Готье ²⁾ сообщаетъ весьма интересные результаты, достигнутые за послѣднее время примѣненіемъ на практикѣ такихъ приемовъ для полученія матеріала для печей Мартена. Онъ приводитъ между прочимъ, что г. Вальрондъ подвергалъ бессемерованію въ конверторахъ съ кислой гарнитурой Люксембургскій чугунъ съ содержаніемъ 2% фосфора. Операция оставалась при паденіи пламени и безъ всякихъ прибавокъ; продуктъ былъ отлитъ въ болванки. Какъ можно было ожидать, отъ значительнаго присутствія фосфора металлъ получился чрезвычайно жидкій.

Нѣсколько изъ этихъ обезуглероженныхъ болванокъ были отправлены на заводъ Hennebont для дефосфоризаціи въ основныхъ печахъ Мартена. Шихта была составлена изъ:

Фосфористаго чугуна (для процесса Томаса-Гилькриста такъ называемый чугунъ Томаса)	600	килогр.
Болванки изъ обезуглероженнаго кислымъ бессемерованіемъ фосфористаго чугуна	3800	„
Листовыхъ обрѣзковъ	1000	„

¹⁾ Выше было сказано, что крицы г. Хусгавеля для того же назначенія обошлись на заводѣ Вярциля не дороже чугуна, даже при небогатыхъ финляндскихъ рудахъ.
²⁾ Génie Civil T. VI №23 p. 361 F. Gautier.

Къ этому прибавленъ необходимый для дефосфоризаціи известковый камень. Плавленіе продолжалось пять часовъ и немного спустя металлъ былъ очищенъ отъ фосфора, послѣ чего для увеличенія количества добавлено еще 1000 килогр. листовыхъ обрѣзковъ. Процессъ шелъ быстро, не смотря на крупныя размѣры болванокъ, *затруднявшіе* нѣсколько расплавленіе.

Металлъ въ сырыхъ болванкахъ, приготовленныхъ изъ чугуна обыкновенно употребляемаго для процесса Томаса-Гилькриста, содержалъ:

Углерода	0,05%
Кремнія	0,10
Фосфора	2,10
Сѣры	слѣды
Марганца	0,02

Продукты почти такого же состава, за исключеніемъ фосфора, получаютъ при кислотъ бессемерованіи чистыхъ чугуновъ въ моментъ паденія пламени.—Съ перваго взгляда можно бы предположить, что употребленіе болванокъ съ такимъ высокимъ содержаніемъ фосфора въ печахъ Сименса, замѣнь сравнительно малофосфористыхъ желѣзныхъ обрѣзковъ и мелочи, должно чрезмѣрно увеличить расходъ известковаго камня и образовать избытокъ шлаковъ, могущихъ затруднить работу.

На практикѣ же этого не бываетъ и въ этомъ легко убѣдиться, если обратить вниманіе на то, что въ дѣйствительности не фосфоръ опредѣляетъ требуемое количество известняка, а кремнеземъ, который долженъ быть совершенно нейтрализованъ, чтобы образовавшаяся фосфорная кислота не могла бы возстановиться.

Въ этомъ отношеніи весьма важно, чтобы шихты для дефосфоризаціи содержали по возможности меньше кремнія, что достигается легко, употребляя малокремнистый чугунъ, а также и упомянутыми сырыми болванками, въ которыхъ содержаніе кремнія не превышаетъ 0,1 %.

Въ началѣ настоящаго года I. С. Гилькристъ сообщилъ мнѣ, что въ Сѣверномъ Валлисѣ на заводѣ „Vimbo Basic Siemens Sted Company“ онъ дѣлалъ плавки въ 10-ти тонныхъ печахъ Сименса съ чугуномъ, содержащимъ даже 3% фосфора. При этомъ расходовалось около 15% руды amorosto и до 20% известковаго камня, а для возстановленія металла въ концѣ операціи около 0,5 % ферро-марганца съ 80% марганца. Плавки продолжались 12 часовъ; олитая превосходная мягкая сталь содержала:

Фосфора	0,01%
Углерода	0,12%
Сѣры	0,029 %
Марганца	0,495 %

Для полученія сырыхъ болванокъ для переплавки на сталь, мнѣ кажется, могъ бы также быть съ выгодой примѣненъ придуманный нѣсколько лѣтъ тому назадъ постоянный конверторъ системы Клавъ и Гриффитъ. Этотъ приборъ былъ не разъ описанъ въ разныхъ изданіяхъ для бессемерованія въ

малыхъ размѣрахъ и могъ бы при недорогомъ своемъ устройствѣ (когда при заводѣ уже имѣются воздухоудувныя средства) оказаться также удобнымъ для обезуглероживанія чугуна на сырыя болванки для Мартеновскихъ печей.

Настоящее описаніе нѣкоторыхъ способовъ полученія подходящихъ матеріаловъ для производства стали, въ особенности для дефосфоризаціи въ печахъ Сименса-Мартена, выясняетъ, что для этой цѣли могутъ быть примѣняемы разные приемы и способы болѣе или менѣе подходящіе къ мѣстнымъ условіямъ.

Наиболѣе же выгоднымъ является способъ Хусгавеля, основанный на непосредственномъ возстановленіи желѣза изъ рудъ.

Способы, основанные на передѣлкѣ чугуна въ сырыя болванки, могутъ быть съ выгодою примѣнены только при доменныхъ печахъ, переливая чугуны прямо изъ доменъ въ приборъ для обезуглероживанія, такъ какъ переплавка чугуна была бы въ экономическомъ отношеніи невозможна.

Исходя даже отъ жидкаго чугуна, необходимъ второй процессъ въ конверторахъ, который хотя и можетъ быть дешево организованъ, но который остается всегда добавочнымъ расходомъ, повышающимъ стоимость чугуна. Способомъ Хусгавеля, напротивъ, уже теперь въ Финляндіи получается прямо изъ рудъ желѣзо въ крицахъ пу цѣнѣ одинаковой съ чугуномъ и вполнѣ подходящее для Мартеновскаго процесса.

ГЕОЛОГІЯ, ГЕОГНОЗІЯ И ПАЛЕОНТОЛОГІЯ.

О СОСТАВѢ И СПОСОБѢ ОБРАЗОВАНІЯ ДОЛОМИТОВЪ ИЛЬСКОЙ ДОЛИНЫ ВЪ КУБАНСКОЙ ОБЛАСТИ.

Профессора А. П о т ы л и ц ы н а.

Доломиты и доломитовые пески, анализы которыхъ приводятся ниже, взяты мной изъ нефтяныхъ мѣсторожденій долины р. Иля въ Кубанской области. Краткое описаніе этой долины уже сдѣлано мной въ статьѣ „О состояніи нефтяной промышленности на Кубани“, напечатанной въ январьской книжкѣ этого же журнала. Потому теперь мнѣ остается только напомнить въ нѣсколькихъ словахъ о способѣ залеганія Ильскихъ доломитовъ и о значеніи ихъ какъ нефтеносныхъ породъ.

Доломиты эти, вмѣстѣ съ желтой глиной и синеватымъ жирнымъ глинистымъ мергелемъ, составляютъ главный матеріалъ, изъ котораго построены холмы, идущіе по лѣвому берегу р. Иля, около Ильской станицы. При этомъ, идя отъ поверхности въ глубь, названныя породы слѣдуютъ въ такомъ порядкѣ: подъ растительнымъ слоемъ залегаетъ желтая глина или синій глинистый мергель (иногда та и другая породы послѣдовательно), пласты которыхъ достигаютъ мощности многихъ десятковъ футовъ. Подъ ними, ближе къ поверхности, находятся плотные доломиты безъ пустотъ, видимыхъ простымъ глазомъ; глубже—на горизонтѣ отъ 170 до 200 футовъ—пещеристые, находящіеся въ различной степени вывѣтриванія; одни изъ нихъ извлекаются изъ скважинъ въ видѣ крѣпкихъ ноздреватыхъ кусковъ, другіе подъ доломтомъ бура при буреніи скважины превращаются въ мелкій щебень, состоящій изъ губчатыхъ кусочковъ, трубочекъ и т. п. остатковъ полуразрушеннаго доломита. За этими породами, на глубинѣ отъ 260 до 750 ф., опять идутъ синеватые глинистые мергели, перемежаясь съ слоями доломитовыхъ песковъ. Послѣдніе по мощности далеко уступаютъ плотнымъ доломитамъ и мергелямъ.

Особенный интересъ этихъ доломитовъ и доломитовыхъ песковъ заключается въ томъ, что они въ Ильской долинѣ являются всегда пропитанными нефтью и водами, которыя сопровождаютъ нефть. Даже плотные доломиты, не заключающіе видимыхъ простымъ глазомъ скважинъ, при микроскопиче-

скомъ изслѣдованіи оказываются усѣянными множествомъ полостей и каналовъ, которые наполнены нефтью или газами. А поздраватые доломиты и доломитовые пески составляютъ уже настоящія и преобладающія нефтеносныя породы, изъ которыхъ добывается нефть въ Ильской долинь. Притомъ первые заключаютъ густую нефть, уд. в. отъ 0,973 до 0,982, а доломитовые пески — легкую, уд. в. отъ 0,853 до 0,926 при 15° Ц.

Составъ водъ, сопровождающихъ нефть, также нѣсколько различается, смотря по тому, который изъ названныхъ слоевъ служитъ ей источникомъ. Съ легкой нефтью изъ скважинъ извлекаются іодисто-щелочныя воды, несодержащія сѣрнистаго водорода, а тяжелую нефть сопровождаетъ вода, заключающая значительное количество этого газа (составъ этихъ водъ мною ближе еще не изслѣдованъ).

Опредѣленіе состава сдѣлано для шести образцовъ породъ, принадлежащихъ къ четыремъ различнымъ горизонтамъ, начиная отъ глубины 43 ф. до 615 ф., которыя пройдены были буромъ при добываніи нефти въ Ильскѣ. Числа, относящіяся до глубинъ, взяты изъ бурового журнала Ильскихъ нефтяныхъ промысловъ, а самые образцы породъ частію собраны на мѣстахъ буровыхъ скважинъ, частію получены отъ завѣдывающаго буровыми работами. Показанія глубинъ пластовъ, изъ которыхъ при буреніи извлечены эти образцы, нужно считать только приблизительными.

1. Доломиты № 1 и № 2 представляютъ образцы пластовъ, залегающихъ въ склонѣ лѣвобережныхъ холмовъ на глубинѣ отъ 43 до 91 ф. по буровому журналу. Но который изъ нихъ лежитъ ближе къ поверхности, который глубже — неизвѣстно. Между тѣмъ, по виду и по составу они различаются другъ отъ друга.

Доломитъ № 1. Это плотная каменистая порода темно-сѣраго цвѣта съ темными неправильными тонкими прослойками, состоящими изъ мелкихъ зеренъ сѣрнаго колчедана. Изломъ его раковистый, гладкій. При нагрѣваніи цвѣтъ его темнѣетъ и при температурѣ начала краснаго каленія онъ дѣлается почти совсѣмъ темнымъ; кусочекъ доломита при этомъ съ трескомъ разлетается на мелкіе чешуйчатые осколки съ острыми краями, распространяя нефтяной запахъ. При сильномъ прокаливаніи минерала въ порошокъ онъ сначала бѣлѣетъ, а потомъ пріобрѣтаетъ буроватый цвѣтъ. Потеря въ вѣсѣ при этомъ достигаетъ 41,22%; на 0,986 гр. высушеннаго вещества при прокаливаніи теряется 0,4065 гр.

Микроскопическое строеніе (рис. № 1). Главная масса породы имѣетъ очень мелко-кристаллическое строеніе. Вся она пронизана многочисленными, но мелкими, овальными или целевидными ходами съ рѣзко-очерченными стѣнками, выложенными изнутри болѣе крупными кристаллами и нерѣдко окрашенными нефтью въ буроватый цвѣтъ. Нѣкоторые ходы и трещины на отшлифованной для микроскопа пластинкѣ видны уже простымъ глазомъ, но большинство только при увеличеніи. Въ нныхъ мѣстахъ пластинки полости трещинъ совершенно заполнены отложившимися въ нихъ кристаллами, всегда,

нѣскольго болѣе крупными, чѣмъ главная масса. Среди послѣдней видны кромѣ того угловатая зернышка кварца, крупинки пирита, образующія иногда небольшія группы или стяженія, и—хотя рѣдко—кристаллы зеленого минерала, вѣроятно, глауконита. Зерна кварца и пирита распределены въ породѣ очень неравномѣрно; въ одномъ участкѣ пластинки попадетъ два, три зернышка кварца, въ другомъ ими усѣяно почти все поле зрѣнія, какъ, напр., это видно на представленномъ рисункѣ (см. рис. № 1).

Данныя анализа. 1) Взято 5,4775 гр. доломита въ порошокъ и высушено при 120° ; потеря въ вѣсѣ простиралась до 0,036 гр., что соотвѣтствуетъ 0,65 % влаги и летучихъ органическихъ веществъ. Послѣднія посредствомъ процесса нагрѣванія не удаляются вполнѣ.

2) 1,449 гр. высушеннаго порошка растворено было въ соляной кислотѣ при нагрѣваніи на водяной банѣ; полученный растворъ былъ выпаренъ и высушенъ при 130° . Послѣ обработки твердаго остатка слабой соляной кислотой нерастворимая часть вещества равнялась 0,166 гр., или 11,45%. Остатокъ этотъ послѣ прокаливанія имѣлъ слабо-розоватый оттѣнокъ, указывающій на то, что часть желѣза, находившагося въ доломитѣ, была въ видѣ соединенія нерастворимаго въ кислотахъ при указанныхъ условіяхъ и, судя по микроскопическому изслѣдованію, вѣроятно, въ видѣ сѣрнаго колчедана. На это указываетъ еще и то обстоятельство, что предварительно прокаленный доломитъ легче и полнѣе разлагается соляной кислотой, при чемъ все желѣзо переходитъ въ растворъ и вѣсъ нерастворимаго остатка уменьшается до 10,20%; на 0,986 гр. вещества получается 0,1005 гр. нерастворимаго остатка.

3) Прощѣженный растворъ металловъ въ соляной кислотѣ прокипяченъ былъ съ азотной кислотой для окисленія желѣза и органическихъ веществъ. Послѣ двукратнаго осажденія амміакомъ, въ присутствіи хлористаго аммонія, получено 0,044 гр. прокаленного осадка на 1,449 гр. вещества, что составляетъ 3,04%. Въ этомъ осадкѣ заключается 0,031 гр., или 2,13% окиси желѣза, 0,90% глинозема, 0,02% фосфорнаго ангидрида и слѣды марганца.

Изъ раст. оримой части прокаленного доломита тѣмъ же путемъ получено 0,039 гр. осадка отъ амміака на 0,986 гр. вещества, что отвѣчаетъ 3,95%. Онъ состоитъ изъ 2,62% окиси желѣза, 1,31% глинозема и 0,02% фосфорной кислоты.

4) Въ жидкости, оставшейся послѣ отдѣленія окисей желѣза и алюминія, опредѣлены были известь и магнезія посредствомъ послѣдовательнаго осажденія щавелевоамміачной (двукратное осажденіе) и фосфорнопатровой солями.

а) на 1,449 гр. вещества получено 0,4104 окиси кальція, что отвѣчаетъ 0,7330 гр. углекислаго кальція. Въ процентахъ это составитъ: безводной окиси кальція—28,26%, углекислаго кальція—50,46%.

б) на то же количество доломита получено 0,622 гр. пиррофосфорнаго

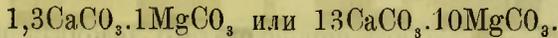
магнія; окиси магнія въ ней 0,2242 гр., или 15,47%. По переводеніи на углекислую соль это будетъ равняться 32,49% углекислаго магнія.

Составъ этого образца доломита будетъ такой:

Нерастворимый остатокъ (кремнеземъ, глиноземъ, пиритъ)	11,45 %
Глиноземъ	0,91 »
Углекислый кальцій	50,46 »
Углекислый магній	32,49 »
Углекислое желѣзо	3,09 »
Фосфорнокислый кальцій	0,04 »
Органическихъ веществъ ¹⁾ , удаляемыхъ прокаливаніемъ.	0,78 »
	99,22 %

Кромѣ того въ доломитѣ находятся слѣды марганца, хлора и сѣрной кислоты.

Соотношеніе между вышеприведенными количествами углекислаго кальція и углекислаго магнія выражается довольно простой формулой, а именно:



Если перевести углекислое желѣзо на углекислый магній ($3,09\% \text{FeCO}_3 = 2,23\% \text{MgCO}_3$)—принимая, что оно замѣщаетъ послѣдній въ доломитѣ, то формула доломита будетъ— $1,22\text{CaCO}_3 \cdot 1\text{MgCO}_3$ или $12,2\text{CaCO}_3 \cdot 10\text{MgCO}_3$.

Для образованія нормальнаго доломита на 32,49% углекислаго магнія нужно 38,69% углекислаго кальція въ первомъ случаѣ, и 41,33% (на 34,72%) во второмъ, когда углекислое желѣзо перевести на углекислый магній. Потому доломитъ № 1 можно разсматривать или какъ доломитъ, составъ котораго выразится одной изъ вышеприведенныхъ формулъ, или какъ доломитовый известнякъ, въ которомъ 38,69% (или 41,33%) углекислаго кальція находится въ видѣ нормальнаго доломита состава $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ и 11,77% (или 9,13%) въ видѣ известковаго шпата.

Доломитъ № 2. Доломитъ этотъ ровнаго сѣраго цвѣта съ желтоватымъ отгѣнкомъ и съ шершавымъ изломомъ. На поверхности свѣжаго излома кой-гдѣ видны блестящія точки; темныхъ прожилковъ незамѣтно.

При нагрѣваніи онъ, подобно доломиту № 1, темнѣетъ и растрескивается, распространяя нефтяной запахъ.

Микроскопическое строеніе этого образца доломита сходно съ предыдущимъ. Онъ мелкозернистъ, ходы съ рѣзко очерченными стѣнками, покрытыми изнутри кристаллическими образованиями (рис. № 2). Кристаллы въ нѣкоторыхъ каналахъ достигаютъ замѣтной величины и концы ихъ сильно

¹⁾ Органическія вещества эти вычислены по разности между общей потерей при прокалываніи (41,22%) и количествомъ угольнаго ангидрида, нужнаго для образованія солей кальція, магнія и растворимаго въ слабыхъ кислотахъ желѣза (закисен)—40,44%, т. е. $41,22 - 40,44\% = 0,78\%$.

выдаются въ полость пустотъ, окрашенныхъ по краямъ въ бурый цвѣтъ. Самыя мелкія полости содержатъ густую нефть, которая подъ микроскопомъ является въ видѣ круглыхъ шариковъ темнаго цвѣта.

Отличіе этого образца отъ № 1 состоитъ въ томъ, что масса его сплошь пропитана микроскопическими трещинами, представляющими очень сложную сѣть ходовъ, по виду иногда напоминающую сосудистую систему листа двудольныхъ растений. Кристаллы, прилегающіе къ этимъ ходамъ, крупнѣе, чѣмъ въ остальной массѣ доломита. Вокругъ болѣе крупныхъ ходовъ, идущихъ въ перпендикулярномъ направленіи къ плоскости разматриваемой пластинки, трещины расположены какъ бы концентрически. Въ болѣе утолщенныхъ частяхъ онѣ окрашены въ бурый цвѣтъ.

Затѣмъ, какъ въ № 1, здѣсь также находятся включенія, состоящія изъ зеренъ кварца, пирита и глауконита.

Составъ. Опредѣленіе состава доломита № 2 производилось приблизительно такъ-же, какъ и предыдущаго образца.

Вещество въ порошокъ предварительно было высушено при 120° , при чемъ потеря равнялась $1,41\%$.

1) 2,2975 гр. высушеннаго порошковатаго доломита взято для опредѣленія нерастворимаго остатка окисей желѣза и алюминія. Обработка вещества производилась слабой соляной кислотой при нагрѣваніи на водяной банѣ. При этомъ получено:

а) нераствор. остатка 0,223 гр. на 2,2975 гр., что составляетъ $9,70\%$.

Цвѣтъ остатка послѣ прокаливанія имѣлъ розоватый оттѣнокъ. Онъ содержалъ кремнеземъ, глиноземъ и нѣсколько окиси желѣза. Ближе составъ его не былъ опредѣляемъ.

б) фосфорнокислыхъ солей окисей желѣза и алюминія получено 0,0535 гр., т. е. $2,32\%$. Въ этомъ количествѣ содержалось: $1,27\%$ окиси желѣза, $0,27\%$ глинозема, $0,58\%$ фосфорной кислоты. Последняя опредѣлена изъ особой навѣски.

2) 0,8745 гр. того-же вещества подвергнуто прокалivanію; убыль въ вѣсѣ равнялась 0,365 гр.— $41,74\%$. Прокаленный остатокъ обладалъ желтовато-бурымъ цвѣтомъ. Кислотами онъ разлагается гораздо легче и глубже; послѣ обработки его слабой соляной кислотой получается $7,26\%$ нерастворимаго остатка. Последній бѣлаго цвѣта и состоялъ почти изъ чистаго кремнезема. Осадокъ отъ амміака составлялъ $4,46\%$; въ немъ заключалось $2,12\%$ окиси желѣза. Слѣдовательно и въ этомъ образцѣ доломита, часть желѣза также находится въ видѣ соединенія, нерастворимаго въ слабой соляной кислотѣ (сѣрнаго колчедана.)

3) По удаленіи окисей и фосфорнокислыхъ солей въ оставшейся жидкости опредѣлены были известъ и магнезія.

а) на 0,8745 гр. вещества получено 0,287 гр. извести или $32,81\%$, что отвѣчаетъ 0,5107 гр. углекислага кальція, т. е. $58,40\%$.

б) на то же количество доломита $Mg_2P_2O_7$ —0,320 гр.; въ немъ окиси магнезія 0,1174 гр. ($13,43\%$), а углекислага магнезія 0,2465 гр. или $28,19\%$.

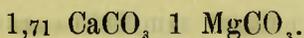
4) 0,850 гр. сухого непрокаленного вещества взято для опредѣленія сѣрной кислоты; получено 0,002 гр. сѣрнокислаго барія, что соотвѣтствует 0,13% гипса.

Общая потеря при прокаливаніи 41,77; на образованіе углекислыхъ солей кальція, магнія и желѣза (желѣзо растворимое въ слабой соляной кислотѣ) нужно 40,60% углекислаго газа. Слѣдовательно органич. веществъ, удаляющихся прокаливаніемъ—1,15%. И такъ—

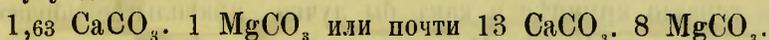
Нерастворимаго остатка	9,70%
Глинозема, растворимаго въ слабой сол. кислотѣ	0,27 „
Углекислаго желѣза	1,84 „
Углекислаго кальція	57,41 „
Углекислаго магнія	28,19 „
Фосфорнокислаго кальція	1,22 „
Гипса	0,13 „
Органич. веществъ, удаляемыхъ прокаливаніемъ	1,15 „
	99,91%

Кромѣ того находятся слѣды марганца и хлора.

Вышеприведенныя количества углекислаго кальція и углекислаго магнія выражаются слѣдующей формулой:



Если перечислить углекислое желѣзо на углекислый магній, то получаемъ формулу доломита:



II Доломиты № 3 и № 4—ноздреваты, пещеристы и представляютъ образцы настоящихъ уже нефтеносныхъ пластовъ въ Ильскѣ. Пласты эти залегаютъ также въ склопѣ лѣвобережныхъ холмовъ, обращенномъ къ рѣчкѣ Илю, какъ и предыдущіе, но только глубже. Глубина ихъ залеганія отъ 172 до 208 футовъ, т. е. такая глубина буровыхъ скважинъ, посредствомъ которыхъ извлекаютъ нефть изъ этихъ пластовъ. На сколько они простираются далѣе въ глубь—неизвѣстно. Нефть, извлекаемая изъ этихъ доломитовъ, густая, уд. вѣса отъ 0,973 до 0,982, и часто сопровождается сѣрнистыми водами, которыхъ выкачиваютъ съ нефтью громадное количество, какъ напр. въ скважинѣ № 7-й ¹⁾. Залежи густой нефти, находящейся въ этихъ пластахъ, по видимому, очень значительны; каждая изъ дѣйствующихъ въ настоящее время шести скважинъ, берушихъ изъ нихъ нефть, даетъ отъ 300 до 1000 пудовъ густой нефти въ сутки.

Доломитъ № 3 Это твердая каменистая масса темно-сѣраго цвѣта съ зеленоватымъ отливомъ; изломъ-раковистый. Кое гдѣ въ кускахъ этой породы находятся овальные или щелевидныя различной величины пустоты и ходы, обложенные съ внутренней стороны бѣлой кристаллической коркой

¹⁾ См. въ этомъ же журналѣ статью: „О состояніи нефт. промышленности на Кубани“.

Иногда пустоты эти заполнены массой перегородокъ и тонкихъ вѣтвистыхъ иглъ съ шершавой поверхностью, идущихъ въ различныхъ направленихъ отъ поверхности корки въ полость пустоты.

Эти видимые простымъ глазомъ пустоты и ходы преходятъ далѣе, какъ показываетъ изслѣдованіе доломита подъ микроскопомъ, въ болѣе мелкіе каналы и трещины. Какъ мелкія, такъ и крупныя полости въ свѣжихъ образцахъ доломита обыкновенно наполнены густой нефтью.

Въ темно-сѣромъ веществѣ, составляющемъ главную массу доломита № 3-й, находятся, какъ выше сказано, пещеристыя полости, стѣнки которыхъ обложены бѣлой или сѣровато-бѣлой коркой. Такъ какъ полости эти въ названномъ образцѣ доломита достигаютъ значительной величины и покрыты соответственной толщины коркой, доходящей до 2 м. м. и болѣе, то явилась возможность изслѣдовать отдѣльно какъ темносѣрое вещество, такъ и бѣлую корку.

Микроскопическое строеніе темно-сѣраго вещества доломита № 3-й. Сложеніе этого вещества мелкозернистое, но кристаллы, составляющіе его массу, не одинаковой величины; одни мельче, другіе замѣтно крупнѣе. Болѣе крупныя кристаллы всегда расположены около микроскопическихъ пустотъ и ходовъ, которыми пронизаны породы, составляя ихъ корку. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, какъ это видно на приложенномъ рисункѣ (рис. № 3), ходы эти и щели почти вполне заполнены такими кристаллами. Мѣстами стѣнки ходовъ и пустотъ окрашены нефтью въ буроватый цвѣтъ.

Кристаллы, заполняющіе ходы въ этомъ доломитѣ, какъ и составляющіе его массу, гораздо крупнѣе и какъ бы лучше, правильнѣе образованы, чѣмъ въ предыдущихъ въ № 1 и № 2, отъ которыхъ онъ отличается еще тѣмъ, что содержитъ несравненно меньше зеренъ кварца, пирита и глауконита. Последнее обстоятельство вполне согласуется и съ данными нижеприведеннаго химическаго анализа.

А. Составъ темно-сѣраго вещества, составляющаго главную массу доломита № 3.

Взяты были кусочки вещества безъ видимыхъ простымъ глазомъ пустотъ и бѣлой корки; измельчены въ порошокъ, высушены при темпер. 120° и проанализированы. Опредѣленіе состава произведено было по тому-же способу, какъ и у предыдущихъ образцовъ доломитовъ.

1) Навѣска въ 3,4735 гр. порошковатаго доломита высушена при 120° потеря въ вѣсѣ 0,021 гр., или 0,60% влаги и летучихъ органическихъ веществъ.

2) 2,573 гр. несущенаго доломита растворено было въ соляной кислотѣ. Нерастворимаго остатка получено 0,1335 гр., т. е. 5,18%. Онъ обладалъ розоватымъ оттѣнкомъ. Послѣ обработки кислотымъ сѣрнокислымъ калиемъ извлечено изъ него 0,016 гр. окисей желѣза и алюминія, или 0,62%. Оставшійся порошокъ былъ совершенно бѣлаго цвѣта; количество его равнялось 4,56%.

3) Осадокъ отъ амміака въ оставшемся растворѣ вѣсилъ 0,020 гр. или составлялъ 0,78⁰/₁₀₀. Въ немъ находились окиси желѣза, алюминія, слѣды марганца фосфорной кислоты. Въ общемъ окисей будетъ 0,82⁰/₁₀₀ + 0,78⁰/₁₀₀ = 1,40⁰/₁₀₀.

4) Отцѣдъ отъ названныхъ окисей разбавленъ былъ до объема 250 куб. с., опредѣленія производились въ 100 куб. с. этого раствора и перечислены на все вещество 2,573 гр.

а) Во 100 к. с. этого раствора окиси кальція получено 0,391 гр., что на 250 к. с. даетъ 0,9775 гр., т. е. 38,00⁰/₁₀₀. Отвѣчающаго этому количеству углекислаго кальція будетъ 1,7455 гр., или 67,84⁰/₁₀₀.

б) Пирофосфорнокислаго магнія на 100 к. с. получено гр. 0,335 гр., что составитъ на все колич. вещества 0,8375 гр. Въ немъ магnezіи—0,3018 гр., или 11,73⁰/₁₀₀, что отвѣчаетъ 0,63378 гр. углекислаго магнія, или 24,63⁰/₁₀₀.

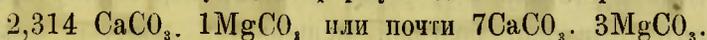
5) Общая потеря при прокаливаніи составляетъ 0,3940 гр. на 0,904 гр. сухого вещества, т. е. 43,59⁰/₁₀₀. Для образования вышенайденнаго количества углекислыхъ солей кальція и магнія нужно 42,74⁰/₁₀₀ угольнаго ан-гидрида; разность между этими количествами—43,59—42,74=0,85⁰/₁₀₀ будетъ состоять частью изъ органическихъ веществъ, частью изъ той доли углекислоты, которая соотвѣтствуетъ углекислому желѣзу (послѣдняго около 0,93⁰/₁₀₀).

Слѣдовательно:

Нерастворимаго остатка, состоящаго изъ кремнезема	5,56 ⁰ / ₁₀₀
Окиси желѣза и глинозема	1,40 „
Углекислаго кальція	67,84 „
Углекислаго магнія	24,63 „
Влага и органич. вещества (0,62 ⁰ / ₁₀₀ + 0,85 ⁰ / ₁₀₀)	1,47 „
	<hr/>
	99,90

Кромѣ того въ доломитѣ находятся признаки хлора, марганца и слѣды сѣрной и фосфорной кислотъ.

Вышеприведенныя процентныя количества углекислыхъ солей кальція и магнія приводятъ къ слѣдующей формулѣ для темносѣрой массы доломита:



Б. Составъ бѣлаго вещества, составляющаго оболочку (корку) пещеристыхъ пустотъ и ходовъ въ доломитѣ № 3.

Это бѣлое, иногда сѣроватое вещество, какъ уже сказано выше, отложено на внутреннихъ стѣнкахъ пещеристыхъ пустотъ въ видѣ сплошной корки различной толщины съ неправильными выступами и отростками, направленными въ полость пустотъ. Въ имѣющемся у меня образцѣ доломита толщина ея на поверхности одной изъ пустотъ достигаетъ до 2 мм., что и дало возможность подвергнуть ее особому изслѣдованію.

При осторожномъ выламываніи этой корки, уже простымъ глазомъ, легко замѣтить, что она состоитъ не изъ однородной массы, а сложена изъ различной толщины слоевъ бѣлаго и сѣроватаго веществъ. Слои въ наружномъ,

край корки состоятъ изъ правильныхъ рядовъ бѣлаго, сѣроватаго и желтаго веществъ, расположенныхъ параллельно ея поверхности; глубже расположеніе ихъ дѣлается неправильнымъ, и около края корки, прилегающаго къ темносѣрому веществу породы, они принимаютъ другое направленіе, перпендикулярное къ предыдущимъ. Послѣдняго рода слоистость отлична отъ первой и зависитъ отъ того, что темносѣрое вещество глубоко входитъ въ бѣловатую корку въ формѣ клинообразныхъ отростковъ, какъ это можно замѣтить даже простымъ глазомъ на изломѣ куска въ плоскости, перпендикулярной къ поверхности корки.

Микроскопическое строеніе корки (рис. № 3а). Если пластинку, отшлифованную въ плоскости перпендикулярной къ поверхности корки, разсматривать подъ микроскопомъ, то въ общихъ чертахъ представляется та-же картина, которую видно и простымъ глазомъ, но только отдѣльныя части ея являются отчетливѣе и сложнѣе.

Наружный край корки, обращенный къ пещеристой полости куска, изъ котораго она взята, представляется также состоящимъ изъ нѣсколькихъ различной толщины и различнаго строенія слоевъ, окрашенныхъ въ бѣлый, темносѣрый и желтоватый цвѣта. Подъ этой наружной частью корки строеніе ея представляется довольно сложнымъ и запутаннымъ вслѣдствіе того, что здѣсь желтоватобѣлое вещество корки непосредственно встрѣчается съ темносѣрымъ, и оба они какъ бы врастаютъ одно въ другое въ видѣ неправильной формы отростковъ, идущихъ въ направленіи перпендикулярномъ къ поверхности пещеристой полости и, слѣдовательно, къ плоскости слоевъ наружнаго края корки. При этомъ темносѣрое вещество породы въ коркѣ иногда совершенно окружено бѣлымъ, и является въ видѣ отдѣльныхъ островковъ, безъ видимой связи съ главной массой. Отростки бѣлаго вещества, идущіе между первыми (темносѣрыми), снабжены каждый однимъ или нѣсколькими продольными волосными ходами, направленными вдоль оси отростка, которые не рѣдко расширяются въ небольшія полости.

Такимъ образомъ отростки эти (бѣлые) представляютъ систему ходовъ съ пещеристыми пустотами 2-го рода, идущихъ перпендикулярно къ поверхности большого хода или большой пещеристой полости, а желтоватое вещество отростковъ будетъ представлять стѣнки или корку этихъ ходовъ 2-го рода.

Строеніе этой корки 2-го рода дѣйствительно сходно въ общихъ чертахъ съ строеніемъ всей корки. Подобно послѣдней она также состоитъ изъ буроватаго свѣтложелтаго цвѣта слоевъ, идущихъ или параллельно длинной оси отростка и его хода, или параллельно поверхности полости, въ которую такой ходъ расширяется глубже. Слои эти образуютъ наружный край, непосредственно прилегающій къ полости волосного хода или пустоты 2-го рода. Часть корки 2-го рода, прилегающая непосредственно къ поверхности темносѣраго доломита или его отростковъ (внутренній край) образована изъ желтоватыхъ и темнаго цвѣта иглъ и болѣе или менѣе заостренныхъ зубцовъ

которые идутъ въ перпендикулярномъ направленіи отъ поверхности темносѣраго вещества доломита къ полости хода или пещеристой пустоты 2-го рода. Зубцы и иглы расположены рядами, которые, какъ будто, выступаютъ одинъ изъ подъ другого и представляютъ въ различной степени измѣненные отростки темносѣраго вещества самой массы доломита или его выступовъ въ корку.

Отростки, сидящіе на самой поверхности послѣднихъ, имѣютъ видъ шершавыхъ, какъ бы составленныхъ изъ мелкихъ зернышекъ, рѣсничекъ или зубцовъ, густо окрашенныхъ въ темный цвѣтъ, вслѣдствіе чего края клинообразныхъ выступовъ (большихъ отростковъ) темносѣраго вещества, входящихъ въ корку, и отдѣльныхъ островковъ его представляются подъ микроскопомъ какъ бы окаймленными черной бахромой. Изъ подъ этихъ рѣсничекъ далѣе по направленію къ полости хода (или пустоты) 2-го рода выступаютъ зубцы и иглы желтоватаго цвѣта съ темными или буроватыми концами (см. рис. 3в).

Ряды такихъ зубцовъ съ буроватыми окончаніями образуютъ продольные слои, идущіе параллельно оси хода 2-го рода или поверхности пещеристой полости.

Между этими зубцами и рѣсничками расположена система вѣтвистыхъ волосныхъ ходовъ; они отходятъ отъ продольныхъ ходовъ или пустотъ 2-го рода къ поверхности темносѣраго доломита. Направленіе ихъ почти всегда перпендикулярное къ поверхности полости или къ оси продольнаго хода.

Въ тѣхъ участкахъ корки, гдѣ темносѣрое вещество доломита уже перешло въ желтоватое, на мѣстѣ его обыкновенно остается небольшая полость, болѣе или менѣе наполненная довольно крупными кристаллами желтоватаго цвѣта, окруженная только нѣсколькими изъ прежнихъ слоевъ, значительно измѣненныхъ.

Все вышесказанное показываетъ, что здѣсь мы имѣемъ передъ собой породу въ состояніи превращенія; тѣмносѣрое вещество доломита № 3-й въ мѣстахъ соприкосновенія съ водой, содержащей въ растворѣ соли, переходитъ въ другое кристаллическое тѣло желтоватобѣлаго цвѣта.

Ходъ этого превращенія, на основаніи сказаннаго выше, можно представить такъ: вещество, растворенное въ водѣ, омывающей полости доломита № 3-й, приходя въ соприкосновеніе съ составляющимъ массу его темносѣрымъ веществомъ, вступаетъ съ нимъ въ химическое взаимодействіе, которое, начинаясь съ поверхности полости и ходовъ, распространяется все глубже и глубже въ массу породы. Результатомъ такого взаимодействія прежде всего является разѣданіе края или поверхности полости доломита, которое наглядно выражается образованіемъ на немъ мелкихъ отросточковъ (темная бахрома), направленныхъ въ полость, и микроскопическихъ ходовъ или капальцевъ, расположенныхъ между этими отростками. Затѣмъ, по мѣрѣ того, какъ процессъ разѣданія увеличивается, первый (паружный) рядъ темныхъ отростковъ переходитъ въ желтоватые, а на смѣну ему появляется глубже

второй рядъ; этотъ послѣдній далѣ испытываетъ такое же превращеніе, какъ первый, а еще глубже его образуется новый рядъ такихъ же темныхъ отрошковъ и т. д., пока все темносѣрое вещество первоначальной породы даннаго участка такимъ образомъ не превратится въ свѣтложелтое.

Часть химически измѣненнаго вещества при этомъ выносится поперечными ходами въ полости продольныхъ (и на поверхность пещеристыхъ пустотъ 2-го рода) и, отлагаясь здѣсь, даетъ начало слоямъ, идущимъ параллельно оси послѣднихъ. Продольные ходы 2-го рода, въ свою очередь, играютъ подобную же роль по отношенію къ еще большимъ ходамъ и полостямъ и т. д., слѣдуя тому же правилу образованія ходовъ и линій отложенія вещества, которое изложено выше.

Дальнѣйшій процессъ превращенія въ коркѣ состоитъ въ томъ, что ходы и вещество зубчатыхъ отложеній мало по малу замѣняются желтоватыми кристаллами, которые сначала появляются въ нихъ въ видѣ отдѣльныхъ особей, а потомъ выполняютъ все пространство, прежде занятое этими зубцами и иглами.

Въ виду того, что корка, какъ это видно по ея строенію, произошла путемъ отложенія продуктовъ взаимодѣйствія между темносѣрымъ веществомъ, доломита № 3-й и веществами, которыя должны были находиться въ водахъ сопровождающихъ нефть и пропитывающихъ породу, изслѣдованіе ея со стороны химическаго состава должно представлять особенный интересъ. Изслѣдованіе это, взятое въ связи съ микроскопическимъ строеніемъ разсматриваемыхъ породъ, мнѣ кажется, можетъ служить не только къ уясненію процесса образованія самой корки, но и дать ключъ для рѣшенія болѣе общаго вопроса о способѣ происхожденія доломитовъ Ильской долины или по крайней мѣрѣ тѣхъ пластовъ, къ которымъ относится № 3.

Прежде чѣмъ приступить къ приложенію вышеуказанныхъ способовъ объясненія къ занимающему насъ случаю, я считаю не лишнимъ замѣтить, что едвали которыйнибудь изъ нихъ можетъ быть приложенъ гдѣнибудь въ природѣ въ полной чистотѣ. Вѣроятно, что для одной и той же мѣстности одинъ процессъ чрезъ нѣкоторое время смѣняется другимъ, смотря по количеству и составу водъ, которыя приходятъ въ соприкосновеніе съ данной породой. А потому, принимая или отвергая тотъ или другой изъ взглядовъ на происхожденіе доломитовъ Ильской долины, я имѣю въ виду приложимость его только для настоящаго геологическаго періода времени и сравнительно близкаго прошлаго.

Не вдаваясь теперь въ разборъ разнообразныхъ и многочисленныхъ гипотезъ, которыя въ разныя времена предложены были для объясненія образованія доломитовъ, я останавлиюсь только на простѣйшихъ изъ нихъ, притомъ наиболѣе общепринятыхъ, и укажу тѣ слѣдствія относительно химическаго состава корки, которыя изъ нихъ вытекаютъ. Затѣмъ, на основаніи химическаго состава корки, я постараюсь показать, которое изъ этихъ предполо-

женій наиболѣе приложимо для объясненія образования изслѣдуемыхъ пластовъ доломита Ильской долины.

Согласно общепринятому взгляду, доломитъ № 3-й вышеприведеннаго состава $7\text{CaCO}_3 \cdot 3\text{MgCO}_3$ могъ образоваться, во-первыхъ, путемъ выщелачиванія углекислаго кальція изъ доломитоваго известняка болѣе бѣднаго, чѣмъ онъ, углекислымъ магнезійемъ; во-вторыхъ, онъ могъ произойти изъ „нормальнаго“ доломита состава $1\text{CaCO}_3 \cdot 1\text{MgCO}_3$ посредствомъ отложенія въ полости его углекислаго кальція, приносимаго омывающими ихъ водами; въ-третьихъ, наконецъ, можно предположить, что образование доломита $7\text{CaCO}_3 \cdot 3\text{MgCO}_3$ происходило и теперь продолжается путемъ обогащенія доломитоваго известняка приносимаго водами извѣстнѣ — въ томъ или другомъ видѣ — магнезія.

Въ основѣ перваго воззрѣнія на способъ образования доломитовъ лежитъ допущеніе, по которому вода, содержащая углекислоту, извлекаетъ изъ доломитовыхъ известняковъ только одинъ углекислый кальцій или по крайней мѣрѣ въ несравненно большемъ количествѣ, чѣмъ углекислый магнезія, вслѣдствіе чего количество послѣдняго въ оставшемся доломитовомъ известнякѣ будетъ увеличиваться и онъ такимъ образомъ мало по малу превращается въ доломитъ. Но опыты надъ раствореніемъ доломитовыхъ известняковъ и доломитовъ въ водѣ, насыщенной углекислотой, рѣшительно противорѣчатъ такому взгляду. Такая вода извлекаетъ изъ доломитовыхъ известняковъ и доломитовъ — по крайней мѣрѣ сложнаго состава $n\text{CaCO}_3 \cdot m\text{MgCO}_3$ — обѣ составныя ихъ части и нерѣдко въ такомъ же отношеніи, въ какомъ онѣ образуютъ испытываемую породу ¹⁾. Потому взглядъ этотъ въ такомъ, хотя и простомъ, но очень грубомъ видѣ не имѣетъ достаточнаго научнаго основанія.

Но помимо общихъ основаній, приложенію этого взгляда въ данномъ случаѣ противорѣчатъ строеніе корки, которое прямо указываетъ на то, что она есть продуктъ не простаго выщелачиванія, а болѣе сложныхъ процессовъ двойнаго разложенія между твердымъ веществомъ породы и жидкостью. Кромѣ того при процессѣ выщелачиванія уносились бы наиболѣе растворимыя составныя части породы, и въ оставшейся массѣ содержаніе труднорастворимыхъ веществъ, каковъ напр. кремнеземъ, должно бы быть больше, чѣмъ въ той породѣ, которая подвергается такому процессу. Въ веществѣ корки, какъ это будетъ видно изъ ниже приведеннаго анализа, содержится

¹⁾ Roth. Allgem. u. chemische Geologie ст. 72, 73 и далѣе. Вообще нужно замѣтить, что опыты надъ раствореніемъ углекислыхъ солей кальція, магнезія, желѣза, а также и самаго доломита въ водѣ, насыщенной углекислотой, крайне противорѣчивы (сравни, напр., С. R. t. 100, ст. 352. Engel). Въ виду интереса этого вопроса, какъ для уясненія способовъ образования доломитовъ, такъ и съ теоретической точки зрѣнія, въ лабораторіи Варшавскаго университета въ настоящее время предпріяты опыты надъ опредѣленіемъ растворимости доломитовъ и доломитовыхъ известняковъ въ слабыхъ кислотахъ и въ водѣ, насыщенной углекислотой.

ничтожное количество кремнезема, тогда какъ въ самой породѣ, въ темно-сѣромъ доломитѣ, нерастворимаго въ кислотахъ остатка около 4%.

Согласно второму предположенію относительно способа происхожденія доломита $7CaCO_3 \cdot 3MgCO_3$ изъ нормальнаго, посредствомъ постепеннаго отложенія въ массу его углекислаго кальція, корка должна была бы состоять или изъ кристалловъ кальцита, или по крайней мѣрѣ содержаніе магнезій въ ней должно бы быть меньше, чѣмъ въ остальномъ доломитѣ.

Если же принять, что доломитъ образуется путемъ замѣщенія углекислаго кальція въ доломитовомъ известнякѣ посредствомъ углекислаго магнезія, приносимаго водами, или даже простымъ отложеніемъ смѣси этихъ солей изъ раствора, то корка въ такомъ случаѣ должна содержать въ составѣ больше магнезій, чѣмъ въ главной массѣ доломита, или никакъ не меньше.

Слѣдовательно, выборъ между двумя послѣдними представленіями относительно способа образованія доломита № 3-й (и вѣроятно и другихъ пластовъ) можетъ быть рѣшенъ посредствомъ опредѣленія химическаго состава корки. Анализъ этотъ показываетъ, что вещество послѣдней состоитъ изъ доломита, содержащаго въ своемъ составѣ болѣе магнезій, чѣмъ главная темносѣрая масса породы.

Вотъ данныя этого анализа.

1. Взято 0,2207 гр. вещества корки въ видѣ мелкихъ кусочковъ и подвергнуто прокаливанію. Потеря въ вѣсѣ при этомъ равнялась 0,1032 гр., т. е. 46,75%.

Разнородность вещества слоевъ, составляющаго корку, сохраняется и послѣ прокаливанія, только цвѣтъ слоевъ теперь измѣнился; одни изъ нихъ сдѣлались совершенно бѣлыми, другіе красноватыми, что указываетъ на присутствіе въ послѣднихъ углекислаго желѣза, окислившагося при прокаливаніи.

2. Прокаленный остатокъ почти сполна растворился въ соляной кислотѣ; остались только слѣды кремнезема. Послѣдній по этому не опредѣлялся отдѣльно, а къ тому же раствору прилито было амміаку (въ присутствіи избытка нашатыря конечно).

Полученный осадокъ, содержавшій окиси желѣза и алюминія и слѣды кремнезема, послѣ прокаливанія вѣсилъ 0,0023 гр., что составляетъ 1,04% всего количества взятаго вещества.

3. Въ отавшейся жидкости опредѣлены известь и магнезія.

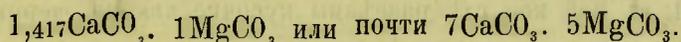
а) Получено окиси кальція 0,0765 гр.; это соотвѣтствуетъ 0,1366 гр., или 61,89% углекислаго кальція.

б) Количество пирофосфорнокислаго магнезія, осажденнаго изъ жидкости, оставшейся послѣ отдѣленія извести, равнялось 0,107 гр.; въ ней магнезій—0,03355 гр., что составляетъ 0,80976 гр. углекислаго магнезія, т. е. 36,63%.

Слѣдовательно составъ вещества корки въ процентахъ будетъ:

кремнезема, окиси желѣза и окиси алюминія вмѣстѣ	1,04%
углекислаго кальція	61,89 „
углекислаго магнія	36,68 „
	<hr/>
Всего	99,61%
Слѣды органическихъ веществъ и потери	0,39%

Эти процентныя количества углекислыхъ солей кальція и магнія (углекислое желѣзо по недостатку вещества для анализа не было опредѣлено приводятъ къ такой формулѣ для доломита, изъ котораго образована корка:



Такимъ образомъ бѣлое вещество корки представляетъ доломитъ, содержащій менѣе нерастворимаго остатка, окисей желѣза и алюминія и углекислаго кальція, но болѣе богатый углекислымъ магниемъ, чѣмъ темносѣрый, который составляетъ главную массу породы № 3-й. Составъ перваго выражается формулой $7\text{CaCO}_3 \cdot 5\text{MgCO}_3$, а составъ темносѣраго доломита— $7\text{CaCO}_3 \cdot 3\text{MgCO}_3$. А это различіе въ составѣ, въ связи съ характеромъ строенія корки, доказываетъ, что образованіе доломита № 3, а вѣроятно и другихъ пластовъ, залегающихъ въ Ильской долині, происходитъ изъ простыхъ или доломитовыхъ известняковъ путемъ постепеннаго замѣщенія въ нихъ углекислаго кальція посредствомъ углекислаго магнія. Магній приэтомъ, очевидно доставляется водами, которыя омываютъ и пропитываютъ эти доломиты, но въ какомъ видѣ, т. е. въ видѣ ли двууглекислой соли, хлористаго магнія или другихъ соединеній, которыя путемъ двойныхъ разложеній съ углекислымъ кальціемъ первоначальной породы даютъ доломитъ все болѣе и болѣе богатый магнезійей, — на этотъ вопросъ въ настоящій моментъ я не берусь отвѣчать. Но къ нему я возвращусь еще, когда будутъ сдѣланы анализы водъ, сопровождающихъ густую нефть, залегающую въ этихъ пластахъ доломитовъ.

Если образованіе изслѣдуемыхъ доломитовъ долины р. Иля происходитъ на счетъ известняковъ замѣщеніемъ въ нихъ части углекислаго кальція посредствомъ углекислаго магнія, при чемъ первый переходитъ въ растворъ и частію удаляется въ какомъ бы то ни было видѣ, то нужно ожидать, что тѣ изъ пластовъ породы, которые обладаютъ сравнительно большимъ числомъ пустотъ и, слѣдовательно, глубже подверглись такому превращенію, будутъ вмѣстѣ съ тѣмъ и богаче въ цѣломъ углекислымъ магниемъ, чѣмъ пласты доломитовъ менѣе ноздреватые. Оно повидимому дѣйствительно такъ и есть, какъ это будетъ видно изъ сравненія состава доломита № 3-й съ составомъ доломита № 4-й, анализъ котораго я велѣдъ за этимъ привожу.

Доломитъ № 4. Доломитъ этотъ наиболѣе ноздреватый изъ всѣхъ предыдущихъ. Въ немъ почти невозможно отыскать замѣтной величины куска, который бы не былъ пронизанъ большей или меньшей величины хо-

дами и пустотами (см. рис. 4). Масса его его неодинаково окрашена; въ общемъ она состоитъ изъ полупрозрачнаго вещества свѣтлосѣраго цвѣта съ раковистымъ изломомъ, при чемъ болѣе рыхлыя части ея, изрытыя полостями и ходами, почти бѣлаго цвѣта, а плотное вещество темносѣраго. Но и эти сплошные на видъ участки, при изслѣдованіи подъ микроскопомъ, оказываются почти сплошь продырявленными различной величины ходами и пустотами, то совершенно заполненными крупными кристаллами, то обсаженными по краямъ крупно-кристаллической коркой; форма пустотъ овальная или звѣздообразная (см. рис. 4). Иногда стѣнки ихъ окрашены нефтью въ темный цвѣтъ. Главная масса породы подъ микроскопомъ представляется мелкокристаллической; въ ней кое гдѣ разсѣяны кусочки кварца, черныя зерна сѣраго колчедана и глауконита.

Составъ доломита № 4.

1. Взято 3,121 гр. вещества въ порошокъ и высушено при 120° . Потеря въ вѣсѣ при высушиваніи равнялась 0,034 гр., или 1,08.

Порошокъ передъ высушиваніемъ былъ пепельнаго цвѣта и съ запахомъ нефти.

2. а) 3,087 гр. сухого порошка растворено было въ соляной кислотѣ при нагрѣваніи на водяной банѣ. Нерастворимаго остатка получено 0,1365 гр., что въ процентахъ составитъ $4,42\%$.

Осадокъ непрокаленный былъ темнаго цвѣта, а послѣ прокаливанія принялъ розоватый оттѣнокъ. Послѣ сплавленія съ кислымъ сѣрнокислымъ калиемъ онъ дѣлался совершенно бѣлымъ и при этомъ потерялъ въ вѣсѣ 0,012 гр.; эти свойства нерастворимаго остатка указываютъ на присутствіе сѣраго колчедана въ доломитѣ. Слѣдовательно, вполне нерастворимый бѣлый остатокъ послѣ прокаливанія составляетъ 0,1245 гр., или $4,03\%$.

б) Для опредѣленія общей потери при прокаливаніи взято 0,8175 гр. сухого вещества; потеря въ вѣсѣ при прокаливаніи равнялась 0,3650 гр., или $44,64\%$. Порошокъ доломита при каленіи сначала дѣлается бѣлымъ, а затѣмъ буроватымъ. Онъ легче и полнѣе разлагается кислотами. Такъ, напр., 2,1435 гр. вещества обработано соляной кислотой послѣ прокаливанія; получено 0,087 гр. нерастворимаго остатка, т. е. $4,05\%$. Остатокъ былъ совершенно бѣлымъ и представлялъ почти чистый кремнеземъ, какъ и предыдущій (а), послѣ обработки кислымъ сѣрнокислымъ калиемъ.

3. а) Растворъ 3,087 гр. вещества послѣ отдѣленія нерастворимаго остатка осажденъ былъ амміакомъ. Получено 0,052 гр. осадка, состоявшаго изъ окисей алюминія и желѣза и ихъ фосфорнокислыхъ солей, что составитъ $1,67\%$. Складывая последнее число съ количествомъ окисей тѣхъ же металловъ, извлеченныхъ кислой сѣрнокалиевой солью ($0,012 \text{ гр.} = 0,40\%$), получимъ $2,07\%$.

б) Осадокъ отъ амміака изъ раствора прокаленного вещества (послѣ удаленія SiO_2) равнялся 0,043 гр. на 2,1435 гр., или $2,01\%$.

Въ немъ фосфорнаго ангидрида 0,00375 гр.—(соответственно количеству

0,009 гр. пиро-фосфорно-магнезіальной соли); въ процентахъ это будетъ 0,26%.

Слѣдовательно, окисей желѣза и алюминія въ осадкѣ 1,78%.

4. Растворъ 3,087 гр. вещества послѣ предыдущихъ отдѣленій разбавленъ былъ до объема полудитра и опредѣленіе извести и магнезіи производилось во 100 к. с., а затѣмъ полученный результатъ перечисленъ былъ на все количество раствореннаго вещества.

а) Окиси кальція на 3,087 гр. получено 0,9525 гр. (30,85%), что отвѣчаетъ 1,701 гр. углекислаго кальція, или 55,10%.

б) На 3,087 гр. получено 1,525 гр. пирофосфорнокислаго магнезія; въ немъ 0,550 гр. магнезіи (17,81%), что составитъ 1,155 гр. углекислаго магнезія, т. е. 37,41%.

5. Для опредѣленія углекислоты взято 1,080 гр. вещества; потеря въ вѣсъ послѣ обработки его соляной кислотой въ соответствующемъ приборѣ равнялась 0,4785 гр., т. е. 44,30%.

Вычитая это количество изъ 44,64—общей потери при прокаливаніи—получимъ 0,34% разности, которая будетъ выражать количество органическихъ веществъ, удаляемыхъ прокаливаніемъ. Въ дѣйствительности потеря должна считаться нѣсколько больше 44,64%, такъ какъ при прокаливаніи часть закиси желѣза переходитъ въ окись, а потому и процентъ органическихъ веществъ долженъ быть также выше 0,34%.

Составъ высушеннаго при 120° доломита № 4-й въ процентахъ выражается такъ:

Кремнезема (среднее изъ двухъ опредѣл.)	4,04%
Окиси желѣза и глинозема (среднее изъ 2-хъ опредѣл.)	1,78 "
Окиси кальція	30,85 "
Магнезіи	17,81 "
Фосфорной кислоты	0,26 "
Угольнаго ангидрида	44,30 "
Органическихъ веществъ	0,34 "
	Всего 99,38%

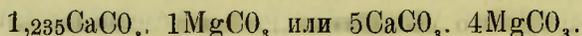
Слѣды марганца, хлора, сѣрной кислоты и потери составляютъ 0,62%

Переводя вышеприведенныя количества основаній и кислотъ на соответственныя соли получимъ:

Кремнезема	4,04%
Углекислаго кальція	54,71 "
Углекислаго магнезія	37,41 "
Углекислаго желѣза	1,63 "
Фосфорнокислаго кальція	0,48 "
Глинозема и желѣза въ видѣ пирита	0,77 "
Органическихъ веществъ	0,34 "
	Всего 99,38%

Количество углекислого желѣза $1,63\%$ вычислено такъ: количество углекислоты въ доломитѣ по опредѣленію равно $44,30\%$; для образованія солей кальція и магнія ея нужно $43,68\%$; слѣдовательно, остается на соль желѣза $44,30 - 43,68 = 0,62\%$. Соответственно этому количеству углекислоты, углекислого желѣза должно быть $1,63\%$. Это число и принято въ окончательный расчетъ.

На основаніи этихъ данныхъ, составъ ноздреватаго доломита № 4 можетъ быть выраженъ слѣдующей формулой (не принимая въ расчетъ углекислого желѣза):



Если сдѣлать перечисленіе углекислого желѣза на углекислый магній ($1,63\% \text{FeCO}_3 = 1,18\% \text{MgCO}_3$), принимая, что оно замѣщаетъ послѣдній въ доломитѣ, то составъ ноздреватаго доломита будетъ еще ближе подходить къ нормальному. Тогда получимъ:



Такимъ образомъ наиболѣе ноздреватый доломитъ оказывается вмѣстѣ съ тѣмъ и наиболѣе богатый магниемъ, ближе подходить къ составу нормального доломита. Это и должно такъ быть, согласно высказанному выше взгляду на процессъ образованія разсматриваемыхъ пластовъ доломитовъ долины р. Иля.

III. *Нефтеносные пески долины р. Иля.* Составъ опредѣленъ только двухъ образцовъ песка; одного изъ слоя съ глубины 265 ф. изъ скважины № 4 или 9-й—навѣрное не могу сказать, такъ какъ номера перепутались; другой образецъ взятъ былъ изъ слоя, лежащаго на глубинѣ отъ 596 до 619 ф. (скваж. № 39-й). Изъ перваго слоя добывается легкая нефть уд. в. около 0,900, сопровождающаяся іодистощелочной водой¹⁾; песокъ съ глубины 596—619 ф. содержитъ мало нефти (легкой же), но значительное количество воды и газотъ. (Нефть въ скважинѣ № 39-й добывается изъ песчанаго слоя, лежащаго на глубинѣ 720 ф.).

Нефтеносный песокъ съ глубины 265 ф. Песокъ этотъ на видъ представляетъ темносѣрую массу, состоящую, какъ показываетъ микроскопическое изслѣдованіе, преимущественно изъ смѣси мелкихъ крупинокъ кварца, доломитоваго известняка, глины и сѣрнаго колчедана. Кромѣ того въ немъ попадаются мелкіе обломки раковинъ. Весь онъ сильно пропитанъ нефтью, хотя на ошупь и кажется сухимъ. Послѣ просушиванія при 140° эфиръ извлекаетъ изъ него еще значительное количество нефти.

Кромѣ вышеназванныхъ веществъ песокъ этотъ содержитъ замѣтно количество солей, растворимыхъ въ водѣ. Анализъ водной вытяжки приводится ниже.

¹⁾ См. статью „О состояніи нефтяной промышленности на Кубани“ въ январской книгѣ „Горн. Журнала“.

Данныя анализа песка и водной вытяжки.

1. 3,719 гр. вещества высушено при 140°; потеря въ вѣсѣ равнялась 0,151 гр., т. е. 4,06%.

При прокаливаніи высушеннаго порошка происходитъ убыль въ вѣсѣ на 35,20%, а именно на 0,7485 гр. вещества убываетъ 0,2635 гр.

Прокаленный песокъ слегка буроватаго цвѣта и легко разлагается кислотами.

2. 1,6115 гр. сухого вещества послѣ обработки соляной кислотой при нагрѣваніи дали 0,395 гр., или 24,51%. Получается осадокъ красноватаго цвѣта,

Изъ прокаленнаго вещества нерастворимаго въ соляной кислотѣ остатка получено 0,1645 гр. на 0,7485 гр. взятаго порошка, что составитъ 21,97%. Остатокъ былъ совершенно бѣлаго цвѣта.

3. Въ оставшемся растворѣ осаждено амміакомъ 0,041 гр. окисей желѣза и алюминія (тутъ же слѣды фосфорнокислыхъ солей) на 0,7485 гр., что даетъ 5,45%.

Въ этомъ количествѣ содержится 0,01457 гр. окиси желѣза, или 1,94%.

4. На 0,7485 гр. вещества далѣе получено 0,2565 гр. окиси кальція, что соотвѣтствуетъ 0,4580 гр. углекислаго кальція, т. е. 61,19%.

На то же количество вещества пирофосфорномагнезійальной соли получено 0,040 гр.; въ ней окиси магнія 0,0144 гр., соотвѣтствующее 0,0326 гр. углекислаго магнія, или 4,04%.

Выше говорилось, что часть составныхъ частей этого нефтеноснаго песка растворяется въ водѣ. Въ водной вытяжкѣ содержатся: известь, магnezія, натръ, хлоръ, сѣрная кислота, какія-то органическія кислоты и слѣды кремнезема.

5. Для опредѣленія общаго количества веществъ, извлекаемыхъ горячей водой, взято было 2,234 гр. высушеннаго песка. Сухой песокъ крайне трудно смачивается водой; потому онъ предварительно обливался небольшимъ количествомъ чистаго эфира, чтобы частію растворить пропитывающую его нефть и затѣмъ нагрѣвался съ водой на водяной банѣ. Эфиръ и вмѣстѣ съ парами его часть легкихъ углеводовъ при этомъ улетучивалась, а оставшіяся водный растворъ отдѣленъ былъ отъ нерастворимаго остатка и небольшого количества густой нефти процѣживаніемъ чрезъ фильтръ. Полученный прозрачный и совершенно безцвѣтный растворъ обладалъ слабощелочной реакціей. Онъ выпаренъ былъ досуха въ платиновой чашкѣ и твердый остатокъ прокаленъ. При прокаливаніи первоначально бѣлый остатокъ чернѣетъ и при этомъ выдѣляется особый запахъ, напоминающій запахъ, получающійся при прокаливаніи солей высшихъ кислотъ жирнаго ряда и совершенно подобный тому, какой наблюдаемъ былъ мною при прокаливаніи твердаго остатка, полученнаго выпариваніемъ воды, сопровождающей нефть изъ павловской скважины въ Кудакъ¹⁾.

¹⁾ См. Журн. Русск. Ф. Химич. Общ., т. 14, стр. 300.

Прокаленный остатокъ вѣсилъ 0,0185 гр. Онъ частію растворялся въ водѣ; растворъ его обладалъ сильно щелочной реакціей, что указываетъ на присутствіе въ водной вытяжкѣ солей органическихъ кислотъ, разложившихся при прокаливаніи.

Твердый остатокъ обработанъ былъ сѣрной кислотой, высушенъ, слегка прокаленъ и взвѣшенъ. Вѣсъ его равнялся 0,022 гр., что составляетъ 0,98% вещества, взятаго для обработки водой.

Въ остаткѣ заключались соли натрія, кальція, магнія и слѣды кремнезема.

6. По недостатку матеріала, полного анализа водной вытяжки не могло быть сдѣлано. Определена только сумма углекислыхъ солей кальція и магнія, а количество щелочи вычислено по разности.

а) Для опредѣленія извести и магnezіи остатокъ въ той же платиновой чашечкѣ смоченъ былъ водой, обработанъ углекислымъ аммоніемъ и амміакомъ, выпаренъ и осторожно прокаленъ. При этомъ часть щелочноземельныхъ металловъ выдѣлилась въ видѣ углекислыхъ солей. Этотъ осадокъ собранъ былъ на фильтръ и растворъ снова подвергнутъ былъ такой же обработкѣ, которая повторялась до тѣхъ поръ, пока не переведено было все количество извести и магnezіи въ углекислыя соли.

Количество послѣднихъ было 0,005 гр., т. е. 0,22% всего вещества. Несмотря на малое количество осадка, можно было вполне убѣдиться, посредствомъ соотвѣтственныхъ количественныхъ реакцій, что въ немъ заключаются известь и магnezія.

б) Въ растворѣ, оставшемся послѣ отдѣленія щелочноземельныхъ металловъ, находился только сѣрнокислый натрій. Количество его опредѣлено по разности, т. е. $0,98 - 0,22\% = 0,78\%$.

7. Названные металлы щелочныхъ земель и натрій (калія мнѣ не удалось открыть) находятся въ водной вытяжкѣ въ видѣ солей сѣрной кислоты, соляной и какихъ-то органическихъ кислотъ.

в) Присутствіе небольшого количества солей органическихъ кислотъ въ водной вытяжкѣ видно изъ того, что если къ сгущенному раствору, обладающему, какъ уже сказано было, слабо-щелочной реакціей, прилить какойнибудь минеральной кислоты, то онъ сейчасъ-же мутится, вслѣдствіе выдѣленія кислотъ, нерастворимыхъ въ водѣ. При нейтрализованіи жидкости до щелочной реакціи муть снова исчезаетъ. Кроме того твердый остатокъ при прокаливаніи, какъ выше указано, выдѣляетъ особый запахъ, характеризующій разложеніе солей высшихъ органическихъ кислотъ, и растворъ его послѣ этого дѣлается сильно щелочнымъ. Послѣднее обстоятельство показываетъ, что упомянутыя кислоты находились въ видѣ солей натрія или кальція.

Всѣ эти вещества, которыя извлекаются водой изъ нефтеноснаго песка скважины № 4 или 9, представляютъ, очевидно, остатки солей, находившихся

въ водѣ, сопровождающей нефть. Содержаніе солей кальція и магнія между веществами водной вытяжки песка № 5 можетъ служить фактомъ, объясняющимъ до нѣкоторой степени характеръ тѣхъ химическихъ превращеній породъ которыя происходятъ въ этой мѣстности.

Итакъ, на основаніи вышеприведенныхъ данныхъ анализа, составъ сухого нефтеноснаго песка съ глубины 265 ф. (№ 5) будетъ такой:

Нерастворимаго остатка (кремнезема)	21,98%
Глинозема	3,51 „
Окиси желѣза	1,94 „
Углекислаго кальція	61,19 „
Углекислаго магнія	4,04 „
Хлористаго натрія, сѣрнокислаго натрія и солей органич. кислотъ	0,78 „
Органическихъ веществъ (¹)	6,15 „
<hr/>	
Всего	99,59%

Нефтеносный песокъ съ глубины 596—619 ф. (№ 6). Песокъ этотъ свѣтло-сѣраго цвѣта; состоитъ изъ крупинокъ кварца, сѣрнаго колчедана и доломитоваго известняка. Зерна послѣдняго представляютъ мелкіе кусочки неправильной формы, имѣющіе видъ маленькихъ обломковъ. Вода при нагреваніи также извлекаетъ изъ этого песка небольшое количество твердыхъ веществъ. Въ водной вытяжкѣ находятся слѣды хлора, сѣрной кислоты и натрія.

Анализъ его произведенъ былъ по тому же способу, какъ и предыдущихъ образцовъ.

Химическій составъ:

Нерастворимаго остатка, состоящаго изъ кварца, глины, окиси желѣза.	50,35%
Окисей желѣза и алюминія	2,19 „
Углекислаго кальція	44,00 „
Углекислаго магнія	2,35 „
<hr/>	
Итого	98,89%
Слѣды хлора, сѣрной кислоты, натрія, органи- ческія вещества и потери	1,11 „
<hr/>	
Всего	100 %

IV. Для того, чтобы удобнѣе было сравнивать описанные нефтеносные пласты Ильской долины по физическимъ свойствамъ и по химическому ихъ составу, я приведу относящіеся сюда данныя въ общей таблицѣ.

(¹) Содержаніе ихъ въ пескѣ вычислено изъ разности количествъ общей потери при прокаливаніи (35,20%) и количества углекислоты, нужной для образованія солей кальція и магнія (29,05%).

Доломиты и доломитовые пески долины р. Иля.

Номера и названія пластовъ.	№ 1.	№ 2.	№ 3 (главная масса).	№ 3а корка.	№ 4.	Нефтенос. песокъ.	Не фленос песокъ.	
Глубина залеганія пластовъ въ футахъ .	43—94	43—94	отъ 172 до 208			265	596—619	
Физическое строеніе.	плотные мелко- ноздреватые.		крупно-ноздреватые.			песокъ	песокъ	
Химическій составъ:								
Нерастворимый оста- токъ	11,45%	9,70%	4,56%			4,04%	21,98%	50,35%
Окись желѣза	—	—	} 1,40	} 1,04%	} 0,77	1,94	} 2,19	
Глиноземъ	0,91	0,27				3,51		
Углекислый кальцій	50,46	57,41	67,84	61,89	54,71	61,19	44,00	
Углекислый магній.	32,49	28,19	24,63	36,68	37,41	4,04	2,35	
Углекислое желѣзо.	3,09	1,84	—	—	1,63	—	—	
Фосфорнокислый каль- цій	0,04	1,22	слѣды	—	0,48	слѣды	слѣды	
Сѣрной кислоты	слѣды	0,13 (гипсъ).	слѣды	—	слѣды	0,47	слѣды	
Хлора	слѣды	слѣды	слѣды	—	слѣды	0,29 хлор. натрій	слѣды	
Органическихъ ве- ществъ, удаляемыхъ Прокаливаніемъ	0,78	1,15	1,47	слѣды	0,34	6,15	1,00 (около).	

Если описанные образцы доломитовъ, залегающихъ на различныхъ глубинахъ на лѣвомъ берегу долины р. Иля, могутъ служить истинными представителями тѣхъ пластовъ, изъ которыхъ они взяты, то, сравнивая ихъ между собой по физическому строенію, легко замѣтить, что оно правильно измѣняется съ глубиной пласта, идя отъ поверхности въ глубь. Чѣмъ ближе къ поверхности лежатъ пласты доломитовъ, тѣмъ они плотнѣе, однороднѣе на видъ, менѣе заключаютъ пустотъ и ходовъ и послѣдніе меньшей вели-

чины, не видимы простымъ глазомъ; таковы, напр., доломиты № 1 и № 2 съ глубины отъ 43 до 94 ф. Они, слѣдовательно, не могутъ служить хорошими проводниками нефти. Ниже ихъ находящіеся пласты доломитовъ болѣе поздраваты, неоднородны на видъ; масса составляющаго ихъ вещества сплошь пропизана ходами различной величины, начиная отъ микроскопическихъ до такихъ, въ которые свободно можно всунуть палецъ. Породы этого слоя составляютъ настоящіе нефтеносные пласты; изъ нихъ извлекается въ Ильскѣ густая нефть. Представителями этихъ слоевъ будутъ доломиты № 3 и № 4 съ глубины 172—208 ф. На глубинахъ еще большихъ (265 ф и отъ 596 до 619 ф.) залегаютъ доломитовые пески, а еще ниже почти кварцевые (напр., 24 № скважины глубина 750 ф. и 39 № скважины—720 ф.). Тѣ и другіе пески составляютъ слои, изъ которыхъ добывается легкая нефть, сопровождаемая іодисто-щелочными водами.

Въ измѣненіи химическаго состава пластовъ, въ зависимости отъ ихъ глубины, незамѣтно какой нибудь правильности. Такъ, напр., количество нерастворимаго остатка въ верхнихъ доломитахъ (№№ 1 и 2) равняется около 10⁰/₆; въ доломитахъ № 3 и № 4 оно доходитъ всего до 4⁰/₆. Только въ доломитовыхъ пескахъ количество кремнезема правильно увеличивается съ глубиной ихъ залеганія,—напр., такъ: 22⁰/₆ (глубина слоя 265 ф.), 50⁰/₆ (596—615 ф.), а въ пескахъ, лежащихъ на глубинахъ 720 и 750 ф., содержится уже очень мало веществъ, растворимыхъ въ кислотахъ (количественнаго анализа послѣднихъ не сдѣлано).

Во всѣхъ вышеописанныхъ доломитахъ количество углекислаго кальція преобладаетъ надъ углекислымъ магніемъ. Процентное содержаніе послѣдняго достигаетъ наибольшей величины въ доломитѣ № 1, принадлежащемъ къ одному изъ верхнихъ пластовъ (43—94 ф. глубины), затѣмъ въ коркѣ (№ 3 а) и въ самомъ поздраватомъ доломитѣ № 4, который по составу ближе всѣхъ подходитъ къ нормальному. Привожу для сравненія формулы, посредствомъ которыхъ можетъ быть выраженъ составъ доломитовъ Ильской долины.

№№ пластовъ.	1.	2.	3.	3 а (корка).	4.
Выраженіе состава.	13CaCO ₃ .10MgCO ₃	13CaCO ₃ .8MgCO ₃	7CaCO ₃ .3MgCO ₃	7CaCO ₃ .5MgCO ₃	5CaCO ₃ .4MgCO ₃

Степень доломитизаціи изслѣдованныхъ пластовъ будетъ видна еще нагляднѣе, если все количество находящагося въ нихъ углекислаго магнія перечислить на нормальный доломитъ формулы 1CaCO₃.1MgCO₃. Съ этой цѣлью въ ниже помѣщенной таблицѣ показаны количества нормальнаго доломита, соотвѣтствующія количествамъ углекислаго магнія, заключающагося въ каждомъ

изъ анализированныхъ образцовъ доломитовъ и песковъ, и количества избыточного углекислаго кальція, не вошедшаго въ составъ нормальнаго доломита. Тѣ и другія величины выражены въ процентахъ.

№№ образцовъ породъ.	1.	2.	3.	3 а (корка),	4.	5. (песокъ).	6 (песокъ)
Количества нормальнаго доломита въ каждомъ	71,17%	61,75%	53,95%	80,35%	81,94%	8,85%	5,15%
Количества избыточ. углекисл. кальція.	11,78%	23,85%	38,25%	18,22%	10,18%	56,38%	41,20%

Такимъ образомъ и по этому способу разсматриванія наиболѣе доломитизированными будутъ пласты № 1 и особенно № 4 (ноздrevатый) и № 3 а — корка.

Что касается вопроса о томъ, которое изъ двухъ вышеприведенныхъ представленій о составѣ описываемыхъ доломитовъ наиболѣе правильно, т. е. то-ли, по которому магnezія распределена, хотя и неравномѣрно, во всей массѣ известняка, или же мы имѣемъ здѣсь смѣсь кристалловъ кальцита и нормальнаго доломита, какъ это выражено формулами второй таблицы, то вопросъ этотъ имѣетъ общее значеніе, и подробный разборъ его будетъ составлять задачу особаго изслѣдованія, результаты котораго будутъ напечатаны въ слѣдующей статьѣ. Теперь я ограничусь только замѣчаніемъ, что употребляемый иногда для рѣшенія такого рода вопросовъ способъ микроскопическаго изслѣдованія породы, основанный на различной растворимости кристалловъ частей углекислаго кальція и нормальнаго доломита въ слабой уксусной кислотѣ на холоду, не можетъ считаться удовлетворительнымъ такъ какъ онъ не опирается на несомнѣнныя фактическія данныя и не имѣетъ себѣ оправданія съ теоретической точки зрѣнія. При обработкѣ слабой (5% и 10%) уксусной кислотой на холоду кристаллическихъ доломитовъ разнообразнаго состава въ первый же часъ, какъ показываютъ предварительныя испытанія, произведенныя въ лабораторіи Варшавскаго университета, въ растворъ переходятъ какъ известь, такъ и магnezія, при чемъ первой нѣсколько больше, чѣмъ магnezіи, сравнительно съ тѣмъ количествомъ, какое находилось во взятомъ доломитѣ. Потому, если при обработкѣ данной породы указаннымъ способомъ подъ микроскопомъ одни кристаллы легче растворяются въ уксусной кислотѣ, другіе труднѣе, то фактъ этотъ никакъ не можетъ служить доказательствомъ того, что быстро растворившіеся кристаллы представляютъ кальцитъ, а оставшіеся — нормальный доломитъ.

Судя по составу и микроскопическому строенію изслѣдованныхъ доломитовъ, особенно корки (3 а) (см. рис. 3а и 3в) и образца доломита № 4, обогащеніе этихъ доломитовъ магnezіей происходитъ постепенно и послойно.

Составныя части этихъ слоевъ, находясь въ присутствіи воды, которая пропитываетъ и обмываетъ пласты, должны быть между собой въ непрерывномъ химическомъ взаимодействіи; потому составъ ихъ также постоянно будетъ измѣняться въ зависимости отъ скоростей образования той или другой изъ составляющихъ эти слои солей и ихъ количествъ. Количество углекислаго кальція и углекислаго магнія въ данномъ слоѣ и въ данный моментъ будетъ опредѣляться состояніемъ равновѣсія между двумя противоположными реакціями: реакціей замѣщенія извести посредствомъ магnezии и обратнымъ дѣйствіемъ перешедшей въ растворъ соли кальція на образовавшійся уже доломитъ.

Представимъ себѣ, напр., какъ простѣйшій случай, что воды, омывающія известнякъ, приносятъ откуда ни-на-есть магnezію въ видѣ двууглекислой соли $MgCO_3 \cdot CO_2$. Послѣдняя, придя въ соприкосновеніе съ углекислымъ кальціемъ, частью замѣститъ его въ известнякѣ, при чемъ образуется доломитъ, а углекислый кальцій перейдетъ въ растворъ, т. е. мы будемъ имѣть:

$$2CaCO_3 + MgCO_3 \cdot CO_2 = CaCO_3 \cdot MgCO_3 + CaCO_3 \cdot CO_2.$$

Но двууглекислый кальцій, находясь въ растворѣ, самъ способенъ частію обмѣнивать свою извѣсть на магnezію; потому по мѣрѣ накопленія двууглекислаго кальція въ водномъ растворѣ начинаетъ все болѣе и болѣе преобладать обратная реакція и, слѣдовательно, въ то время, какъ въ одномъ слоѣ известняка количество магnezіи будетъ увеличиваться и онъ будетъ приближаться по составу къ нормальному доломиту, въ другомъ, рядомъ лежащемъ, будетъ замѣщаться магnezія известью. Поэтому направленіе этихъ процессовъ въ ту или другую сторону, а также и равновѣсіе между ними будетъ зависѣть отъ количества извести и магnezіи въ растворѣ тѣхъ водъ, съ которыми приходятъ въ соприкосновеніе данныя породы.

То, что выше говорилось о двойныхъ разложеніяхъ между двууглекислыми солями кальція и магнія, можетъ быть приложено и къ другимъ солямъ этихъ металловъ. Подтвержденіе этого взгляда можно видѣть въ томъ фактѣ, что воды, сопровождающія нефть, всегда содержатъ соли кальція и магнія; въ водной вытяжкѣ нефтеноснаго песка № 5 также находятся соединенія обоихъ названныхъ металловъ.

Но къ этому вопросу я буду имѣть еще случай вернуться въ статьѣ объ анализѣ нефтяныхъ водъ Ильскаго долина.

Объясненіе рисунковъ.

Рис. № 1. На немъ представлено строеніе доломита № 1. На мелкозернистой основѣ сѣраго вещества видны щель (*b*) и нѣсколько овальныхъ отверстій ходовъ (одинъ изъ нихъ обозначенъ буквой *a*) съ ихъ кристаллической корочкой, окрашенной иногда въ бурый цвѣтъ; угловатыя свѣтлыя зерна кварца; скопленія мелкихъ зернышекъ пирита (черныя пятнышки и облачки изъ мелкихъ точекъ). Увеличено въ 30 разъ.

Рис. № 2. Строеіе доломита № 2. Пояснительныя буквы (*a*) и (*b*) имѣють то же значеніе, что и на предыдущемъ рисункѣ, т. е. обозначаютъ отверстія ходовъ и мелкихъ щелей. Стѣнки нѣкоторыхъ изъ ходовъ обложены довольно крупными кристаллами; другіе содержатъ капельки густой нефти (*c*). Свѣтлыя угловатыя зерна кравца. Увеличено въ 90 разъ.

Рис. № 3. Строеіе темно-сѣраго доломита № 3. Стѣнки овальныхъ и щелевидныхъ ходовъ состоятъ изъ болѣе крупныхъ кристалловъ, чѣмъ основная масса; отдѣльныя свѣтлыя мѣста угловатой формы обозначаютъ зерна кварца, черныя точечныя — представляютъ пиритъ. Увеличено въ 170 разъ.

Рис. 3а. Онъ представляетъ видъ части бѣловатой корки, которой обложены большія пещеристыя пустоты доломита № 3. Буквы *a*, *a'*, *a''* обозначаютъ темносѣрое вещество доломита № 3, одинъ изъ его отростковъ, входящихъ въ бѣлую корку и островокъ (*a''*); (*b*)—часть самаго наружнаго слоистаго края корки; (*b'*) часть большой пещеристой полости, стѣнку которой составляетъ корка; (*c*) одинъ изъ ходовъ 2 рода (или отростковъ желтоватаго вещества, переходящаго въ темносѣрое) съ продольными слоями, поперечными зубцами и изломами желтоватаго вещества; (*d*) рѣснички, или темныя отросточки темносѣраго вещества, сидящіе по краю послѣдняго (бахрома). Увеличено въ 30 разъ.

Рис. № 3в. На этомъ рисункѣ представлена въ болѣе увеличенномъ видѣ (увеличено около 170 разъ) часть корки, указанная буквой *A* на рисункѣ № 3а. На немъ видны: 1) строеіе одного изъ большихъ отростковъ 1 рода желтоватаго вещества корки съ системой продольныхъ ходовъ (*c''* и *c'''*) 2 рода и идущихъ перпендикулярно къ послѣднимъ зубцовъ, иглъ съ расположенными между ними поперечными ходами 2 рода; 2) виллообразный отростокъ 1 рода темносѣраго вещества доломита (*a*) и продолженіе его (почти развѣденное) *a'*; внизу рисунка въ (*a''*) къ желтоватому отростку прилегаешь тоже темносѣрое вещество другого отростка (*a'* на рисункѣ № 3а); 3) пещеристая полость 2 рода (*e*), образуемая между виллообразными отростками темносѣраго вещества (*a*); она окружена ходами и измѣненнымъ кристаллическимъ веществомъ желтоватыхъ зубцовъ и иглъ.

(*b* и *b'*) ряды рѣсничатыхъ темнаго цвѣта поперечныхъ отросточковъ 2 рода темносѣраго вещества; (*c* и *c'*) зубцы и иглы желтоватаго вещества (измѣненные темныя отросточки *b* и *b'*); (*d*) измѣненное мелкокристаллическое вещество желтоватыхъ зубцовъ и иглъ.

Рис. № 4. Кусокъ и поверхность излома поздраватаго доломита № 4 (нефтеноснаго) съ ходами въ немъ въ естественную величину.

Рис. № 4а. На немъ представлено микроскопическое строеіе доломита № 4. Онъ составленъ изъ двухъ частей—лѣвой и правой, изъ которыхъ каждая составляетъ рисунокъ отдѣльнаго участка шлифа. На лѣвой изображено кристаллическое вещество, среди котораго видны полости, обсаженныя кристаллической коркой *a*, *a'*, *a''*; нѣкоторыя изъ нихъ (напр., *a''*) почти

совсѣмъ заполнены крупными кристаллами и стѣнки ихъ иногда окрашены нефтью въ черный цвѣтъ (напр. *a'*). Увеличеніе этой части около 65 разъ.

На правой половинѣ рисунка представленъ видъ другой части шлифа, для показанія вѣтвистыхъ ходовъ, заполненныхъ болѣе крупными кристаллами и въ нѣкоторыхъ мѣстахъ окрашенныхъ нефтью, а также скопленій крупинокъ и отдѣльныхъ кусковъ пирита. Увеличено около 300 разъ.

Всѣ шлифы породъ для микроскопическаго изслѣдованія сдѣланы въ минералогическомъ кабинетѣ Варшавскаго университета при содѣйствіи профессора А. Е. Лагорію; имъ же сдѣланъ одинъ изъ рисунковъ, именно № 4а, за что я и приношу Александру Евгеньевичу мою искреннюю благодарность.

ХИМИЯ ФИЗИКА и МИНЕРАЛОГИЯ

ГОРНЫЙ ГУДРОНЪ И ЕГО СУРРОГАТЫ.

Инженера Г. Виленюса.

Асфальтовое производство, какъ извѣстно, получило въ Россіи свое начало лишь съ семидесятыхъ годовъ, когда въ Сызранскомъ уѣздѣ открыты были г. Воейковымъ богатые залежи битуминозныхъ ископаемыхъ, изслѣдованныхъ въ 1872 году нашимъ химикомъ А. А. Лѣтнимъ. Прогрессивное развитіе этой новой отрасли нашей горнозаводской промышленности и увеличивающаяся потребность въ хорошихъ асфальтовыхъ матеріалахъ предсказываютъ асфальтовому производству широкую, прочную будущность, но, къ сожалѣнію, это новое горное предпріятіе, не смотря на свое развитіе, не встрѣчаетъ у насъ всеобщаго сочувствія и къ нему относятся скептически, благодаря мелкимъ эксплуататорамъ, выдающимъ искусственный асфальтъ ¹⁾ за естественный и готовымъ пошатнуть репутацію заводовъ, вырабатывающихъ асфальтовую мастику (плавленный асфальтъ) ²⁾ изъ битуминозныхъ ископаемыхъ: известняковъ, пропитанныхъ горною смолою, и горнаго гудрона, признанныхъ единственными хорошими сырыми матеріалами для изготовленія доброкачественной асфальтовой мастики. Производители асфальтовыхъ работъ, даже въ столицахъ, въ большинствѣ случаевъ необладающіе какими либо познаніями въ химіи, не умѣютъ отличать искусственныхъ асфальтовыхъ матеріаловъ отъ природныхъ, ограничиваясь при испытаніи качества асфальта лишь поверхностными, чисто практическими пріемами; неудивительно, что на асфальтовыхъ тротуарахъ и мостовыхъ, залитыхъ нашими доморощенными техниками, въ теченіе короткаго времени послѣ заливки, появляются трещины и впадины отъ вліянія тепла или холода. Спокойно выслушавъ справедливыя нареканія со стороны строителей и домовладѣльцевъ, эти производители или, вѣрнѣе сказать, очистители чужихъ кармановъ, приступаютъ къ

¹⁾ Во Франціи искусственный асфальтъ принято называть „factice“.

²⁾ Asphalte coulé.

ремонтѣ или же къ перестилкѣ. Асфальтовые подрядчики, употребляя въ дѣло и хорошую асфальтовую мастику сызранскихъ или другихъ русскихъ заводовъ, не покупаютъ горный гудронъ, а плавятъ мастику (для заливки) въ газовой смолѣ, минеральномъ дегтѣ, гарпіусѣ и другихъ суррогатахъ горнаго гудрона, выгадывая этимъ лишнюю копѣйку. Здѣсь привожу названіе горнаго гудрона, какъ единственнаго пригоднаго, промежуточнаго матеріала при варкѣ асфальтовой мастики и заливкахъ внутреннихъ помѣщеній, тротуаровъ и мостовыхъ, въ отличіе отъ появляющагося подъ этимъ именемъ на нашихъ рынкахъ другого гудрона, съ нимъ ничего общаго не имѣющаго, какъ-то: остатковъ послѣ разныхъ производствъ: стеариноваго (такъ назыв. Stearin Residien) на заводѣ братьевъ Крестовниковыхъ въ Казани, смазочныхъ маселъ (Ропсъ и К° въ Петербургѣ), бывшаго Рагозинскаго завода и проч. Въ настоящемъ очеркѣ я постараюсь, на основаніи практическихъ данныхъ и лабораторныхъ работъ, выяснитъ характеръ горнаго гудрона, въ надеждѣ, что мой посильный трудъ принесетъ нѣкоторую, даже существенную пользу горнымъ техникамъ и всѣмъ интересующимся асфальтовымъ производствомъ.

Многолѣтнимъ опытомъ констатировано асфальтовыми заводчиками и учеными, что лишь тотъ гудронъ вполне пригоденъ въ асфальтовомъ производствѣ, который, по геологическому своему происхожденію и химическому составу, аналогиченъ съ битумомъ, заключеннымъ въ норахъ тѣхъ или другихъ смолистыхъ известняковъ, употребляемыхъ для изготовленія асфальтовой мастики. Когда асфальтовое дѣло находилось еще въ первомъ фазисѣ своего развитія, сдѣланы были попытки извлечь битумъ изъ известняковъ, имъ пропитанныхъ, сухой перегонкой или химическимъ путемъ, посредствомъ эфира, алкоголя и другихъ растворителей, но всѣ опыты, сдѣланные въ этомъ направленіи, не увѣнчались, однако, успѣхомъ и асфальтовому производству грозила серьезная опасность окончательно загормозиться; къ счастью, были открыты благонадежныя мѣсторожденія естественныхъ битумовъ или гудрона на островѣ Тринидадѣ. Здѣсь изъ нѣдръ земли вслиываетъ гудронъ на поверхность громаднхъ озеръ, увлекаая съ собою и илїстыя частицы. Отъ вліянія воздуха гудронъ принимаетъ густую консистенцію, твердѣетъ, покрываетъ поверхность воды толстой корой и въ такомъ видѣ легко эксплоатируется. Сырье гудрона, содержащее въ себѣ (по выпариваніи 30% воды) на 100 частей 52 части чистаго битума и 48 частей посторонней примѣси въ видѣ землистыхъ частицъ, въ большихъ комьяхъ отправляется на Европейскіе рынки, гдѣ и сбывается подъ именемъ тринидада. На асфальтовыхъ заводахъ тринидадъ вываривается водой и переплавляется въ чистый битумъ или гудронъ ¹⁾.

¹⁾ Во Франціи чистую горную смолу называютъ «bitume», въ пѣмецкой же асфальтовой промышленности — «goudron».

Тринидадъ представляет собою ископаемое чернаго цвѣта съ буроватымъ отбѣнкомъ; растертый въ порошокъ принимаетъ бурый цвѣтъ, удѣльный вѣсъ 1,96, точка плавленія $130^{\circ} C$. Химическій составъ его 78,8 % С, 9,8 H, 10S, 1,4 N и 0,5 золы. Алкоголь извлекаетъ 5%, эфиръ 52% смолистаго вещества. Здѣсь, кстати, позволю себѣ привести анализы и описаніе химическаго характера другихъ извѣстныхъ заграничныхъ битумовъ, заимствуя эти свѣдѣнія изъ прекрасной монографіи Dr. Kayser'a. Какъ выше сказано, горный гудронъ и битумъ, которыми пропитаны смолистые известняки, должны имѣть генетическую связь, а потому и считаю умѣстнымъ въ этой статьѣ охарактеризовать битумы или горный гудронъ, извѣстные въ химіи подъ именемъ асфальта, а въ послѣдующихъ моихъ очеркахъ, посвященныхъ асфальтовому производству, подробнѣе изложу описаніе битуминозныхъ известняковъ Основываясь на элементарныхъ анализахъ, до сихъ поръ произведенныхъ, составными частями природнаго асфальта считались: углеродъ, водородъ и кислородъ, какъ продукты разложенія и окисленія нефти, всегда встрѣчаемой вблизи мѣсторожденій асфальта; но по новѣйшимъ воззрѣніямъ науки, благодаря работамъ Helin'a, изслѣдовавшаго янтарь (по всей вѣроятности весьма хрупкое смѣшеніе горной смолы съ растительной), въ составъ асфальта входитъ также и сѣра. Такъ напр. Helin нашелъ въ янтарѣ 0,26—0,42% S, въ сирійскомъ асфальтѣ 9%, въ асфальтѣ американскихъ мѣсторожденій 9% и проч. По опредѣленію этихъ ученыхъ сирійскій асфальтъ, имѣетъ, какъ и тринидадъ, раковистый изломъ, обладаетъ пріятнымъ битуминознымъ запахомъ, цвѣта чернаго, а растертый въ порошокъ дѣлается бурымъ, удѣльный вѣсъ 1,03,—начинаетъ плавиться при $135^{\circ} C$., растворяется частью въ алкогольъ, эфиръ, бензинъ и совершенно экстрагируется хлороформомъ, сѣрнистымъ углеродомъ, скипидаромъ и разными легкими нефтяными углеводородами (по изслѣдованію другихъ химиковъ сирійскій асфальтъ почти вовсе не растворяется въ легкихъ нефтяныхъ маслахъ, а напротивъ имѣетъ способность впитывать въ себѣ эти масла, какъ напр. бензолъ); въ натріевомъ и калиевомъ щелокахъ не растворяется; подогрѣтая и даже кипящая азотная кислота на него не дѣйствуетъ. Сирійскій асфальтъ появляется въ продажѣ въ видѣ большихъ комьевъ, иногда содержащихъ небольшіе куски землистыхъ частицъ, состоящихъ изъ углекислаго кальція, гипса, глины и песку, а также довольно значительный процентъ гигроскопической воды. Генеральная проба нѣсколькихъ образцовъ сирійскаго асфальта, взятыхъ изъ разныхъ мѣсторожденій, цѣлымъ рядомъ лабораторныхъ опредѣленій, показала въ сирійскомъ асфальтѣ 80% углерода, 9% водорода, 10% S, 0,6 золы и 0,4% азота. Обработывая этотъ асфальтъ кипящимъ алкоголемъ, эфиромъ и хлороформомъ, получаютъ послѣдовательно три вещества, совершенно другъ отъ друга отличныя по своимъ свойствамъ и химическому составу. Алкоголь извлекаетъ изъ сирійскаго асфальта 40% желтаго маслянистаго вещества, съ смолистымъ запахомъ, подходящаго подъ формулу $C_{32} H_{16} S$, легко растворимаго

въ эфирѣ, не растворимаго, однако, въ калиевомъ и натріевомъ щелокахъ; эфиръ экстрагируетъ 14% смолы, бурога цвѣта, почти безъ всякаго запаха, начинающей плавиться при 65° C и выражаемой формулой $C_{64} H_{92} S_3$. Растворимый въ хлороформѣ остатокъ ряда $C_{32} H_{42} S_2$, пропущенный чрезъ фильтр, по выпариваніи хлороформа, даетъ весьма хрупкую, блестящую, чернаго цвѣта, безъ всякаго запаха смолу, точка кипѣнія которой 156° C, легко растворимую въ хлороформѣ, скипидарѣ и съ трудомъ экстрагируемую бензиномъ и нефтью. Эти лабораторные опыты убѣждаютъ насъ въ томъ, что какъ въ сирійскомъ асфальтѣ, такъ равно и въ составныхъ его частяхъ, не обнаружено присутствія кислорода, а только углерода, водорода и сѣры. Перегоняя этотъ асфальтъ, при замѣтномъ выдѣленіи сѣроводорода, получается дистиллатъ, состоящій изъ 80,68 % C, 12,09 H, 6,68 % S буровато-желтаго цвѣта, жидкой консистенціи, весьма непріятнаго запаха; дистиллатъ легко растворяетъ каучукъ, а также сѣру и составляетъ 48% изслѣдуемаго асфальта; при сухой перегонкѣ разлагается на цѣлый рядъ содержащихъ жидкостей, точка кипѣнія которыхъ варьируетъ отъ 95—205° C.

Асфальтъ изъ Маракаибо по наружному виду похожъ на тринидадъ, удѣльный вѣсъ его, по изслѣдованію Kayser'a, 1,091, онъ трудно растворяется въ алкогольѣ, легче въ эфирѣ и бензолѣ и совершенно извлекается хлороформомъ и скипидаромъ; содержитъ 81,6% C, 9,6% H, 8% S и 0,34% золы.

Асфальтъ, доставленный для изслѣдованія Kayser'у изъ Borbados, темно-коричневаго цвѣта, удѣльный вѣсъ 1,041, начинаетъ плавиться при 110° C, частью растворяется въ эфирѣ и алкогольѣ, легко обрабатывается хлороформомъ и скипидаромъ; содержитъ 87,4% C, 9,56% H, 2,67% S и 0,24% золы. Составная часть этого асфальта, растворимая въ эфирѣ, — представляетъ собою углеводородъ, который можетъ быть выраженъ формулой $C_{30} H_{50}$.

Въ своемъ сочиненіи Kayser приводитъ также химическое изслѣдованіе образцовъ асфальта, добываемаго въ Бехельбронѣ (Эльзасъ); асфальтъ этотъ растворяется въ алкогольѣ, въ эфирѣ только частью, хлороформъ же и скипидаръ совершенно растворяютъ его; состоитъ изъ 86,6 % C, 11,4 % H, 1,4 % S, 0,3 % N, 0,5 % золы. При продолжительномъ подогрѣваніи и повышеніи температуры до 230° C, перегоняется одинъ изъ углеводородовъ ряда $C_{20} H_{32}$, полученный уже раньше извѣстнымъ химикомъ Буссенго (Boussingault) такимъ же способомъ изъ того же асфальта и названный имъ петроленомъ; въ остатокъ же получается продуктъ, которому Буссенго присвоиваетъ новое названіе „асфальтенъ“; вещество это не растворяется въ алкогольѣ, а лишь въ эфирѣ, хлороформѣ и скипидарѣ; плавится при 300° C, а при дальнѣйшемъ повышеніи температуры, выдѣляя значительное количество сѣроводорода, совершенно разлагается. Этотъ продуктъ, однако, по опредѣленію Кейзера, не содержитъ, какъ утверждаетъ Буссенго, 15,87 % кислорода, а послѣдній замѣщенъ около 15% сѣры. Такимъ образомъ, асфальтъ изъ Бехельброна представляетъ собой

экстрактъ, состоящій изъ двухъ составныхъ частей: сѣру — содержащаго углеводорода и петролена, не заключающаго въ себѣ сѣры.

Химическія изслѣдованія естественныхъ битумовъ, приведенныхъ въ сочиненіи Кейзера, краснорѣчиво опровергаютъ установившуюся теорію образованія асфальта исключительно путемъ окисленія нефти (имѣющей, какъ извѣстно, большое сродство къ кислороду) или одной изъ составныхъ ея частей, такъ какъ всѣ анализы указываютъ на совершенное отсутствіе въ асфальтѣ кислорода. Значительное же процентное содержаніе сѣры въ изслѣдованныхъ образцахъ, а также постоянное совмѣстное нахожденіе битумовъ, сѣры въ свободномъ состояніи и нефти даютъ намъ основаніе объяснить себѣ возникновеніе асфальта изъ углеводородовъ и сѣры или же изъ однихъ сѣрнистыхъ соединений; невероятное давленіе, развитіе высокой температуры, длинные періоды времени, а, быть можетъ, и вулканическія силы были также важными факторами при его образованіи. Кейзеръ подтверждаетъ свой взглядъ на образованіе асфальта тѣмъ, что и обыкновенная нефть, при извѣстной температурѣ, растворяетъ значительное количество сѣры, а при перегонкѣ экстракта, послѣ того какъ нѣкоторая часть растворителя безъ всякаго измѣненія дистиллировалась, отдѣляя сѣроводородъ, даетъ содержащую сѣру, буро-черную, смолистую массу, легко растворимую въ алкогольѣ.

Совмѣстное нахожденіе битуминозныхъ ископаемыхъ и сѣры въ Россіи заставляеть насъ раздѣлить взглядъ Кейзера на происхожденіе асфальта. Еще въ прошломъ столѣтіи у насъ разрабатывались залежи сѣры тамъ, гдѣ теперь добываютъ смолистые известняки и горный гудронъ. Жигулевскія горы (на правомъ берегу Волги, въ Сызранскомъ уѣздѣ), извѣстныя уже со времени путешествія по Россіи Палласа, ихъ посѣтительнаго, считались до Крымской войны единственнымъ мѣсторожденіемъ сѣры; теперь въ различныхъ мѣстностяхъ этихъ горъ производится добыча асфальтовыхъ сырыхъ матеріаловъ. Въ сызранскихъ юрскихъ известнякахъ, пропитанныхъ горной смолой, а также и въ горномъ гудронѣ содержится до 1,5% сѣры. Залеганіе сѣры въ видѣ гнѣздъ въ пермскихъ известнякахъ и гипсѣ, изъ которыхъ сложены сюкъевскія горы (на правомъ берегу р. Волги, въ 20 верстахъ выше г. Тетиушъ) и присутствіе сѣры въ сюкъевскихъ битумахъ можетъ также служить объясненіемъ теоріи Кейзера. Сдѣланные Кейзеромъ и др. анализы различныхъ образцовъ заграничнаго асфальта и обнаружившіе присутствіе сѣры въ иермскимъ и юрскихъ известнякахъ нашихъ русскихъ мѣсторожденій природныхъ асфальтовыхъ матеріаловъ даютъ намъ право именемъ асфальта обозначать сѣрусодержащіе предѣльные углеводороды. Во избѣжаніе недоразумѣній, часто возникающихъ въ технической литературѣ, Кейзеръ предлагаетъ разъ навсегда установить для битуминозныхъ ископаемыхъ слѣдующіе три термина: 1) асфальтъ — это смѣсь сѣрусодержащихъ углеводородовъ, добываемая въ Черномъ морѣ (такъ называемая іудейская или жидовская смола) на островѣ Тринидадѣ и въ Маракайбо,

2) асфальтоиды — твердые углеводороды, растворенные въ смѣси жидкихъ углеводородовъ съ сѣрой; мѣстонахожденіе этихъ ископаемыхъ: Бехельбронъ, Barbados, 3) битуминозные известняки, доломиты, песчаники-пропитанные чистою горною смолою.

Мы, съ своей стороны, будемъ придерживаться терминовъ, введенныхъ пионеромъ возрожденнаго асфальтоваго производства инженеромъ Yon. Malo и называемъ асфальтомъ известняки, пропитанные минеральною смолою, а горнымъ гудрономъ — извлеченное изъ этихъ известняковъ химическимъ путемъ смолистое вещество, доведенное выпариваніемъ (т. е. по отдѣленіи легкихъ маселъ) до густой консистенціи, а также получаемую кипяченіемъ съ водою битуминозныхъ песчаниковъ минеральную смолу, аналогичную по своимъ свойствамъ и химическому характеру съ тринидадомъ и іудейскою смолою, т. е. съ ископаемыми, называемыми Кейзеромъ асфальтоидами.

Асфальтовое производство приняло у насъ въ Россіи широкіе размѣры, а между тѣмъ запасы гудрона, въ настоящее время добываемаго въ Сызранскихъ его мѣсторожденіяхъ, считавшихся благонадежными, быстро истощается, и заводчики должны будутъ рано или поздно, за недостаткомъ естественнаго матеріала, употреблять въ дѣло одинъ изъ суррогатовъ гудрона. Но всѣ неудавшіеся опыты съ газовой смолою, гарпіусомъ и проч. убѣждаютъ насъ въ совершенной непригодности этихъ продуктовъ для изготовленія хорошаго качества асфальтовой мастики; на обязанности же каждаго техника, посвятившаго себя изученію асфальтоваго производства, лежитъ своевременно прійти на помощь асфальтовымъ заводчикамъ: указать имъ на тѣ или другія полезныя ископаемыя, имѣющія генетическую связь съ минеральнымъ гудрономъ и могущія съ пользою его замѣнить. Позволяю себѣ указать на твердые предѣльные углеводороды почти одинаковаго химическаго характера съ гудрономъ, а именно: напродукты, извлекаемые изъ кавказскаго кира и насыщенной сгустившеюся нефтью земли (Самарской губ. Бугульминскаго и Бугурусланскаго уѣздовъ).

Киръ, встрѣчающійся въ большомъ количествѣ въ видѣ натековъ на Апшеронскомъ полуостровѣ, островахъ Святомъ и Челекенѣ, также на Нефтяной горѣ (въ Закаспійскомъ краѣ) и въ другихъ мѣстахъ, давно уже обратилъ на себя вниманіе предприимчивыхъ дѣятелей, по крайней мѣрѣ, наша техническая литература богата свѣдѣніями о кирѣ, но въ этихъ сообщеніяхъ говорится о кирѣ въ отношеніи его пригодности какъ асфальтоваго готоваго матеріала; въ этомъ видѣ его давно уже употребляютъ на Востокѣ и на Кавказѣ для заливки крышъ. Не касаясь здѣсь вопроса о примѣненіи кира въ сыромъ, необработанномъ видѣ, я рѣшаюсь обратить вниманіе интересующихся дальнѣйшею участію асфальтоваго производства на одинъ изъ кировыхъ продуктовъ, получаемый изъ кира экстракціей (бензиномъ, сѣрнистымъ углеродомъ).

Киръ — слово персидское, въ переводѣ на русскій языкъ означаетъ

смолу черного цвѣта. Воскообразное, полутвердое вещество это находится, какъ говоритъ профессор Лисенко въ своемъ сочиненіи о кавказской нефти, въ огромномъ количествѣ повсемѣстно тамъ, гдѣ существуютъ истоки или изверженія нефти, и представляетъ собою продуктъ разложенія и окисленія нефти. Приводя опредѣленіе физической природы кира, я, кстати, воспользуюсь отзывамъ химика Эйхлера о химическомъ составѣ кира, обязательно сообщенными мнѣ въ частномъ письмѣ. Последній состоитъ изъ смѣси асфальта (въ химическомъ значеніи этого слова), по всей вѣроятности озокерита (горного воска) и углеводородовъ съ весьма высокимъ удѣльнымъ вѣсомъ и точкой кипѣнія. Изъ доставленнаго мнѣ для изслѣдованія кира низкаго качества (съ значительною примѣсью землестыхъ частицъ) я получилъ лабораторнымъ путемъ 13,25% смолы, не отличающейся, однако, вязкостью, свойственной гудрону; по удаленіи легкихъ маселъ эта смола густѣетъ, дѣлается хрупкою и въ такомъ видѣ можетъ служить удовлетворительнымъ матеріаломъ для варки асфальтовой мастики; горная порода, оставшаяся на фильтрѣ, состоитъ изъ зеренъ раковистаго известняка, песчаника и суглинка. Лабораторный опытъ полученія смолы изъ сырого кира я производилъ посредствомъ очищеннаго бензина, удѣльнаго вѣса 0,72, точки кипѣнія 85° С.; по если киро-экстракціонное производство получило бы у насъ свое развитіе, необходимо будетъ воспользоваться дешевымъ нефтянымъ бензиномъ (не имѣющимъ теперь себѣ сбыта въ Баку, сжигаемымъ заводчиками на воздухѣ), съ болѣе высокимъ удѣльнымъ вѣсомъ и точкою кипѣнія 120—150° С. Для удаленія жидкихъ тяжелыхъ углеводородовъ изъ извлеченной этимъ бензиномъ смолы потребуется чрезвычайно высокая температура, регулировать которую представить не мало техническихъ затрудненій. Только при известной температурѣ (по опредѣленію г. Эйхлера около 600° С?) перегонкою получается пригодный для асфальтоваго производства кировый продуктъ, и стоитъ лишь превысить эту температуру, какъ составныя части кира будутъ неминуемо разлагаться, а такъ какъ точка кипѣнія и температура, при которой киръ начинаетъ разлагаться, весьма близки другъ къ другу, то выпаривать жидкіе, тяжелые углеводороды на голомъ огнѣ будетъ невозможно, а лишь перегрѣтый паръ можетъ въ данномъ случаѣ оказать намъ существенную пользу; умѣнье же регулировать температуру перегрѣтаго пара пріобрѣтается продолжительной практикой. Г. Эйхлеръ полагаетъ, что смола, химическимъ способомъ извлеченная изъ кира-сырья и растворимая въ бензилѣ, отвѣчаетъ предѣльнымъ углеводородамъ парафиноваго ряда $C_n H_{2n+2}$. Приводя въ доказательство своего предположенія то, что всѣ родственный озокериту вещества начинаютъ разлагаться при температурѣ около 600° С., при которой они испаряются, какъ парафинъ, такъ и жидкіе углеводороды, имѣющіе одинаковый химическій составъ и удѣльный вѣсъ соответственными составными частями американской нефти; а такъ какъ при производствѣ перегонки чистыхъ веществъ остающійся въ ретортѣ углестый остатокъ

не превышаетъ 1% , а образованіе газовъ при этомъ ничтожно, то Эйхлеръ полагаетъ, что какъ чистый озокеритъ (церезинъ), такъ равно и всѣ низшія промежуточныя тѣла, включая сюда и вазелинъ (нефтяное сало), должны имѣть одинаковый химическій составъ, т. е. могутъ быть выражены, какъ сказано, общою формулою $C_n H_{2n+2}$; жидкіе же тяжелые углеводороды, входящіе въ составъ кира, по опредѣленію г. Эйхлера, относятся къ углеводородамъ $C_n H_{2n-2}$, т. е. аналогичны съ отвѣчающими имъ углеводородами кавказской нефти (??).

Кировое производство тогда только можетъ получить свое начало, когда будутъ устроены на рациональныхъ началахъ несложные экстракціонныя аппараты, дающіе наибольшій выходъ кироваго продукта, пригоднаго какъ матеріала для асфальтоваго производства при незначительномъ процентѣ потери растворителя. Устройство завода для изготовленія этого продукта на Апшеронскомъ полуостровѣ было бы цѣлесообразно, такъ какъ залежи сырья здѣсь легко эксплуатировать, дешевизною же бензина, какъ растворителя, а нефти, какъ топлива, обуславливается успѣхъ проектируемаго новаго заводскаго предпріятія. Прототипомъ для конструкціи экстракціонныхъ аппаратовъ могутъ служить построенные нами на Сюкѣевскомъ заводѣ модельные: экстракторъ, отгонный кубъ, или холодильники для извлеченія гудрона изъ илстыхъ битуминозныхъ ископаемыхъ. Такъ какъ наша система, проектъ которой разработана мною совмѣстно съ нѣмецкимъ докторомъ химіи К. Г. Отто, еще не привилегирована, то не считаю себя вправе ознакомить теперь читателей съ деталями всего устройства, а укажу лишь на ходъ самой манипуляціи. Въ извлекатель, цилиндръ съ усѣченнымъ коническимъ нижнимъ основаніемъ (для удобной выгрузки), чрезъ верхній люкъ загружаютъ сырье, предварительно раздробленное въ куски величиною съ полевую горошину; по окончаніи загрузки, посредствомъ нажимнаго винта, закрываютъ герметически крышку, при чемъ прокладкой служитъ свинцовое кольцо, такъ какъ другія прокладки здѣсь не примѣнимы; затѣмъ монтажу накачиваютъ въ экстракторъ бензинъ, такъ-какъ никакіе поршневые насосы здѣсь не оправдуютъ свое назначеніе, и въ теченіе 2—3 часовъ, для наилучшаго растворенія смолы, накачиваютъ въ экстракторъ воздухъ, замѣняющій въ данномъ случаѣ мѣшательный аппаратъ. Землистая частица осѣдаютъ на дно извлекателя, а экстрактъ, имѣющій меньшій удѣльный вѣсъ, чѣмъ вода, отдѣляется отъ породы вливаніемъ въ извлекатель воды. По отстаиваніи, экстрактъ спускается въ отгонный кубъ, откуда бензинъ посредствомъ перегрѣтаго пара при температурѣ $130—150^{\circ}$ С. начинаетъ перегоняться и, пройдя холодильники, конденсируется въ запасномъ бакѣ. Во время перегонки бензина выгружаютъ изъ экстрактора отбросъ, а затѣмъ дѣлаютъ новую загрузку. Когда въ отгонномъ кубѣ скопится достаточное количество смолы, въ составъ которой входятъ и жидкіе тяжелые углеводороды, ее спускаютъ въ отдѣльный кубъ, вводятъ сюда перегрѣтый до $500—600^{\circ}$ Ц. (?) паръ, при чемъ жидкіе углеводороды

перегоняются, а остающаяся въ кубѣ смола густой консистенціи представляетъ собой кировый продуктъ, который можетъ имѣть примѣненіе въ асфальтовомъ производствѣ, замѣняя собою минеральный гудронъ. Еще въ 1867 году въ Инженерномъ Журналѣ (№ 5) помѣщена статья Энгельгардта о кирѣ и кировомъ асфальтѣ, а въ 1874 году ему выдана привилегія на приготовленіе асфальта изъ кировой эссенціи, но мнѣ неизвѣстно устройство патентованныхъ аппаратовъ Энгельгардта, а также и то, оправдали-ли они на дѣлѣ свое назначеніе, такъ какъ объ этомъ не имѣю свѣдѣній.

Сдѣлавъ краткое описаніе физико-химической природы кира и выяснивъ возможность примѣнить кировый продуктъ въ асфальтовомъ производствѣ, перехожу къ изложенію результатовъ моихъ изслѣдованій горныхъ породъ, пропитанныхъ сгустившеюся нефтью, найденныхъ мною въ прошлогоднюю экскурсію въ Самарской губерніи. Здѣсь я ограничусь описаніемъ нахождения битуминозныхъ ископаемыхъ въ Бугульминскомъ и Бугурусланскомъ уѣздахъ, гдѣ производилъ шурфовыя развѣдки, такъ какъ въ другихъ мѣстностяхъ, описанныхъ Шандоромъ, мнѣ лично не удалось быть, а основывать свои выводы о благонадежности тѣхъ или другихъ мѣсторожденій означенныхъ ископаемыхъ по опубликованнымъ въ свое время сообщеніямъ Шандора было бы слишкомъ рисковано.

Семенкино, небольшая чувашская деревня, расположена на границѣ Бугульминскаго и Бугурусланскаго уѣздовъ Самарской губерніи; по направленію къ SW отъ деревни ведетъ узкая полевая тропа къ такъ называемому Дегтярному ключу, небольшому ручью. По берегамъ ручейка, на протяженіи 800 метр. обнажены залежи смолистыхъ ископаемыхъ, залегающихъ здѣсь въ видѣ пластовъ и пропластковъ различной толщины и неравномѣрно пропитанныхъ сгустившеюся черною нефтью. Напластованіе горныхъ породъ слѣдующее, считая сверху внизъ: подъ растительной почвой 1) цементированная галька 6 вершк., мелко зернистый весьма плотный песчаникъ, слагающийся изъ кварцевыхъ зеренъ и мелкихъ илстыхъ частицъ, связанныхъ сгустившей, липкой нефтью (анализъ этого образца далъ 1,57% нефти черного цвѣта); 2) песчаникъ съ примѣсью углекислаго кальція и ила, свѣтло-буроватаго цвѣта съ сильнымъ специфическимъ нефтянымъ запахомъ. Лабораторнымъ опредѣленіемъ въ этой горной породѣ обнаружено 3% нефти (?), въ составъ которой входитъ значительный процентъ тяжелыхъ углеводородовъ съ чрезвычайно высокою точкою кипѣнія. По удаленіи жидкихъ углеводородовъ получается смола густой консистенціи, отличающаяся вязкостью и тягучестью; 3) прослойка песчаника, пропитаннаго сгустившеюся нефтью; толщина этого прослойка всего 4 вершка; анализъ показалъ въ немъ 7,25% нефти, изъ которой при производствѣ перегонки выдѣляются жидкіе углеводороды; при температурѣ 550° С. получается маслянисто-смолистый продуктъ.

На NNW отъ Семенкина идетъ проселочная дорога къ Елховому ключу,

тоже ручейку, по отлогимъ берегамъ котораго обнаружено слѣдующее напластованіе минеральныхъ породъ подъ черноземомъ: а) пластъ песчаника, весьма плотнаго, пропитаннаго нефтью въ незначительномъ количествѣ; б) пластъ песчаника съ примѣсью ила и углекислаго кальція, толщиной 12 вершковъ; изъ этого песчаника лабораторнымъ путемъ извлечено 9,25% черной нефти, изъ которой, отогнавъ летучіе и жидкіе углеводороды, получается вещество, также аналогичное съ горнымъ гудрономъ. Вываривать эту смолу водой не удастся, такъ какъ при кипяченіи съ водой на поверхность механически увлекаются илѣистыя частицы, и получаемый продуктъ — смолистое вещество — содержитъ много землистыхъ частицъ; сѣрнистый углеродъ извлекаетъ изъ породы 9,25%, бензинъ 8%; только экстракціей можно получить чистую смолу. Соображаясь съ условіями залеганія пластовъ битуминозныхъ ископаемыхъ у Дегтарнаго ключа, это мѣсторожденіе можетъ считаться благонадежнымъ: пластъ въ 12 вершковъ толщиной обнаруженъ на протяженіи 140 метр. по обоимъ отлогимъ берегамъ ручья; сносъ земли небольшой для обнаженія этихъ песчаниковъ, названныхъ Шандоромъ землю, пропитанною (насыщенною) нефтью. По всѣмъ признакамъ песчаники эти сходны съ кавказскимъ киромъ; вся разница лишь въ томъ, что основную массу ихъ составляютъ главнымъ образомъ кварцевыя зерна, а не углекислый кальцій. Нахожденіе этихъ ископаемыхъ навело Шандора на мысль заложить въ Дегтарномъ ключѣ буровую скважину, съ цѣлью открыть на глубинѣ нефть, но буровая развѣдка не привела къ ожидаемымъ результатамъ. Шандоръ нефтяного бассейна здѣсь не нашелъ, хотя проходилъ нефтяносныя горныя породы.

ГОРНОЕ ХОЗЯЙСТВО, СТАТИСТИКА И ИСТОРИЯ.

ВЕЛЬГІЙСКІЙ ЗАКОНЪ 28 АПРѢЛЯ 1884 г. О ПРОИЗВОДСТВѢ РУДНИЧНЫХЪ РАБОТЪ ¹⁾.

Отдѣлъ I. *Правила, обезпечивающія безопасность обыкновенныхъ горныхъ работъ.*

ГЛАВА I. Рудничные планы.

Ст. 1. Владѣльцы рудниковъ обязана вести, отдѣльно для каждаго пласта или мѣсторожденія, планы и отчеты, указывающіе ежемѣсячный ходъ работъ, характеръ и измѣненія мѣсторожденій, а также всѣ обстоятельства, которыя полезно помнить, ради пользы рудника и безопасности рабочихъ.

На этихъ планахъ должны быть обозначены всѣ жилия помѣщенія и всякія постройки; главные пути сообщенія, сухопутныя и водяныя; границы отвода; тутъ же должны быть показаны положеніе и абсолютная высота точекъ, устья шахтъ и штоленей, выходящихъ на поверхность.

Когда вышепробуемая указанія не могутъ быть нанесены на общій планъ подземныхъ работъ, безъ того, чтобы не затруднить ясность и легкость чтенія послѣдняго, въ такихъ случаяхъ долженъ всегда явѣться отдѣльный планъ поверхности.

Упомянутые въ настоящей статьѣ планы должны быть вычерчены въ масштабъ $\frac{1}{10000}$.

Планы металлическихъ рудниковъ могутъ быть вычерчиваемы въ болѣешемъ масштабѣ.

Ст. 2. Подлинники плановъ и отчетныхъ вѣдомостей должны храниться въ мѣстахъ производства работъ или же въ главномъ управленіи предпріятія, если оно не особенно удалено; копіи съ этихъ плановъ и отчетовъ отсылаются

¹⁾ Переведъ М. Н. изъ „Annales des mines“ t. V, livr. 2, 1884.

администраціи рудниковъ; онѣ должны быть мѣняемы, въ продолженіе первой четверти каждаго года, на другія надлежащимъ образомъ дополненныя.

Ст. 3. Когда какія нибудь выработки предназначаются быть оставленными, рудничное управленіе обязано, письменно, увѣдомить объ этомъ окружающаго инженера заблаговременно, пока выработки эти не сдѣлались недоступными.

Если рудничное управленіе не исполнитъ этого, постоянная депутація провинціального совѣта, по предложенію инженера, можетъ распорядиться и указать, какія именно выработки должны быть возобновлены на счетъ горнопромышленника.

Ст. 4. Когда планы и отчеты не ведутся такъ, какъ это сказано въ ст. 1-ой, или же не выполнены въ указанный срокъ, окружные инженеры доносятъ объ этомъ провинціальной власти, обязанной приказать сдѣлать оныя на счетъ горнопромышленника, не избавляя его этимъ отъ наказанія, согласно ст. 90.

Ст. 5. Планы, упоминаемые въ предыдущихъ статьяхъ, должны быть подписываемы горнопромышленниками или ихъ уполномоченными.

Глава II. Шахты.

Ст. 6. Каждый рудникъ долженъ имѣть не менѣе двухъ отдѣльныхъ выходовъ на поверхность, доступныхъ, во всякое время, для рабочихъ, занятыхъ въ разныхъ его пунктахъ.

Ст. 7. Устья шахтъ съ лѣстницами должны быть расположены внѣ главныхъ строеній разрабатываемаго мѣсторожденія.

Ст. 8. Устья всѣхъ дѣйствующихъ шахтъ должны быть снабжены рѣшетками или западями, устраиваемыми во избѣжаніе опасности при передвиженіи вообще людей и занятіяхъ рабочихъ.

Такія же мѣры должны быть приняты на всѣхъ дѣйствующихъ этажахъ рудника, для предупрежденія случаевъ паденія людей въ шахты, въ воду, которая можетъ находиться на днѣ ихъ, въ зумцфахъ, а также случаевъ паденія кѣтей или бадей съ рабочими.

Ст. 9. Устья шахтъ, специально предназначенныхъ для сообщенія между нитреками, при выходѣ наружу, должны быть обнесены камешной стѣной, высотой не меньше 3 метровъ. Свободный доступъ къ этимъ шахтамъ долженъ быть устраненъ помощью дверей, запираемыхъ на ключъ. Точно также должны быть запираемы на ключъ двери, ведущія къ воздушнымъ вертикальнымъ выработкамъ.

Ст. 10. Каждая шахта рудника, на время оставляемая, должна немедленно быть закрываема досками или камешнымъ сводомъ подлежащей прочности.

Въ случаѣ, когда какую нибудь шахту предполагають окончательно оставить, рудничное управленіе обязано, за мѣсяць впередъ, увѣдомить объ этомъ постоянную депутацию провинціального совѣта, которая, по указанію окружного инженера, предписываетъ полиціи принять соотвѣтственныя мѣры, ради безопасности людей и вещей.

ГЛАВА III. Спускъ и подъемъ людей.

Ст. 11. Спускъ и подъемъ людей должны производиться посредствомъ приспособленій, соотвѣтственно устроенныхъ, правильно дѣйствующихъ, тщательно содержимыхъ и подчиненныхъ ниже приведеннымъ правиламъ.

Ст. 12. Лѣстницы должны быть наклонены подъ угломъ, не превосходящимъ 80°.

Ст. 13. Примѣненіе канатовъ, для передвиженія людей по шахтамъ, обусловлено слѣдующими правилами:

а) клѣти, по возможности, должны быть такъ устроены, чтобы выпаденіе рабочихъ было невозможно; онѣ также должны быть защищены отъ ударовъ, отвалившимися отъ стѣнъ кусками породъ или могущихъ упасть съ поверхности предметовъ.

Если для передвиженія рабочихъ примѣнены бады, онѣ должны быть снабжены предохранительными ремнями и колпаками для защиты отъ могущихъ упасть сверху твердыхъ тѣлъ.

б) Число лицъ, которыя могутъ заразъ помѣститься въ клѣтяхъ или бадьяхъ, а также скорость передвиженія ихъ по шахтамъ, опредѣляются рудничнымъ управленіемъ и доводятся до свѣдѣнія окружного инженера.

Клѣть или бадья, если въ нихъ садится опредѣленное число рабочихъ, не должны быть нагружаемы никакимъ добавочнымъ грузомъ.

Въ началѣ и подъ конецъ хода клѣтей или бадей, движеніе машины должно совершаться медленно и осторожно; тоже условіе надо соблюдать при скрециваніи клѣтей или бадей, когда онѣ движутся въ шахтахъ, отдѣленія которыхъ не снабжены перегородками.

с) На извѣстной высотѣ надъ устьемъ шахты, разстоянія между направляющими должны быть уменьшены, а также должны быть устроены предохранительные клинья, на случай, когда клѣть могла-бы внезапно удариться объ шкивы и упасть обратно въ шахту.

Когда разстояніе между направляющими не уменьшено, обязательно долженъ быть примѣненъ механизмъ, задерживающій клѣти (evite-molette).

д) Подъемная машина должна быть снабжена тормазомъ, прирѣзаннымъ такимъ образомъ, чтобы машинистъ могъ легко имъ управлять, не сходя съ мѣста.

е) Равнымъ образомъ подъемная машина должна быть снабжена при-

боромъ, показывающимъ движеніе клѣтей по шахтѣ; автоматическій колокольчикъ долженъ извѣщать о приближеніи клѣтей къ поверхности.

Рудничное управленіе указываетъ машинистамъ систему сигналовъ, для всѣхъ необходимыхъ служебныхъ маневровъ.

f) Рудничное управленіе обязано сдѣлать необходимыя распоряженія, на случай порчи подъемнаго устройства, и для обратнаго подъема людей, которые могутъ находиться въ клѣткахъ или бадахъ.

g) Рудничное управленіе принимаетъ необходимыя мѣры для сохраненія надлежащаго порядка при спускѣ и подъемѣ рабочихъ.

Ст. 14. Рудничное управленіе обязано производить, не менѣе одного разу въ недѣлю, осмотръ шахтъ и механическихъ устройствъ, служащихъ для спуска и подъема рабочихъ.

Ст. 15. На рудникахъ должны быть ведены спеціальныя вѣдомости о времени постановки, поправокъ и продолжительности службы каждаго каната; въ нихъ должны быть указаны результаты періодическихъ осмотровъ, предписываемыхъ рудничнымъ управленіемъ, независимо отъ обыкновенныхъ, упомянутыхъ въ предыдущей статьѣ.

ГЛАВА 4. Провѣтриваніе, освѣщеніе и употребленіе взрывчатыхъ веществъ.

Ст. 16. По отношенію къ правиламъ обязательнымъ при провѣтриваніи, освѣщеніи и употребленіи взрывчатыхъ веществъ, всѣ рудники подраздѣляются на двѣ категоріи: рудники или копи безъ гремучаго газа и копи съ гремучимъ газомъ.

Опредѣленіе копей съ гремучимъ газомъ производится на мѣстѣ, въ забояхъ, стараніями постоянной депутаціи провинціального совѣта, по указанію окружнаго инженера, принявъ во вниманіе наблюденія горнопромышленника.

Часть I. *Правила, относящіяся къ провѣтриванію всѣхъ вообще рудниковъ.*

Ст. 17. При производствѣ подземныхъ работъ, провѣтриваніе всѣхъ пунктовъ, доступныхъ для рабочихъ, должно быть обезпечено достаточной струей свѣжаго воздуха.

Скорость струи и дѣленіе ея по выработкамъ должны быть регулируемы по отношенію къ числу рабочихъ, развитію работъ и выдѣленіямъ газовъ даннаго рудника.

Выработки, пазначенныя для передвиженія воздуха, должны быть легко доступны во всѣхъ частяхъ.

Ст. 18. Провѣтриваніе должно быть устроено надлежащимъ образомъ, правильно, непрерывно и обезпечено отъ всякихъ случайностей.

Ст. 19. Струя воздуха, попорченная примѣсью вреднаго или воспламеняющагося газа до степени, представляющей опасность для здоровья и

жизни рабочихъ, должна быть тщательно удалена отъ мѣста работъ и часто посѣщаемыхъ путей.

Число разрабатываемыхъ пунктовъ (забоевъ), въ случаѣ необходимости, должно быть ограничено, чтобы рабочіе, находящіеся на поворотахъ струи воздуха, не подвергались вредному ея дѣйствію.

Ст. 20. Закладки, устраиваемыя съ цѣлью поддержанія породы или для отдѣленія откаточныхъ путей отъ параллельныхъ воздушныхъ, должны быть тщательно укрѣплены и содержимы непроницаемыми по возможности.

Ст. 21. Закладки эти должны быть продолжаемы постепенно, согласно забоямъ, для того, чтобы струя воздуха была всегда достаточно сильна и могла препятствовать накопленію вредныхъ газовъ; все-таки необходимо стараться избѣгать излишней ея скорости.

Ст. 22. Выработки должны быть такъ расположены, чтобы не нужно было прибѣгать къ устройству дверей для направленія или раздѣленія струи воздуха.

Всякая дверь, предназначенная для распредѣленія воздуха, должна быть какъ устроена, чтобы могла свободно пропускать опредѣленное количество его, смотря по необходимости.

Примѣненіе многихъ дверей, соотвѣтственно расположенныхъ, необходимо въ штрекахъ, гдѣ двери эти должны быть часто открываемы для рудничныхъ надобностей.

Ст. 23. Пути и выработки, оставленные и непровѣтриваемыя, должны быть недоступны для рабочихъ.

Часть II. *Правила, относящіяся къ провѣтриванію копей съ гремучимъ газомъ.*

Ст. 24. Копи съ гремучимъ газомъ подраздѣляются на три категоріи: 1) копи, выдѣляющія темнаго газа; 2) копи съ обильно выдѣляющимся газомъ и 3) копи съ мгновенно выдѣляющимся гремучимъ газомъ.

Ст. 25. Подраздѣленіе это производится на мѣстѣ, въ забояхъ, стараніями постоянной депутаціи провинціального совѣта, по указанію окружного инженера, принимая во вниманіе наблюденія горнопромышленника.

§ 1. *Правила, касающіяся всѣхъ копей съ гремучимъ газомъ.*

Ст. 26. Разработка копей должна производиться, насколько это возможно, слоями, послѣдовательно вынимаемыми въ нисходящемъ порядкѣ.

Ст. 27. Провѣтриваніе при помощи вѣтряныхъ щитовъ, вдоль забоя, воспрещается.

Ст. 28. Отводъ на поверхность рудничнаго воздуха долженъ производиться по шахтѣ, отдѣленной отъ другихъ достаточной массой породъ.

Ст. 29. На поверхности должны быть принимаемы все необходимыя мѣры съ цѣлью изолированія выходящей изъ вышеупомянутой шахты струи гремучаго газа отъ всякихъ очаговъ.

Ст. 30. Штреки, служащіе для доставки свѣжаго воздуха и отвода испорченнаго, должны быть отдѣлены другъ отъ друга достаточно толстыми массами породъ, дабы могли легко сопротивляться взрыву гремучаго газа, и довольно плотными, дабы не позволять воздуху просачиваться въ слишкомъ значительномъ количествѣ.

Ст. 31. Отдѣленія шахтъ, трубы (goujons, saucars, kernés) могутъ быть употребляемы для провѣтриванія только при подготовительныхъ и развѣдочныхъ работахъ.

§ 2. Спеціальныя правила, касающіяся копей съ гремухимъ газомъ, 2-ой и 3-ей категоріи.

Ст. 32. Кромѣ исключительныхъ случаевъ, одобренныхъ компетентнымъ управленіемъ, работы по пластамъ, за исключеніемъ подготовительныхъ и развѣдочныхъ, должны быть такъ ведены, чтобы воздухъ, болѣе или менѣе смѣшанный съ гремухимъ газомъ, не могъ опускаться въ нижележащія выработки.

Ст. 33. Раньше, чѣмъ предпринять подготовительныя или развѣдочныя работы, какъ въ пустой породѣ, такъ и по пластамъ, провѣтриваемыя по-мощью падающей струи воздуха, горнопромышленникъ обязанъ увѣдомить окружнаго инженера о мѣрахъ, которыя онъ намѣренъ принять съ цѣлью обезпеченія надлежащаго провѣтриванія выработокъ.

Ст. 34. Машины и всякія устройства, способныя мѣшать достаточному провѣтриванію, не могутъ быть, безъ спеціальнаго разрѣшенія, помѣщаемы въ воздушныя шахты.

Ст. 35. Никакая работа по добычѣ, развѣдкѣ и подготовкѣ вглубь рудной массы не должна быть предпринимается раньше, пока воздушная шахта не достигла глубины, на которой должна производиться эта работа.

Ст. 36. Въ каждомъ новомъ этажѣ квершлага не могутъ быть начаты раньше, пока не будетъ установлена связь между шахтой, доставляющей свѣжій, и шахтой, выводящей испорченный рудничный воздухъ.

§ 3. Спеціальныя правила, относящіяся къ копамъ съ гремухимъ газомъ 3-ей категоріи.

Ст. 37. Каждый шрекъ, проходящій около пластовъ, признаанныхъ

склонными къ мгновенному выдѣленію гремучаго газа, долженъ быть провѣтриваемъ струей воздуха, направляемой непосредственно отъ подъемной шахты и уводимой затѣмъ, по возможности, краткимъ путемъ къ спеціальной выводной шахтѣ, не проходя однако черезъ другіе разрабатываемые пункты рудника.

Штрекъ, служащій для вывода рудничнаго воздуха, долженъ быть прочно построенъ и содержаться всегда въ хорошемъ состояніи.

Ст. 38. Когда, при проводѣ шахтъ или штрековъ предполагаютъ вблизи пласть, способный къ мгновенному выдѣленію газа, необходимо:

а) пробурить скважину насквозь пласта и в) подождать затѣмъ не менѣе двухъ дней съ дальнѣйшими работами.

Ст. 39. Каждой работѣ по самому пласту, съ мгновенно выдѣляющимся газомъ, должно предшествовать правильное буреніе скважинъ, съ цѣлью облегченія выдѣленія газа.

Ст. 40. Число, размѣры и расположеніе буровыхъ скважинъ, указанныхъ въ двухъ предшествующихъ статьяхъ, должны быть опредѣлены рудничнымъ управленіемъ, сообразно мѣстнымъ условіямъ, принимая во вниманіе, съ одной стороны, природу проходимыхъ породъ, съ другой — составъ, мощность и твердость пласта.

Ст. 41. Употребленіе открытыхъ огней воспрещается, какъ внутри зданій, расположенныхъ надъ устьями шахтъ, такъ и по близости ихъ.

Ст. 42. Шатры для шкивовъ подъемныхъ шахтъ не должны быть крыты деревянной кровлей. Самые шатры должны быть построены изъ негорючихъ матеріаловъ.

Часть III. Освѣщеніе копей съ гремучимъ газомъ.

Ст. 43 Употребленіе предохранительныхъ лампъ, питаемыхъ чистымъ растительнымъ масломъ, обязательно для освѣщенія рудниковъ или копей съ гремучимъ газомъ.

Ст. 44. Кромѣ случаевъ, ниже приведенныхъ, лампа системы Mueseler'a, должна употребляться исключительно въ коняхъ 2-ой и 3-ей категоріи. Однако дозволяются извѣстныя отступленія въ размѣрахъ и формѣ этихъ лампъ, указанныя въ особой инструкціи.

Штейгеры, надсмотрщики, рабочіе, занятые исправленіемъ шахтъ и разчисткой вертикальныхъ выработокъ, обязаны употреблять:

а) Лампу Mueseler'a (называемую штейгерской) безъ горизонтальной сѣтки и трубы, цилиндрической чехоль которой, надѣваемый на стекло, приготовленъ изъ двойной металлической сѣтки, сдѣланной изъ проволоки въ $\frac{1}{8}$ mm. діаметромъ и содержащей 144 отверстія на кв. сантиметръ.

б) Лампу Mueseler-Godin'a съ внутреннимъ простымъ стекломъ, поддерживаемымъ пензолированнымъ ободкомъ.

Рудничные надсмотрщики, шнуровые мастера, старшіе рабочіе артелей, заступающіе, съ разрѣшенія начальства, надсмотрщиковъ, могутъ пользоваться лампами Davu.

Постоянное освѣщеніе пунктовъ нагрузки можетъ производиться посредствомъ большихъ лампъ Mueseler'a.

Ст. 45. Употребленіе штейгерскихъ лампъ, указанныхъ въ предыдущей статьѣ, разрѣшается въ коняхъ съ гремучимъ газомъ первой категоріи.

Ст. 46. Предохранительныя лампы должны быть запираемы на ключъ и сохраняемы въ специальныхъ помѣщеніяхъ. Лица, специально назначенныя рудничнымъ управленіемъ, обязаны заботиться, чтобы лампы эти отвѣчали требуемымъ условіямъ; они, кромѣ того, обязаны осматривать оныя, чистить и одержать въ исправности. Лица эти предназначаются тоже для контроля рабочихъ.

Ст. 47. Каждый рабочій, въ моментъ спуска въ рудникъ, получаетъ лампу; онъ обязанъ тутъ же убѣдиться, хорошо-ли она заперта и исправна-ли. Принявъ лампу, рабочій отвѣчаетъ за нее. Каждый рабочій, лампа котораго испортилась, обязанъ немедленно потушить ее.

Ст. 48. Воспрещается открывать лампы въ подземныхъ выработкахъ, воспрещается даже носить съ собой какіе нибудь инструменты, которыми можно бы было ихъ открывать.

Ст. 49. Лампы, потушенныя въ коняхъ двухъ первыхъ категорій, отсылаются на поверхность или въ мѣсто по близости воздушной шахты, гдѣ онѣ осматриваются, опять зажигаются и запираются затѣмъ на ключъ—лицомъ, специально назначеннымъ для этого, и которое, одно только, снабжено ключемъ.

Лампы, потушенныя въ коняхъ 3-ей категоріи, могутъ быть опять зажжены, только на поверхности, въ ламповочной.

Ст. 50. Воспрещается курить въ коняхъ съ гремучимъ газомъ или даже носить за собой трубку, огниво, спички или всякій другой предметъ, способный производить огонь.

Ст. 51. Когда гремучій газъ покажется въ забоѣ или вообще въ выработкѣ въ такомъ количествѣ, что онъ дѣлается замѣтенъ по удлиненному пламени лампъ, тамъ работы должны быть немедленно пріостановлены, пока не минуетъ опасность.

Часть IV. Взрывчатыя вещества.

§ 1. Указанія, относящіяся ко всемъ рудникамъ

А). Перевозка и обращеніе со взрывчатыми веществами.

Ст. 52. Взрывчатыя вещества могутъ быть вводимы въ рудникъ или близъ лежація мѣста только съ разрѣшенія директора работъ или его упол-

номоченнаго, съ соблюденіемъ правилъ осторожности, которыя онъ будетъ считать необходимымъ предписать.

Эти вещества могутъ быть перевозимы только въ формѣ патроновъ, въ ящикахъ или мѣшкахъ, тщательно укуренныхъ.

Ст. 53. Порохъ, динамитъ, калслюли должны быть отдѣлены другъ отъ друга и помѣщены въ разныхъ ящикахъ или мѣшкахъ.

Ст. 54. Въ пунктахъ работъ можно держать только число патроновъ, необходимое на дневной расходъ.

Ст. 55. Воспрещается держать въ подземныхъ выработкахъ взрывчатый матеріалъ безъ скорого примѣненія къ дѣлу.

Ст. 56. До момента употребленія, патроны и фитили, назначенные для взрыва, должны быть положены въ безопасное мѣсто, указанное инженеромъ.

В). Употребленіе.

Ст. 57. Введеніе патроновъ въ шпуръ и забивка можетъ производиться только помощью забойниковъ деревянныхъ, цинковыхъ или же изъ красной мѣди, избѣгая при этомъ, по возможности, ударовъ.

Для забивки слѣдуетъ употреблять вещества, не способныя давать искры.

Ст. 58. Не выпалившій шпуръ не можетъ быть разряженъ.

§ 2. Правила, касающіяся копей съ гремучимъ газомъ.

Ст. 59. Употребленіе взрывчатыхъ веществъ, безъ предварительнаго разрѣшенія, воспрещается.

а). Во всѣхъ коняхъ съ гремучимъ газомъ для добычи камен. угля.

б). Въ коняхъ 2-й и 3-й категоріи: 1) при проведеніи выработокъ, долженствующихъ пройти выше уводимой струи рудничнаго воздуха; 2) при подготовительныхъ работахъ по пласту, провѣтриваемыхъ нисходящей струей воздуха; 3) при всѣхъ работахъ въ пустой породѣ, когда предполагаютъ, что работы эти могутъ встрѣтить разрабатываемые пласты угля или вообще выработки, въ которыхъ гремучій газъ могъ-бы накопиться.

с). Въ коняхъ 3-ей категоріи: 1) при проведеніи штрековъ, когда забоями подходятъ къ пластамъ, склоннымъ къ мгновенному выдѣленію гремучаго газа; 2) при работахъ по такимъ же пластамъ для проведенія путей, а также въ выработкахъ, проходящихъ по пустой породѣ, когда онѣ не провѣтриваются струей свѣжаго воздуха, не проходящаго при этомъ черезъ разрабатываемые пункты копи.

Ст. 60. Пользованіе взрывчатыми веществами подчинено условіямъ: а) не употреблять для зажиганія веществъ способныхъ горѣть пламенемъ; б) паленіе шпуровъ тогда только производить, когда относительно немного рабочихъ находится въ сосѣднихъ выработкахъ и, убѣдившись сначала, при помощи пламени лампъ, что въ окружающемъ воздухѣ нѣтъ воспламеняю-

цагося газа. Это удостовѣреніе должно производиться передъ паленіемъ каждаго шнура или вообще каждымъ паленіемъ шнуровъ, лицомъ спеціально назначеннымъ для этой цѣли рудничнымъ управленіемъ.

Ст. 61. Въ кояхъ 2-ой и 3-ей категоріи, въ одномъ какомъ нибудь пунктѣ работъ, заравъ можно палить только одинъ шнуръ, взрывъ же нѣсколькихъ шнуровъ можетъ быть произведенъ одновременно и моментально только электрической искрой.

Глава V. Мѣры противъ затопленія рудниковъ водой.

Ст. 62. Горнопромышленники обязаны тщательно собирать справки, касающіяся положенія, протяженія и глубины старыхъ работъ и естественныхъ скопленій воды (водоносныхъ жилъ и естественныхъ колодцевъ), которыя могли бы находиться въ предѣлахъ или по сосѣдству ихъ отводовъ.

Ст. 63. Проведеніе буровыхъ скважинъ по пластамъ или пустой породѣ обязательно всякій разъ, когда предполагаютъ присутствіе скопленій воды въблизи работъ.

Число, длина и расположеніе скважинъ должны быть опредѣляемы рудничнымъ управленіемъ, сообразно мѣстнымъ условіямъ, принимая во вниманіе мощность и составъ пластовъ, крѣпость угля и породъ, расположеніе забоевъ и высоту предполагаемаго скопленія воды, которую опасаются встрѣтить.

Ст. 64. Во время работъ, рабочіе-бурильщики всегда должны имѣть подъ рукой всѣ необходимые матеріалы, чтобы, въ случаѣ нужды, могли тотчасъ же задѣлать скважину.

Ст. 65. Прежде чѣмъ приступить къ выпуску воды, рудничное управленіе обязано принять всѣ необходимыя мѣры, съ цѣлью предохранить рабочихъ отъ всякихъ случайностей, которыя могли-бы быть слѣдствіемъ этой операціи.

Въ вѣдомости, веденіе которой предписывается нижеслѣдующей статьей, должны быть приведены принятыя мѣры.

Ст. 66. Лица, обязанныя присматривать за буровыми работами, назначаются тоже для контроля рабочихъ; лица эти обязаны сообщать интенту о положеніи буровыхъ работъ передъ приходомъ каждой смѣны.

Ст. 67. Обязательно веденіе вѣдомостей, показывающихъ положеніе буровыхъ работъ въ каждомъ забое.

Глава VI. Правила, касающіяся лицъ служащихъ.

Часть I. Контроль и обязанности служащихъ на вѣсть вообще рудникахъ.

Ст. 68. Обязательна, на каждомъ рудникѣ, ежедневная провѣрка рабочихъ, занимающихся внутри рудника.

Ст. 69. Воспрещается позволять спускаться и работать въ рудникахъ малолѣтнимъ, мальчикамъ моложе 12 лѣтъ и дѣвцамъ моложе 14 лѣтъ.

Ст. 70. Никто не долженъ ходить или быть принятымъ на работы пьянымъ, или если онъ подверженъ болѣзни, которая могла бы поставить его жизнь въ опасность. Никто изъ постороннихъ лицъ не можетъ посѣщать работы въ рудникахъ безъ разрѣшенія завѣдывающаго этими работами, и если онъ не сопровождается опытнымъ рабочимъ.

Ст. 71. Каждый рабочій, который своимъ непослушаніемъ и неповиновеніемъ нарушитъ порядокъ, установленный ради безопасности лицъ и вещей, долженъ быть преслѣдуемъ и наказанъ, сообразно важности проступка и согласно предписаніямъ настоящаго устава, помимо наказанія, которому онъ подвергается въ силу статей 418 и послѣдующихъ свода наказаній (Code pénal).

Установленный порядокъ можетъ быть формулированъ въ видѣ устава, который затѣмъ подвергается утвержденію постоянной депутаціи окружающихъ инженеровъ.

Часть II. *Спеціальныи надзоръ за работами въ копанияхъ съ гремучимъ газомъ.*

Ст. 72. На каждой копи съ гремучимъ газомъ долженъ имѣться штейгеръ, спеціально для ежедневнаго присмотра за аппаратами, служащими къ провѣтриванію и освѣщенію, а также для присмотра за работами, производящимися съ помощью пороха или другихъ взрывчатыхъ веществъ.

Этотъ штейгеръ долженъ имѣть, для частныхъ порученій, извѣстное число помощниковъ и надсмотрщиковъ, соразмѣрно развитію работъ, природѣ и изобилію выдѣляющагося гремучаго газа и степени безопасности, представляющей данной системой вентиляціи.

Ст. 73. Штейгеры, ихъ помощники и надсмотрщики назначаются рудничнымъ управленіемъ для контроля рабочихъ. Они ни въ какомъ случаѣ, не должны быть заинтересованы въ дѣлѣ (dans l'entreprise des travaux), надзоръ за которымъ имъ порученъ.

Ст. 74. Подъ отвѣтственностью штейгеровъ и ихъ помощниковъ надсмотрщики обязаны каждый въ отведенномъ ему участкѣ:

а) воспрещать доступъ къ работамъ части или всей смѣнѣ рабочихъ, въ особенности на другой день послѣ праздниковъ или вообще остановокъ, не убѣдившись раньше, что воздухъ чистъ и провѣтриваніе достаточно сильно, что все въ порядкѣ и нѣтъ ничего указывающаго на опасность для рабочихъ; стараться объ исполненіи предписанныхъ соответственными статьями мѣръ объ употребленіи взрывчатыхъ веществъ; тщательно осматривать воздушные пути и содержать все въ должномъ порядкѣ.

б) Соблюдать, во время производства работъ, строгій надзоръ въ забояхъ и путяхъ болѣе посѣщаемыхъ, по отношенію къ употребленію лампъ, добычѣ и скопленію добытаго матеріала, маневрированію дверьми, однимъ словомъ во

всемъ, что касается, существенно, безопасности копей по отношенію къ провѣтриванію и освѣщенію.

с). Доносить, для преслѣдованія и надлежащаго наказанія, сообразно важности проступковъ, о производящихъ нарушеніе правилъ осторожности и подчиненности; точно также поступать съ каждымъ рабочимъ, имѣющимъ при себѣ трубку, спички, огниво или вообще какое нибудь вещество, способное произвести огонь, въ выработкахъ. гдѣ употребленіе предохранительныхъ лампъ обязательно.

д). Прекращать работы и распоряжаться осторожнымъ уводомъ рабочихъ, въ случаяхъ, предвидѣнныхъ ст. 51, когда нормальный ходъ провѣтриванія нарушенъ.

ГЛАВА VII. Временное распоряженіе.

Ст. 75. Въ случаѣ заявленій, постоянныя депутаціи провинціальныхъ совѣтовъ могутъ давать отсрочки и условныя разрѣшенія по отношенію къ строгому исполненію предшествующихъ правилъ.

Министръ Внутреннихъ Дѣлъ опредѣляетъ случаи, въ которыхъ постоянныя депутаціи могутъ давать эти разрѣшенія.

Отдѣлъ II. *Спеціальныя правила съ цѣлью предупрежденія несчастій.*

Ст. 76. Когда безопасность выработокъ или рабочихъ могла бы быть нарушена по какой либо причинѣ, владѣлецъ рудника или его повѣренный обязанъ немедленно увѣдомить объ этомъ окружного инженера. Послѣдній, не медля, долженъ прибыть на мѣсто, чтобы совмѣстно съ управляющимъ работами условиться на счетъ мѣръ, которыя необходимо принять для предупрежденія несчастій.

Когда владѣлецъ рудника или управляющій работами откажутся исполнить мѣры, которыя окружной инженеръ считаетъ необходимыми, послѣдній обязанъ донести объ этомъ начальнику провинціи, сообщивъ ему при этомъ свои предположенія.

Постоянная депутація обязана выслушать горнопромышленника или его довѣренныхъ и сдѣлать соответственныя распоряженія, которыя передаются на утвержденіе Министра Внутреннихъ Дѣлъ, если это необходимо, послѣ предварительнаго разсмотрѣнія въ горномъ совѣтѣ.

Въ случаяхъ крайней опасности, окружной инженеръ долженъ спеціально упомянуть объ этомъ въ своемъ рапортѣ, тогда постоянная депутація, не спрашивая предварительно горнопромышленника, можетъ распорядиться, чтобы ея распоряженіе было приведено въ исполненіе.

Ст. 77. Если-бы окружной инженеръ, осматривая работы, узналъ при-

чину предстоящей опасности, онъ обязанъ, подѣ своей отвѣтственностью, сдѣлать заявленіе мѣстнымъ властямъ, чтобы онѣ его уполномочили тотчасъ же дѣлать распоряженія, какія онъ будетъ считать умѣстными, точно такъ какъ это дѣлается въ случаяхъ предстоящей опасности отъ паденія по-строекъ.

Отдѣлъ III. Мѣры, принимаемыя въ случаѣ несчастій въ рудникахъ.

Ст. 78. Обо всякомъ несчастіи, происшедшемъ въ рудникахъ или непосредственно по близости къ нимъ, и когда одно или болѣе лицъ были убиты или тяжело ренены, горнопромышленникъ обязанъ немедленно довести до свѣдѣнія окружного инженера.

Подѣ словомъ—тяжелая рана надо понимать всякое увѣчые, которое могло-бы повлечь за собой смерть или же воспрепятствовать продолженію нормальныхъ занятій жертвы.

Ст. 79. Такая же обязанность возлагается на горнопромышленниковъ въ случаяхъ, когда несчастіе нарушило бы безопасность выработокъ, рудниковъ или собственниковъ поверхности.

Ст. 80. Окружный инженеръ, узнавъ объ одномъ изъ фактовъ, упоминаемыхъ въ двухъ предыдущихъ статьяхъ, если найдетъ необходимымъ, то отправляется на мѣсто, разслѣдуетъ причины и составляетъ протоколъ.

Онъ въ правѣ, какъ вообще въ случаяхъ опасности, требовать людей, лошадей и матеріаловъ и дѣлать необходимыя распоряженія, ради спасенія рабочихъ и сохраненія рудника.

Работы ради спасенія, а также необходимыя для предупрежденія новыхъ несчастій, ведутся стараніями рудничнаго управленія, съ разрѣшенія и подѣ присмотромъ окружного инженера. Въ случаѣ несогласія на предложенныя мѣры, мнѣніе окружного инженера имѣетъ преимущество.

Ст. 81. Горнопромышленники обязаны держать запасъ медикаментовъ и необходимыхъ средствъ для немедленной помощи раненымъ, согласно инструкціямъ, даннымъ Министромъ Внутреннихъ Дѣлъ.

Ст. 82. Одинъ или болѣе врачей-хирурговъ должны находиться на каждомъ рудникѣ, сообразно его величинѣ.

Ст. 83. Горнопромышленники и управляющіе рудниками соседними тѣмъ, на которыхъ произошло несчастіе, обязаны помогать всѣми средствами, какими могутъ располагать, какъ въ людяхъ, такъ и всякимъ другимъ образомъ, не требуя вознагражденія сверхъ того, какое слѣдуетъ по закону.

Ст. 84. Когда невозможность добраться до мѣста, гдѣ находятся тѣла погибшихъ рабочихъ, будетъ удостовѣрена окружнымъ инженеромъ, рудничное управленіе обязано увѣдомить объ этомъ бургомистра или другого полицейскаго офицера, которые составляютъ протоколъ и препровождаютъ его

королевскому прокурору, стараніями котораго и съ разрѣшенія суда, акты этотъ вносятся въ списки гражданскихъ дѣлъ.

Ст. 85. Расходы, которые будутъ произведены на немедленную помощь раненымъ, утонувшимъ или задохнувшимся, а также на исправленіе работъ, падаютъ на горнопромышленника.

Ст. 86. Окружные инженеры обязаны, въ краткіе сроки, препроводить королевскимъ прокурорамъ протоколы, составленные по случаю несчастій.

Отдѣлъ IV. *Общія распоряженія.*

Ст. 87. Горнопромышленники обязаны содѣйствовать всѣми средствами окружнымъ инженерамъ при осмотрѣ ими работъ, въ особенности облегчать доступъ къ пунктамъ, требующимъ спеціальнаго надзора. Они обязаны, по требованію окружныхъ инженеровъ, предъявлять имъ планы и отчеты о ходѣ работъ, поименованные въ отдѣлѣ I, глава I настоящаго указа, а также касающіеся контроля рабочихъ, они обязаны давать всѣ объясненія о состояніи и веденіи работъ.

Окружные инженеры, во время осмотра подземныхъ работъ, сопровождаются управляющими или надзирателями работъ, содѣйствіе которыхъ необходимо для выполненія инженерами ихъ служебныхъ обязанностей.

Ст. 88. На каждомъ рудникѣ должна имѣться книга, исключительно назначенная для записки наблюденій и указаній окружныхъ инженеровъ.

Ст. 89. Каждый собственникъ рудника или его уполномоченный обязанъ, выбравъ для своего мѣстопребыванія извѣстный пунктъ въ провинціи, въ которой расположенъ рудникъ, извѣстить объ немъ начальника провинціи.

Въ случаѣ, когда отводъ расположенъ въ нѣсколькихъ провинціяхъ, горнопромышленникъ обязанъ сообщить объ избранномъ имъ пунктѣ мѣстопребыванія, отдѣльно, каждому начальнику этихъ провинцій.

Ст. 90. Нарушенія постановленій полиціи, если даже они не повлекли за собой несчастій, должны быть преслѣдуемы и судимы, сообразно главѣ X, указа 21 апрѣля 1810 года, касающагося рудниковъ, копей, каменоломенъ и заводовъ.

Ст. 91. Со дня введенія въ дѣйствіе настоящаго указа, всѣ общія и частныя правила, касающіяся предметовъ, составляющихъ цѣль его, уничтожаются по отношенію къ рудникамъ, за исключеніемъ, однако, статей 3, 4, 5, и 7 императорскаго указа отъ 3 января 1813 года, остающихся въ силѣ.

Ст. 92. Министру Внутреннихъ Дѣлъ поручается привести въ исполненіе настоящій указъ.

С М Ъ С Ъ.

Свойства, обработка и примѣненіе иридія.

Нельсона У. Перри.

(Извл. изъ Chem News, vol 51, № 1310—12).

Въ этой статьѣ авторъ старается дать въ сжатой формѣ всѣ свѣдѣнія, которыя въ настоящее время извѣстны о свойствахъ, обработкѣ и употребленіи осмистаго иридія; кромѣ того онъ описываетъ способъ плавленія иридія, предложенный Голландомъ, и способъ электро-осажденія, предложенный Дудлеемъ. Авторъ много трудился надъ этой статьей и полагаетъ, что *при всемъ ея несовершенствѣ, она представляетъ наибольшій полный сводъ свѣдѣній о данномъ предметѣ изъ тѣхъ, которые только существуютъ въ настоящее время.*

Способъ плавленія и механической обработки описанъ вполне и не удержано никакихъ секретовъ. О способѣ электро-осажденія въ настоящее время нельзя болѣе ничего сказать по причинамъ, вполне очевиднымъ и уважительнымъ.

Авторъ выражаетъ свою признательность м-ру Голланду и профессору Дудлею за многочисленныя наставленія, которыя они ему давали, а также за тщательный просмотръ и одобреніе этой статьи.

Металлъ иридій сдѣлался извѣстнымъ химикамъ въ началѣ настоящаго столѣтія, но публика и въ настоящее время имѣетъ о немъ небольшое понятіе; даже горные смотрители (mining prospectors) незнакомы по большей части съ его видомъ и свойствами.

Въ 1803 году Смитсонъ Тенентъ, изслѣдуя металлическій остатокъ послѣ растворенія платиновой руды въ царской водкѣ, пришелъ къ заключенію, что онъ открывалъ новый металлъ. Дескотель Фуркруа и Вокеленъ, разсматривая въ то-же самое время подобныя же остатки, сдѣлали точно такое же заключеніе. Въ 1804 году Тенентъ объявилъ ученому міру, что онъ открылъ въ такихъ остаткахъ присутствіе двухъ новыхъ металловъ; одному изъ нихъ онъ далъ названіе *иридія*, вслѣдствіе его приращенія съ нѣкоторыми изъ его составовъ, а другому — названіе *осмія* по причинѣ особаго запаха, которымъ обладаетъ его летучая окись.

Иридій находятъ въ значительныхъ количествахъ въ платиновыхъ рудахъ или въ видѣ платино-иридія, представляющаго сплавъ его съ платиной, или въ видѣ осмистаго иридія, т. е. сплава его съ осміемъ. Платино-иридій является въ зернахъ, а иногда въ небольшихъ кубикахъ съ закругленными краями. Осмистый иридій находятъ обыкно-

венно въ формѣ плоскихъ неправильныхъ зеренъ, а иногда въ гексагональныхъ призмахъ.

Географическое распредѣленіе этого металла весьма обширно: его находятъ въ Калифорніи, Орегонѣ, Россіи, Остѣ-Индіи, Борнео, Южной Америкѣ, Канадѣ, Австраліи и въ небольшихъ количествахъ во Франціи, Германіи и Испаніи.

Самородный иридій обыкновенно находится въ соединеніи съ многочисленными рѣдкими металлами, какъ-то: осміемъ, платиной, родіемъ, рутеніемъ и палладіемъ, а также иногда въ соединеніи съ мѣдью и желѣзомъ. Иридій обладаетъ бѣлымъ цвѣтомъ, похожимъ на цвѣтъ стали. На холодѣ онъ очень хрупокъ, но при бѣломъ наленіи обладаетъ нѣкоторою тягучестью. Это одинъ изъ самыхъ тяжелыхъ металловъ; онъ имѣетъ удѣльный вѣсъ 22,38. Главные источники его добычи—Златоустовскій округъ, дачи Кыштымскаго завода и Екатеринбургскій округъ на Уралѣ; эти мѣстности ежегодно даютъ до 200 унц. этого металла. Калифорнія въ этомъ случаѣ занимаетъ второе мѣсто.

Хотя Калифорнія въ настоящее время стоитъ по добычѣ на второмъ мѣстѣ послѣ Россіи, но по всей вѣроятности, въ виду возрастанія спроса и производства болѣе тщательныхъ изысканій, она въ скоромъ времени займетъ первое мѣсто. Орегонъ, Вашингтонъ, Западный берегъ Британской Америки также представляютъ большое значеніе. Главная добыча въ этихъ странахъ совершается попутно при промывкѣ береговыхъ песковъ на золото, которое здѣсь разрабатывается время отъ времени.

Почти все золотоносныя страны даютъ болѣе или менѣе значительное количество этого металла. Въ Калифорніи онъ изобильнѣе въ сѣверныхъ провинціяхъ, чѣмъ въ среднихъ и южныхъ, а всего чаще встрѣчается въ береговыхъ пескахъ сѣвернаго морского берега, близъ Port-Oxford'a. Д-ръ Торрей сообщаетъ, что черезъ годъ или два послѣ учрежденія пробирной палаты Соединенныхъ Штатовъ въ Нью-Йоркѣ пропорція осмистаго иридія въ калифорнійскомъ золотѣ не превосходила $\frac{1}{2}$ унца на 1.000,000 долларовъ. Потомъ содержаніе его среднимъ числомъ увеличилось отъ 7 до 8 унц. на 1.000,000 дол. золота, показывая этимъ значительное измѣненіе, зависящее, по всей вѣроятности, отъ открытія новыхъ ирисковъ и оставленія старыхъ.

Эти береговые пески получили свой осмистый иридій, точно такъ-же какъ и золото, безъ сомнѣнія, отъ размыванія волнами сосѣднихъ возвышенностей. Жильныхъ мѣсторожденій здѣсь до сихъ поръ не открыли, но предполагаютъ, что металлы распространены по всей массѣ.

Твердость металла, смотря по количеству заключающихся въ немъ платины и осмія, измѣняется отъ 6 до 7 по скалѣ твердости, а иногда достигаетъ и 8.

Его составъ измѣняется въ такихъ предѣлахъ: иридія отъ 70 до 75 проц., осмія отъ 18—20 проц.; остальное занимаютъ различныя количества платины, рутенія, палладія, рубидія и часто слѣды желѣза и мѣди.

Общій характеръ осмистаго иридія зависитъ также отъ той мѣстности, изъ которой онъ полученъ. Цвѣтъ его измѣняется отъ стальпо-сѣраго до голубого; полученный изъ Россіи металлъ содержитъ обыкновенно болѣе значительное количество платины (иногда 33 проц.) и является болѣе мягкимъ, нежели калифорнійскій, который почти вполнѣ свободенъ отъ платины, значительно тяжелѣе, плотнѣе и имѣетъ болѣе синій цвѣтъ. Калифорнійскій металлъ нужно считать болѣе пригоднымъ для практическаго употребленія.

Кислоты и щелочи не дѣйствуютъ на осмистый иридій. Въ царской водѣ онъ

слабо растворяется — раствореніе становится болѣе ощутительнымъ, если минераль под-
вергнуть тщательному раздробленію.

Когда осмій сильно нагреваютъ въ кислородѣ или на воздухѣ, онъ окисляется и
улетучивается въ видѣ основного ангидрида, характеризующагося весьма неприятнымъ за-
пахомъ, напоминающимъ запахъ чеснока, а также своими ядовитыми и раздражающими
свойствами. Сентъ-Клеръ-Девиль рассказываетъ, что, послѣ того какъ ему попало нѣ-
сколько паровъ осмія въ глаза, онъ не могъ ничего видѣть впродолженіе четырехъ
мѣсяцевъ.

Чистый иридій поглощаетъ кислородъ при красномъ каленіи, но снова выдѣляетъ
его при температурѣ около 1000° С. Иридій весьма трудноплавокъ, какъ это будетъ
видно изъ нижеслѣдующаго описанія попытокъ сплавить его. Въ „Handbook of Che-
mistry» Гмеллина, томъ 6, мы находимъ результаты нѣкоторыхъ опытовъ. «Вокеленъ
сплавилъ его въ незначительномъ количествѣ на древесномъ углѣ, горѣвшемъ въ струѣ
кислорода, и получилъ нѣсколько тягучій шарикъ». Основываясь на такомъ свойствѣ
шарика, должно предположить, что иридій, сплавленный имъ, былъ не чистъ. «Чил-
дренъ сплавлялъ его помощью своей гальванической батареи въ бѣлый, сильно блестя-
щій, хрупкій и чаще нѣсколько пористый шарикъ, удѣльнаго вѣса 18,68. Этотъ ша-
рикъ вѣроятно содержалъ платину (Берцелиусъ). Одинъ граммъ иридія, нагрѣтый на углѣ
въ пламени гремучаго газа наыальной трубки Дёблера, сплавляется въ блестящій шарикъ,
который, кажется, поглощаетъ газъ. Излишекъ газа при затвердѣваніи шарика выдѣ-
ляется и обуславливаетъ образованіе углубленій». Платина, которая плавится при го-
раздо низшей температурѣ сравнительно съ иридіемъ, была сплавлена док. Хоромъ изъ
Филадельфіи, изобрѣтателемъ наыальной трубки. Ему удалось сплавить въ одинъ разъ
около 2 фунт. (971 грам.). Онъ также первый расплавилъ этимъ способомъ и иридій».

Какъ выше уже замѣчено, иридій, который эти старые химики имѣли претензію
сплавить, могъ содержать металлы низшихъ точекъ плавленія, потому что одинъ изъ
нихъ говоритъ, что онъ «получилъ нѣсколько тягучій шарикъ»; другой нашелъ, что
удѣльный вѣсъ его 18,68, тогда какъ чистый иридій при обыкновенной температурѣ не
мало не тягучъ и его удѣльный вѣсъ 22,38. Сплавы платины съ небольшимъ ко-
личествомъ иридія могутъ быть сравнительно легко расплавлены въ пламени грему-
чаго газа.

По прежнимъ опредѣленіямъ Виоля точка плавленія чистаго иридія около 1950°
С., а платины— 1750° С.

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ гг. Девиллю и Дебрею удалось измѣнить наыальную
трубку докт. Хора такимъ образомъ, что помощью ея были получены болѣе удовлетвори-
тельные результаты. Въ 1870 г. они приготовили полосы для International Metrical
System Convention, изъ сплава 10 проц. иридія и 90 проц. платины; они успѣшно
сплавляли въ одну нагрузку болѣе 700 фунтовъ этого вещества. Эта работа была испол-
нена подъ надзоромъ г. Гео Маттеи, фирмы Джонсоны Маттеи и ком. изъ Лондона. Та-
кой сплавъ нашелъ обширное употребленіе для дѣланія чашъ, кубовъ и тиглей, потому
что иридій придаетъ платинѣ болѣе жесткости и твердости, а слѣдовательно и болѣе
прочности.

Осмистый иридій не образуетъ искусственныхъ сплавовъ ни съ платиной, ни съ
золотомъ, ни съ оловомъ, ни съ желѣзомъ, ни съ никкелемъ, ни съ кобальтомъ, ни съ

серебромъ, хотя, кажется, чистый иридій образуетъ его съ платиной. Напримѣръ сплавъ Маттеи.

Если цинкъ нагрѣвать съ осмистымъ иридиемъ въ присутствіи хлористаго аммонія, то онъ растворяетъ осмистый иридій съ большою энергіею при выдѣленіи теплоты. Если теперь эту комбинацію цинка и иридія разлагать H_2SO_4 , то цинкъ растворится и оставитъ иридій въ состояніи самаго тонкаго порошка, на который царская водка дѣйствуетъ гораздо энергичнѣе. Такой способъ можно назвать самымъ лучшимъ для раздробленія минерала въ томъ случаѣ, когда не желаютъ химически разрушать его.

Весьма странно, что почти все авторитеты въ продолженіе нѣсколькихъ лѣтъ вѣрили въ свойство иридія сплаваться съ золотомъ, тогда какъ этого не существуетъ ни въ природѣ, ни въ искусствѣ. Иридій, вслѣдствіе своего высокаго удѣльнаго вѣса, при промывкѣ золото-содержащихъ песковъ, остается съ золотомъ, отъ котораго съ трудомъ отдѣляется. Подобное золото, при приготовленіи изъ него слитковъ, вслѣдствіе своей несплавляемости съ иридиемъ, присоединяетъ къ своей массѣ зерна послѣдняго, сильно вредящіе его пригодности для цѣлей монетнаго двора и для ювелирныхъ производствъ. Въ самомъ дѣлѣ, острые края зеренъ рѣжутъ и разрушаютъ кружки и диски монетъ и обуславливаютъ образованіе трещинъ въ ювелирныхъ вещахъ.

Русское правительство наиболѣе страдаетъ отъ этого, такъ какъ золото, получаемое съ Урала, богато осмистымъ иридиемъ, который нужно отдѣлять съ большими издержками прежде, чѣмъ подвергнуть золото чеканкѣ. Раньше правительство обыкновенно продавало осмистый иридій, но найдя, что онъ скупался безсовѣтными лицами и употреблялся снова для подмѣси золота, оно въ настоящее время только покупаетъ его, но положительно отказывается или отказывалось продавать. Слѣдовательно, въ русскихъ рудникахъ накопилось значительное количество этого металла, который изъ боязни злоупотребленій собирается, но не продается за цѣну низшую, сравнительно съ цѣною золота.

Мистеръ Голландъ при обработкѣ своихъ золотыхъ остатковъ находитъ также вполне необходимымъ растворять ихъ и отфильтровывать золото, считая это единственнымъ путемъ, дающимъ возможность получить послѣднее вполне свободнымъ отъ осмистаго иридія, который даже въ самыхъ незначительныхъ количествахъ и въ самомъ тонкомъ состояніи подраздѣленія трудно плавится и дѣлаетъ металлъ непригоднымъ для перьевъ. На мощныхъ дворахъ осмистый иридій сосредоточивается на днѣ тигля, такъ что чистое золото можно сливать съ осадка, который въ послѣдствіи для полученія оставшагося золота растворяютъ въ царской водкѣ.

Хотя осмистый иридій и имѣетъ свойство тотчасъ принаиваться къ золоту, но обыкновенно предпочитаютъ употреблять твердую серебряную спайку.

Главное примѣненіе осмистаго иридія въ искусствахъ состояло въ приготовленіи кончика золотыхъ перьевъ; такъ называемый „алмазный кончикъ“ фабрикантовъ пера состоитъ просто изъ небольшого зерна осмистаго иридія, которое было выбрано для этой цѣли и припаяно къ краю пера.

Руду сначала освобождаютъ посредствомъ магнита отъ магнитной окиси желѣза, которая всегда сопровождаетъ ее, и затѣмъ растворяютъ въ кислотахъ другія пещетоты, могущія здѣсь присутствовать; послѣ этого руда промывается водою, высушивается, просѣивается, для удаленія тонкой пыли, и становится готовою для выбора кончиковъ. Послѣдняя операція исполняется однимъ лицомъ, которое переворачиваетъ зерна иридія

остроконечной иглой, рассматриваетъ ихъ подъ увеличительнымъ стекломъ и выбираетъ наиболѣе твердыя, плотныя и имѣющія надлежащія величину, цвѣтъ и форму. Эти кончики выбираются обыкновенно трехъ сортовъ—небольшіе, средніе и большіе, смотря по величинѣ пера, для котораго они предназначаются. Зерно иридія припавается къ концу пера, распиливается на двое (для образованія расцена пера) и получаетъ надлежащую форму.

Недавно примѣненъ для той же цѣли кончикъ пера Мс. Киннон'а, представляющій кружокъ твердаго иридія или фосфо-иридія. Такіе кончики неизмѣняемы, очень тверды и не истираемы и хотя не плавятся и не образуютъ сплавовъ, но вслѣдствіе своей способности скоро припаваться къ золоту, серебру, мѣди, латуни и т. д. наиболѣе употребляются въ искусствѣ дѣланія перьевъ. Къ сожалѣнію, соотвѣтственной величины зерна весьма рѣдки; они составляютъ не болѣе 10 проц. ввозимаго на рынокъ вещества. Въ то время какъ въ Россіи цѣна за унцъ только отъ 2 до 6 долларовъ, отборныя зерна въ Америкѣ стоятъ 100 долларовъ и болѣе. Платино-иридій непригоденъ для этой цѣли, будучи слипкомъ мягокъ. Одинъ унцъ отборнаго осмистаго иридія содержитъ отъ 3,000 до 6,000 зеренъ. Изъ этого фабриканты перьевъ Соединенныхъ Штатовъ употребляютъ отъ 20 до 30 унц. ежегодно, что соотвѣтствуетъ 200 до 300 унц. сырого матеріала.

Перо, снабженное хорошимъ иридіемъ или „алмазнымъ кончикомъ“, можетъ выдерживать болѣе 20 лѣтъ постоянного употребленія.

Кромѣ кончиковъ, иридій въ видѣ окиси употребляется при приготовленіи интенсивной и прочной черной глазури для фарфора. Иридій также замѣняетъ черную платину. Иридій, подобно платинѣ, поглощаетъ водородъ и, послѣ осажденія въ алкогольъ, можетъ зажигать сухую бумагу. Если мы упомянемъ о примѣненіи сплава Маттей (иридія 10 проц., платины 90) къ затравкамъ тяжелой артиллеріи, къ образцовымъ вѣсамъ и мѣрамъ, то мы почти вполне исчислимъ предметы, которые дѣлались передъ этимъ изъ иридія.

Гг. Джонсонъ, Маттей и Ком., изъ Лондона, выставили въ Парижѣ, въ 1867 г., одну затравку, которая безъ значительныхъ поврежденій воспламеняла до 3,000 зарядовъ Уитвортовской пушки.

Плавленіе иридія.

Какъ мы уже видѣли, употребленіе иридія въ искусствахъ вполне ограничивалось тою очень небольшою частью продукта, который сама природа представляетъ въ соотвѣтственно большихъ зернахъ. Несомнѣнно болѣе 80 проц. всего найденнаго осмистаго иридія оставалось безъ всякаго употребленія. Онъ или брошенъ какъ нецѣнный, или собирався, какъ на Русскомъ монетномъ дворѣ, для предотвращенія злоупотребленій.

Нѣтъ ничего удивительнаго, что многія лица старались силанить минераль, обладающій такими замѣчательными качествами, какъ этотъ осмистый иридій, и достигнуть такимъ образомъ болѣе обширнаго его примѣненія. Кромѣ того этимъ же была бы достигнута утилизація большого количества негоднаго продукта, потому что осмистый иридій никогда не былъ систематически разрабатываемъ какъ такой, но обыкновенно получался въ видѣ посторонняго продукта очень неблагоприятно дѣйствующаго на свойства золота и платины. Но иридій до настоящаго времени такъ настойчиво разстраивалъ всѣ попытки въ этомъ направленіи, что разсудительный металлургъ или экспериментаторъ сталъ считать себя въ положеніи прежняго алхимика, который искалъ общаго растворяю-

щого—еслибы онъ нашелъ его, какой сосудъ могъ бы выдержать? Если же такой сосудъ могъ быть найденъ, то послужилъ бы доказательствомъ, что его цѣль не была еще достигнута, потому что оставалось бы одно вещество, на которое его растворяющее не имѣло бы вліянія. Не говоря о многихъ бесполезныхъ попыткахъ въ этомъ направленіи, мы сообщимъ только тѣ факты, которые привели къ самому полному и удовлетворительному разрѣшенію задачи.

М-ръ Дж. І. Шенпердъ, фабрикантъ золотыхъ перьевъ, изъ Цинцинати возмимѣвъ желаніе сплавить иридій, началъ цѣлый рядъ опытовъ съ этою цѣлью, въ 1842 и 1843 гг. Онъ примѣнялъ каждый способъ, который только приходилъ ему на умъ, употребляя и названную трубку съ гремучимъ газомъ и электрической токъ, но умеръ въ 1862 г., послѣ почти двѣнадцатилѣтнихъ постоянныхъ опытовъ, не давшихъ, повидимому, никакихъ болѣе или менѣе удовлетворительныхъ результатовъ.

Но оказывается, что создалъ онъ лучшее, чѣмъ думалъ, потому что своимъ стараніемъ онъ посѣялъ сѣмена, которыя съ тѣхъ поръ созрѣли и принесли спѣлый плодъ. У него былъ служащій молодой человекъ, сдѣлавшійся впоследствии его товарищемъ и наконецъ преемникомъ, М-ръ Джонъ Голландъ, который всѣ эти годы раздѣлялъ съ нимъ труды и огорченія въ его безплодныхъ попыткахъ.

По смерти Шенперда, м-ръ Голландъ сдѣлался преемникомъ его занятій, а вмѣстѣ съ тѣмъ въ значительной степени унаследовалъ его энтузіазмъ и очень большой запасъ знанія условій, при которыхъ иридій не можетъ быть сплавленъ.

Голландъ продолжалъ опыты то прилежно, то съ отвращеніемъ, до 1868 г. или 1869 г., когда въ виду стремленія къ этой цѣли другихъ экспериментаторовъ и желая знать ихъ результаты, онъ предложилъ тысячу долларовъ, какъ въ Соединенныхъ Штатахъ, такъ и во Франціи тому, кто сплавитъ для него тройскій унцъ иридія. Никто не былъ въ состояніи потребовать награды, и онъ безъ сомнѣнія оставилъ бы дальнѣйшія попытки, еслибы не два случая, происшедшіе вскорѣ послѣ этого.

Онъ заключилъ контрактъ на снабженіе оконечниками изъ иридія перьевъ компаніи Mc. Kinnon's Stylographie Pen по новому патенту, который требовалъ копчикъ иридія просверленнымъ въ срединѣ, и въ дѣло, слѣдовательно, могли идти только большія зерна. Требованія на перья такъ далеко превзошли его ожиданія, что онъ нашелъ положительно невозможнымъ исполнять свой контрактъ и просилъ компанію уничтожить его. Она отказалась сдѣлать это и грозила ему подать жалобу за нарушеніе контракта. Такое финансовое средство, грозило ему раззореніемъ, а ослабительное видѣніе сплавленія иридія представлялось единственнымъ гениемъ, который могъ бы отвратить эту бѣду, такъ что онъ снова принялся за работу съ возобновленной энергіей.

Около того же времени, 1880 г., одинъ пріятель прислалъ Голланду кусокъ желѣзной руды изъ Восточнаго Тенесси съ просьбою расплавить его. Онъ исполнилъ это, но замѣтилъ, что данный образчикъ плавился чрезвычайно легко и становился жиже, чѣмъ другіе образцы, съ которыми поступали такимъ же образомъ. Въ его умѣ возникъ вопросъ—какая была причина этому? Не могла ли эта причина, если она откроется, помочь ему въ разрѣшеніи вопроса объ иридіи? Мысль была удачна. Онъ нашелъ, что руда, о которой шла дѣло, отличалась отъ другихъ образцовъ только присутствіемъ значительнаго количества фосфора. Вредя качеству желѣза, фосфоръ могъ оказаться полезнымъ для иридія. Будетъ ли этотъ фосфоръ его долгонскомымъ другомъ? Голландъ рѣшился испытать это средство и, положивъ небольшое количество осмистаго иридія въ небольшой

тигель Hessian'a, нагрѣвъ его до блага каленія и затѣмъ бросилъ туда часть фосфорной палочки. Когда пары разсѣялись, онъ вылилъ содержимое тигля и увидѣлъ къ своей радости и удивленію бѣлый плотный и твердый металлъ, на который не дѣйствовали ни нашлокъ, ни кислоты.

Это первое сплавленіе иридія дало отливку, вѣсившую ползунца. Металлъ, который мы назовемъ „фосфо-иридемъ“, обладаетъ вѣми свойствами настоящаго осмистаго иридія, отличаясь только большею, твердостью, — достигающею 9 по скалѣ и плавкостью при бѣломъ каленіи.

Задача наконечниковъ пера была разрѣшена и кромѣ того оказались возможными многія другія примѣненія. Послѣ этого явилось желаніе: какимъ бы то ни было способомъ удалить фосфоръ и сдѣлать вещество снова неплавкимъ, чтобы примѣнить его къ приго-товленію предметовъ, которые подвергаются сильному накаиванію.

Рѣшеніе этого вопроса принадлежитъ проф. Дудлею, и мы не можемъ ничего лучше сдѣлать, какъ сослаться на статью ¹⁾, читанную имъ передъ Цинцинатскимъ собраніемъ Американскаго института горныхъ инженеровъ.

„Для такого видоизмѣненія открытія, мы познакомились съ нимъ и пачали опыты съ намѣреніемъ получить продуктъ, который могъ имѣть большое практическое употребленіе въ искусствахъ.

Такъ какъ присутствіе фосфора дѣлаетъ металлъ при бѣломъ каленіи совершенно плавкимъ, то, очевидно, для примѣненія его напримѣръ къ электрическимъ лампамъ онъ долженъ быть обезфосфоренъ. Стремясь къ этой цѣли, мы нашли, что при нагрѣваніи металла въ слобѣ извести фосфоръ могъ быть вполне удаленъ. При этой операціи металлъ сначала нагрѣвають въ обыкновенной печи до блага каленія и, послѣ того какъ не показывается болѣе фосфора, вынимаютъ и помѣщаютъ его въ известковомъ тиглѣ въ электрическую печь, гдѣ нагрѣвають до тѣхъ поръ, пока послѣдніе слѣды фосфора не удалятся; полученный металлъ будетъ сопротивляться, не славляясь, такому же сильному жару, какъ и природный металлъ“.

Въ механическихъ примѣненіяхъ, гдѣ металлъ не подвергается большому нагрѣванію, его сплавляютъ съ фосфоромъ и выливаютъ въ желаемую форму, а затѣмъ, смотря по назначенію, или обрабатываютъ, или оставляютъ. Первымъ примѣненіемъ, которое получилъ фосфо-иридій, была фабрикація наконечниковъ пера Mc. Kinnon'a. Съ этою цѣлью металлъ, будучи сплавленъ, вынимается изъ печи и выливается между двумя желѣзными плитами, которыя укрѣплены отдѣльно другъ отъ друга на разстояніи, опредѣляемомъ толщиною требуемой полосы иридія. Металлъ выливаютъ, какъ я уже сказалъ, между этими листами и листы вдругъ сдвигаютъ вмѣстѣ на требуемое разстояніе, такъ что металлъ, при охлажденіи, подвергается давленію, которое удаляетъ пары и дѣлаетъ отливку очень плотной. Плиты для наконечниковъ пера Mc. Kinnon'a имѣютъ около $\frac{1}{32}$ дюйма толщины. Послѣ отливки онѣ разбиваются на небольшіе неправильные куски, которые принаиваются къ катушкѣ и кладутся на плоскую поверхность близь середины мѣднаго точила. Мѣдное точило состоитъ изъ мѣднаго листа, около полдюйма толщиною и восьми дюймовъ въ діаметрѣ, укрѣпленнаго на оси, которая дѣлаетъ отъ восьмисотъ до тысячи оборотовъ въ минуту; мѣдь, изъ которой приготовлено точило, хорошо обработана, прокалена и слѣдовательно очень мягкая. Для точенія употребляютъ наждакъ или алмазную пыль, которые смѣшиваютъ съ масломъ и приклады-

¹⁾ Trans. Am. Inst. Mining. Engineers, 1883—1884.

вають къ ровной поверхности посредствомъ плоскаго стального инструмента. Такимъ образомъ наждакъ или алмазная пыль, вслѣдствіе давленія, виѣдряется въ мѣдь и образуетъ черезъ это рѣзущую поверхность.

Иридій держатъ близь этой поверхности такъ, что онъ, при вращеніи диска, мало по малу стачивается. Такъ какъ рѣзущій матеріалъ истирается, то его замѣняютъ новымъ и повторяютъ эту операцію до тѣхъ поръ, пока не достигнутъ надлежащихъ результатовъ.

Обточенные кусочки подвергаютъ просверливанію. При операціи просверливанія дѣлають сначала коническое отверстіе посредствомъ алмазнаго сверла, состоящаго изъ отвѣсной оси, укрѣпленной на рамѣ такъ, что она можетъ свободно вращаться; въ основаніе этой оси укрѣпленъ небольшой латунный стержень, оканчивающійся бѣлымъ алмазнымъ осколкомъ. Сверло дѣлаетъ около девятисотъ оборотовъ въ минуту. Иридій слегка прижимають къ алмазу, который постепенно дѣлають коническое отверстіе. Послѣ этого отверстіе окончательно отдѣляется помощью мѣднаго сверла, состоящаго изъ куска мягкой мѣдной проволоки, одинъ конецъ которой заостренъ, а другой вставляютъ въ станокъ, подобный вышеописанному; это сверло дѣлаетъ около 3,500 оборотовъ въ минуту. Наждакъ или алмазную пыль и масло кладутъ въ коническое отверстіе и затѣмъ помѣщаютъ его противъ вращающагося куска мѣди. Алмазная пыль или наждакъ, виѣдряясь въ мѣдь, дѣйствуетъ какъ рѣзущая поверхность и окончательно просверливаетъ отверстіе. Отверстія просверливаются въ кускахъ иридія еще припаянныхъ къ латуни, которая послѣ этого отчищается посредствомъ растворенія въ азотной кислотѣ, такъ что въ концѣ будемъ имѣть неправильно образованные куски иридія, съ просверленными отверстиями. Такіе куски припаяются въ надлежащемъ положеніи къ концу пера Mc. Kinnon'a, въ отверстіе котораго вставляется клапанъ, состоящій изъ заостренной иридіевой проволоки. Послѣ этого кускамъ иридія придаютъ соотвѣтственную форму посредствомъ мѣднаго точила, состоящаго изъ трехъ или болѣе мѣдныхъ цилиндровъ, насаженныхъ на общей оси, которая дѣлаетъ около трехъ тысячъ оборотовъ въ минуту.

Операція распиливанія иридія производится посредствомъ мѣднаго диска, имѣющаго отъ четырехъ до восьми дюймовъ въ діаметрѣ и сдѣланнаго изъ мягкой, тонкой, листовой мѣди. Дискъ этотъ укрѣпляется между двумя дискообразными пластинами, укрѣпленными въ свою очередь на оси, вращающейся со скоростью 2,500 оборотовъ въ минуту. Онъ вращается въ ящикѣ, содержащемъ наждакъ или алмазную пыль и масло изъ сѣмши хлопчатника. Хлопчатное масло съ рѣзущимъ матеріаломъ пристаєтъ къ окружности шпы и, когда шпа проходитъ въ соприкосновеніе съ кускомъ иридія, постепенно производитъ свою работу. Хлопчатое масло, вслѣдствіе своей большой жидкости, предпочитается въ этомъ случаѣ всякому другому маслу.

Сплавленный фосфо-иридій обладаетъ нѣкоторыми качествами, отличными отъ качества осмистаго иридія: онъ значительно тверже послѣдняго (иногда достигаетъ 9) и, сохраняя вполнѣ свой металлическій характеръ, дѣлается нѣсколько свѣтлѣе, что происходитъ вѣроятно отъ прибавленія фосфора и увеличенія въ объемѣ, и нѣсколько хрупче, какъ это можно было предвидѣть. Какъ уже сказано, онъ увеличивается въ объемѣ и, будучи весьма однороденъ, отличается высокою способностью къ шлифовкѣ; кромѣ того, онъ образуетъ нѣкоторые сплавы, къ которымъ самъ минералъ не способенъ.

Онъ сплавляется въ небольшихъ количествахъ съ серебромъ, образуя самый эластичный и самый твердый сплавъ какой только извѣстенъ для послѣдняго металла. Съ

золотомъ и оловомъ его не пробовали сплавлять. Съ цинкомъ, въ присутствіи хлористаго аммонія, онъ реагируетъ подобно осмистому иридію.

Съ мѣдью онъ соединяется въ разнообразныхъ пропорціяхъ, давая очень твердые и хрупкіе сплавы. Примѣсь небольшого количества фосфо-иридія оказывается весьма пригодной для приготовления тѣхъ подставокъ, поверхности которыхъ подвергаются сильному давленію, какъ напр. въ сверлильныхъ прессахъ и т. п. Онъ кажется обладаетъ свойствомъ при значительномъ давленіи сохронять скольженіе между трущимся поверхностями лучше, чѣмъ какой либо другой металлъ и, будучи очень твердымъ, гораздо труднѣе изнашивается.

Иридій образуетъ съ желѣзомъ, никкелемъ, кобальтомъ и платиной сплавы, по видимому, во всѣхъ пропорціяхъ и весьма замѣчательные.

Съ желѣзомъ, сплавъ съ которымъ былъ всего лучше изученъ, онъ соединяется во всѣхъ пропорціяхъ, давая продуктъ, удерживающій свойства чистаго фосфо-иридія, за исключеніемъ меньшей неизбѣжности; твердость замѣтно измѣняется только при присоединеніи значительныхъ количествъ желѣза. Сплавъ и при незначительномъ количествѣ желѣза оказывается магнитнымъ, но кислоты и щелочи на него не дѣйствуютъ, а твердость его, пока количество желѣза не достигнетъ 50%, такова, что онъ можетъ источить любой напильокъ.

Сплавы, оставаясь всегда хрупкими, становятся, по мѣрѣ прибавленія желѣза, все менѣе и менѣе трудноплавкими и приближаются по свойствамъ къ желѣзу.

Самые сложные образцы отливаютъ въ желѣзные или стальные формы, открытыя или закрытыя (предварительно нагрѣвая для предотвращения слишкомъ быстраго охлажденія), а иногда вышпиливаютъ изъ предварительно отлитыхъ плитъ. Нашли, что одной переплавки фосфо-иридія обыкновенно недостаточно, и что литье получается тоньше и лучше при повтореніи переплавокъ до извѣстнаго предѣла. При каждой плавкѣ улетучивается немного фосфора, такъ что при послѣдующемъ плавленіи требуется болѣе высокая температура. Это увеличеніе наконецъ достигаетъ извѣстнаго предѣла, который примѣтенъ только опытному глазу и при которомъ металлъ принимаетъ самую совершенную отливку. Если перейти за этотъ предѣлъ, то способность металла отливаться уменьшается, а если зайти достаточно далеко, то металлъ дѣлается снова неплавкимъ при достижимыхъ температурахъ. Въ этомъ случаѣ для лучшаго плавленія прибѣгаютъ къ помощи фосфора. Отливка или полоска иридія, соединеннаго съ фосфоромъ, обезфосфоривается.

Хотя проф. Дудлей говоритъ, что обезфосфориваніе достигается помощью известковаго тигля и электрической печи, но первый примѣненный способъ состоялъ въ слѣдующемъ:

Просверленный кусокъ огнеупорной глины укладываютъ въ небольшой тигель Hessian'a, такимъ образомъ, чтобы онъ вполнѣ касался дна. На него помѣщаютъ отливку, которую нужно обезфосфорить, и тщательно обкладываютъ высушенною измельченною въ порошокъ известью. Тигель съ содержимымъ нагрѣваютъ до ярко-краснаго каленія, которое поддерживаютъ нѣкоторое время. Фосфоръ соединяется съ известью, образуя грязный зеленоватый, полупрозрачный шлакъ, стекающій, по мѣрѣ образованія, внизъ, черезъ отверстіе въ огнеупорной глинѣ и собирающейся на днѣ тигля. Спустя нѣкоторое время, тигель удаляютъ, охлаждаютъ, отливку вынимаютъ и снова укладываютъ точно также въ другой или тотъ же самый тигель и поступаютъ какъ прежде. Хотя операцію повто-

ряютъ нѣсколько разъ, при чемъ температуру повышаютъ при каждомъ послѣдующемъ нагрѣваніи до тѣхъ поръ, пока отливку не почтутъ достаточно обезфосфоренною.

Хотя предложенные м-ромъ Голландомъ 1,000 долларовъ никому не удалось получить, но самъ онъ съ помощью своего процесса сплавлялъ въ одинъ разъ 30 унц. Онъ употреблялъ тигель Hessian'a и печь съ естественной тягой. Въ большомъ количествѣ иридій сплавлять не пробовали.

10 мая 1881 г. м. Голландъ получилъ патентъ на плавку иридія съ фосфоромъ, а черезъ нѣсколько мѣсяцевъ на сплавы съ другими металлами.

Около этого времени образовалась компанія, извѣстная подъ именемъ „The American Iridium Company“ съ главной квартирой и факторіей въ Цинцинати. Главнымъ управляющимъ въ ней былъ избранъ проф. Дудлей, которому мы обязаны настоящимъ улучшеннымъ положеніемъ новой промышленности. Онъ тотчасъ же принялся за работу съ цѣлью распространить практическое примѣненіе и употребленіе въ искусствахъ новаго металла. Весьма естественно, что онъ ранѣе всего обратился къ электрометаллургіи. Опыты онъ производилъ на совершенно новыхъ основаніяхъ и не удивительно, что ему вслѣдствіе этого пришлось испытать много неудачъ, и успѣхъ его, хотя былъ вѣренъ, но достигался чрезвычайно медленно.

Съ слабымъ растворомъ двойной хлористой соли натрія и иридія и анодомъ фосфо-иридія ему удалось получить тонкій корольковый осадокъ на мѣди и нѣкоторыхъ другихъ металахъ. Осадокъ этотъ способенъ принимать высшую шлифовку и по цвѣту можетъ быть помѣщенъ между полированной сталью и никкелемъ, хотя нѣкоторые образчики бывають такъ бѣлы, что ихъ можно поставить между никкелемъ и серебромъ.

Сначала нашли возможнымъ получить только очень тонкіе осадки. Иногда такой осадокъ облуплялся, а иногда и растворъ послѣ долгаго стоянія дѣлался безцвѣтнымъ. Послѣдній для сохраненія нормальной силы требовалъ постоянныхъ прибавленій растворимой соли, такъ какъ металлъ отлагался скорѣе, чѣмъ растворялся анодъ. Позднѣе Дудлей бросилъ этотъ способъ и, употребляя совершенно другой анодъ и растворъ, вполне преодолѣлъ прежде упомянутыя затрудненія.

Осадки въ настоящее время можно получить болѣе тяжелые и болѣе постоянные. Правила эти безъ сомнѣнія приложимы и къ электрометаллургіи золота, серебра, платины, никкеля и мѣди, которые въ настоящее время подвергаются опыту.

Проф. Дудлей приложилъ свое изобрѣтеніе къ приготовленію покрывающаго, но это не дало еще никакого результата.

Проф. Ф. У. Кларке и м-ръ О. Т. Джослинъ сдѣлали рядъ анализовъ фосфо-иридія и получили чрезвычайно интересные результаты. Анализу были подвергаемы: расплавленный фосфо иридій и тотъ осмистый иридій изъ Калифорніи, который послужилъ для приготовленія фосфо-иридія ¹⁾.

Удѣльный вѣсъ осмистаго иридія равняется 19,182;—фосфо-иридія 13,763.

При опредѣленіи фосфора въ данномъ образчикѣ фосфо-иридія дали: 7,52; 7,58 и 7,77 проц. Образчикъ содержалъ только слѣды осмія.

Въ самомъ осмистомъ иридіи нашли 15,38 проц. осмія.

¹⁾ См. оригинальную статью въ „Am. Chem. Journ.“ vol. v № 4.

Второй образецъ фосфо-иридія даетъ:

Иридія	80,82%
Осмія	6,95 „
Фосфора	7,09 „
Рутенія и родія	7,20 „
	<hr/>
	102,06%

На основаніи этихъ результатовъ они пришли къ заключенію, что расплавленный иридій есть опредѣленное фосфористое соединеніе, имѣющее составъ Ir_2P . По этой формулѣ фосфора должно быть 7,43 проц.; различіе съ своими анализами авторы объясняютъ присутствіемъ другихъ металловъ и приводятъ въ подтвержденіе нѣсколько анализовъ платины, которые можно найти въ ихъ оригинальной статьѣ.

Замѣчено, что осмій при плавкѣ осмистаго иридія съ фосфоромъ улетучивается въ значительномъ количествѣ; вышеуказанный анализъ показываетъ, что его ушло болѣе половины. На основаніи того же анализа, фосфоръ присоединился въ количествѣ 7,09 проц., а на практикѣ замѣтили, что при плавкѣ продукта прибыль въ вѣсѣ получается постоянно въ 7—10 проц. Такъ какъ по вышеуказанному анализу потеря осмія и прибыль фосфора почти уравниваются другъ друга, то возникаетъ вопросъ — откуда является прибыль въ вѣсѣ? Это весьма интересный пунктъ для изслѣдованія ¹⁾. Прибыль въ вѣсѣ отъ 7 до 10 проц. при убыли удѣльнаго вѣса даетъ значительную прибыль объема, который въ такомъ цѣнномъ металлѣ считается, съ экономической точки зрѣнія, очень важнымъ.

Металлъ обезфосфоривается для приготовленія только тѣхъ предметовъ, которые назначены въ электрическіе приборы.

Когда металлъ лишень фосфора, то онъ оказывается нѣсколько скважистымъ, впрочемъ не въ такой степени, чтобы потерять пригодность для какого бы то ни было примѣненія.

Примѣненія.

Между примѣненіями, сдѣлавшимися возможными послѣ открытія процесса Голланда и въ настоящее время съ успѣхомъ употребляемыми, можно упомянуть:

1) *Волоочильныя пластины* (draw plates) для латуни, золота, серебра, платины, мѣди и очень тонкой желѣзной проволоки. Иридій въ этомъ случаѣ предпочтительнѣе стали, такъ какъ онъ менѣе ея сжимается и, будучи тверже, дольше держится.

2) *Острія ножей* для точныхъ аналитическихъ вѣсовъ. Иридій стирается меньше, чѣмъ сталь, не магнитенъ, не разѣдается сыростью и кислотными парами. М-ръ Тремперъ изъ Филадельфіи сдѣлалъ практическія пробы его примѣняемости въ этомъ направленіи. Въ 1881 г. онъ снабдилъ первые вѣсы остріями ножей изъ иридія. Эта попытка

¹⁾ Увеличеніе въ вѣсѣ можно объяснить поглощеніемъ и удержаніемъ газовъ, но, конечно, безъ особыхъ изслѣдованій нельзя утверждать что-либо, тѣмъ болѣе, что наблюдается такая большая прибыль.

была такъ удачна, что онъ въ настоящее время исключительно употребляетъ фосфо иридій для своихъ точныхъ вѣсовъ.

3) *Небольшія сверла*, употребляемая въ ювелирныхъ работахъ для просверливанія глазковъ, пуговиць и т. д. Они тверже стальныхъ и не такъ скоро изнашиваются.

4) *Электрическія острія прикосновенія*. Замѣняетъ платину, съ которой имѣетъ сходныя электрическія свойства. Здѣсь употребляютъ обыкновенно обезфосфоренный металлъ. Иридій не окисляется, какъ это бываетъ съ платиной. Нѣкоторые изъ такихъ остриевъ, были постоянно употребляемы въ продолженіе полутера года Западной Союзной Телеграфной компаніей и Союзной стрѣлочной и сигнальной Ком. Шитебурга безъ всякихъ признаковъ поврежденія.

5) *Писальные наконечники* для различнаго почерка.

6) *Отрицательные электроды* въ электрическихъ лампахъ. Для приготовленія положительныхъ электродовъ иридій оказался непригоднымъ, такъ какъ температура бываетъ такъ высока, что онъ частью сплавляется. Въ видѣ отрицательнаго электрода въ лампѣ, имѣющей уголь положительнымъ, онъ служитъ очень хорошо. Температура на отрицательномъ не достаточна для его плавленія, но вполне достаточна для того, чтобы сдѣлать его ковкимъ. Главное затрудненіе состояло въ томъ, что въ обыкновенной лампѣ отрицательный электродъ подвергается ударамъ положительнаго, вслѣдствіе чего иридій сильно измѣняетъ свою форму. Опыты, произведенные съ цѣлью предотвратить эту ковкость, говорятъ, дали хорошіе результаты. М-ръ Н. Л. Эджертонъ изъ Филадельфіи, устроилъ такую лампу, которая удовлетворяетъ всѣмъ требованіямъ. Я не былъ въ состояніи получить какія нибудь подробности объ его опытахъ и слѣдовательно не могу дать ихъ. Гг. Голландъ и Дудлей производили опыты съ лампою Максима, снабженною электродомъ изъ иридія въ продолженіе 168 часовъ. Иридій электрода былъ взвѣшенъ до и послѣ опыта и чувствительной потери въ вѣсѣ не оказалось. Эта лампа была со сталкивающимися электродами, и послѣ такого долгаго употребленія иридій такъ измѣнилъ свою форму, что принуждены были прекратить опытъ. Выгоды, происходящія отъ употребленія иридія въ надлежащемъ образѣ устроенной лампѣ слѣдующія: неизмѣняемое положеніе точки свѣта, вслѣдствіе чего, прилаживая вольтову дугу къ коническимъ и другимъ рефлекторамъ, мы избѣгаемъ сложныхъ механическихъ приспособленій; уменьшеніе длины самой лампы на длину отрицательнаго угля и сбереженіе отрицательныхъ углей. По моимъ личнымъ наблюденіямъ сила свѣта въ такихъ лампахъ значительно увеличивается и самый свѣтъ оказывается болѣе пріятнымъ для глазъ.

Эдисонъ и другіе экспериментировали съ иридіемъ при бѣлокалильномъ жарѣ, но не безъ удовлетворительныхъ результатовъ.

7) *Кончики золотыхъ перьевъ* и перьевъ Mekinnon'a.

8) *Наконечники паяльныхъ трубокъ*.

9) *Створки и подставки* для деликатныхъ механическихъ произведеній, какъ-то: карманныхъ часовъ, стѣнныхъ часовъ и т. д.

10) *Аноды* для электрическаго покрытія тѣмъ же металломъ.

11) *Кончики* для гиподермическихъ насосовъ и т. д.

12) *Подставки* для магнитныхъ компасовъ.

13) *Наконечники* для инструментовъ, употребляемыхъ при вытачиваніи предметовъ изъ слоновой кости, целлулоида и другихъ веществъ, дѣйствующихъ на составъ стали. Дѣйствительно для всѣхъ цѣлей, требующихъ металла, который можетъ противостоять

какъ химическому, такъ и механическому измѣненію, иридій оказывается неподобнымъ.

14) *Покрытіе помощью гальваническаго тока* употребляютъ въ тѣхъ случаяхъ, когда желаютъ получать неразрушимую оболочку и когда нѣсколько увеличенный расходъ не представляетъ особенной невыгоды сравнительно съ серебрениемъ или платинованіемъ. Чрезвычайная долговѣчность такой оболочки, почти можно сказать безконечной, и то свойство, что она никогда не тускнѣетъ, представляютъ такія качества, которыя въ дѣлѣ покрытія ставятъ иридій выше всѣхъ металловъ и исполнѣ окупаютъ нѣсколько увеличенный расходъ.

Цѣны авторъ не показываетъ, потому что онѣ постоянно измѣняются сообразно съ дѣлаемыми улучшеніями.

Анализированіе хромистой стали и желѣзо-хрома.

Профессора Le Verrier.

(Bul. de la Soc. de l'industr. minér., t. XIII, IV livrais.)

Съ нѣкотораго времени фабрикація хромистой стали начала сильно развиваться. Производя анализы многихъ сортовъ хромистой стали, я пришелъ къ заключенію, что указанія, даваемые на этотъ счетъ въ сочиненіяхъ по химіи, весьма недостаточны, такъ что я принужденъ былъ произвести многочисленныя испытанія, прежде чѣмъ установилъ быстрый и точный способъ опредѣленія хрома въ хромистой стали. Я думаю, что небезполезно будетъ сообщить результаты моихъ наблюденій.

Хромъ, прежде количественнаго опредѣленія, переводится въ хромистую кислоту, поэтому ниже я разсмотрю 2 вопроса: 1) способы опредѣленія хрома, если онъ находится въ растворѣ въ видѣ хромистой кислоты или хромистокислой щелочи; 2) способы, служащіе для переведенія хрома или его окиси въ хромистую кислоту. Въ концѣ этой замѣтки я укажу на способы отдѣленія хрома и марганца другъ отъ друга.

1. *Опредѣленіе хрома въ хромистыхъ соляхъ.*

Употребляемые для этого въ настоящее время способы сводятся къ тремъ: осажденіе амміакомъ, осажденіе въ видѣ хромистокислаго свинца и титрованіе возстановляющей жидкостью.

Осажденіе амміакомъ. Этотъ способъ, указанный Rivot и наиболѣе изученный, требуетъ, чтобы хромъ находился въ растворѣ въ видѣ соли окиси хрома. Вслѣдствіе этого, опредѣленіе хрома осажденіемъ амміакомъ распадается на 2 части: возстановленіе хромистой соли (которую переводятъ въ хлорный хромъ) и осажденіе амміакомъ.

Для возстановленія хромистой соли поступаютъ слѣдующимъ образомъ: растворъ соли выпариваютъ 2 раза съ соляной кислотой и спиртомъ; подъ конецъ вторичнаго выпариванія прибавляютъ къ раствору сѣрнистаго аммонія и кислоты; наконецъ, выпаренную до суха массу растворяютъ въ соляной кислотѣ.

Эти операціи продолжительны, но ихъ нельзя сокращать, не рискуя оставить нѣкоторое количество неразложенной хромистой кислоты, которая не осаждается амміакомъ.

Возстановленіе ускоряютъ, замѣняя спиртъ уксусной кислотой и, въ особенности, щавелевой; но эта послѣдняя, реагируя болѣе энергично, не разлагается, если только она

не вполне окислилась хромистой кислотой, и въ ея присутствіи амміакъ не производитъ полного осажденія.

Къ раствору хлорнаго хрома, полученному вышеописаннымъ путемъ, прибавляютъ амміака въ избыткѣ и кипятятъ жидкость въ продолженіе 12 часовъ или менѣе, вознаграждая отъ времени до времени убыль амміака новымъ его прибавленіемъ. Полное осажденіе совершается весьма медленно и трудно достигается, нежели осажденіе гидратовъ окисей желѣза и алюминія. Когда жидкость станетъ безцвѣтною, то операція кончена, но этотъ результатъ не всегда получается и послѣ 12 часоваго кипяченія. Пока растворъ окрашенъ въ зеленый цвѣтъ, можно надѣяться успѣшно окончить операцію новымъ прибавленіемъ амміака и кипяченіемъ, но если растворъ принимаетъ розовый или фіолетовый оттѣнокъ, то дальнѣйшее прибавленіе амміака не приноситъ никакой пользы. Этотъ оттѣнокъ показываетъ, вообще, что нѣкоторое количество хромистой кислоты осталось неразложеннымъ; онъ можетъ также образоваться, когда часть хлорнаго хрома была въ состояніи фіолетоваго (растворимаго) видоизмѣненія, которое даетъ гидратъ окиси хрома, немного растворимый въ амміакѣ.

Растворы хромистой соли, съ которыми приходится имѣть дѣло, почти всегда заключаютъ большой избытокъ щелочей, которыя увлекаются осажденнымъ гидратомъ окиси хрома и не удаляются изъ него даже послѣ продолжительнаго промыванія кипящей водой. Поэтому, для вполне точнаго опредѣленія, осадокъ нужно промыть, растворить въ соляной кислотѣ и снова осадить амміакомъ. Вторичное осажденіе не такъ затруднительно, какъ первое.

Отсюда видно, что, примѣняя описанный способъ и желая получить хорошіе результаты, приходится работать нѣсколько дней, число которыхъ нельзя сокращать безъ ущерба для точности результата. Такимъ образомъ, по своей медленности этотъ способъ не позволяетъ хорошо слѣдить за фабрикаціей стали. Наконецъ, даже съ вышеуказанными предосторожностями, онъ даетъ погрѣшности, которыя не всегда удается избѣгнуть. Имъ можно удовлетворяться при анализѣ веществъ, богатыхъ хромомъ, но въ примѣненіи къ хромистой стали онъ даетъ только приблизительно вѣрные результаты, если не брать большого количества металла, окисленіе котораго представляетъ почти непреодолимая затрудненія.

Осажденіе въ видѣ хромистокислаго свинца. Осажденіе въ видѣ хромистокислаго свинца производится гораздо скорѣе и легче; оно представляетъ еще и то преимущество, что даетъ относительно весьма тяжелый осадокъ.

Операція производится непосредственно въ растворѣ хромистокислой щелочи, который нужно предварительно нейтрализовать, такъ какъ хромистокислый свинецъ растворимъ, какъ въ кислотахъ, такъ и въ щелочахъ. Растворъ нейтрализуютъ уксусной кислотой или разбавленной азотной, затѣмъ къ нему прибавляютъ уксуснокислаго или азотнокислаго свинца. Осадку даютъ отстояться, послѣ чего жидкость дѣлается безцвѣтною, затѣмъ его промываютъ (декантаціей) кипящей водой, собираютъ на тарированной фильтрѣ и, послѣ высушиванія при 100° С, взвѣшиваютъ. Осадокъ по составу соответствуетъ формулѣ $PbCrO_4$.

Для опредѣленія небольшихъ количествъ хрома лучше употреблять 2 фильтры, вложенныя одна въ другую и равныя по вѣсу. Послѣ перваго высушиванія раздѣляютъ ихъ и снова высушиваютъ, помѣщая рядомъ другъ съ другомъ. Затѣмъ опредѣляютъ разность вѣсовъ фильтрѣ, которая даетъ вѣсъ осадка, собраннаго на внутренней фильтрѣ.

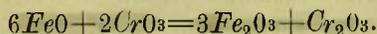
Этотъ приемъ позволяетъ уменьшать погрѣшности, происходящія отъ того, что фильтра можетъ содержать въ себѣ соли, и отъ того, что степень ея сухости неизвѣстна.

Осажденіе хромистой кислоты, при этихъ условіяхъ, полное, но опредѣленіе не выполнѣ точное. Существуетъ 2 погрѣшности, которыя дѣйствуютъ обратно другъ другу: съ одной стороны, осадокъ пристаеетъ къ стѣнкамъ сосуда, вслѣдствіе чего вѣсъ осадка уменьшается, съ другой—осадокъ удерживаетъ въ себѣ воду и соли, которыя трудно изъ него выдѣляются, и поэтому увеличиваютъ его вѣсъ. Изъ цѣлаго ряда опытовъ, производившихся съ извѣстнымъ количествомъ хромистокислого калия, я нашелъ, что погрѣшность можетъ простираться до нѣсколькихъ миллиграммовъ хромистокислого свинца или, приблизительно, до $\frac{1}{2}$ миллиграмма металла хрома.

Въ общемъ этотъ способъ болѣе быстръ и болѣе точенъ, чѣмъ осажденіе амміакомъ. Его можно рекомендовать для опредѣленія болѣе или менѣе значительныхъ количествъ хрома, но онъ требуетъ болѣе хлопотъ и, вообще, трудно приложимъ къ опредѣленію малыхъ количествъ хрома; я полагаю, что въ примѣненіи къ анализу хромистой стали онъ стоитъ ниже третьяго способа, который я опишу впослѣдствіи.

Можно всякій разъ повѣрять вѣсъ хромистокислого свинца, растворяя послѣдній въ ѣдкомъ кали и опредѣляя хромъ объемнымъ путемъ. Это въ особенности нужно дѣлать тогда, когда замѣтное количество осадка плотно пристанеетъ къ стѣнкамъ сосуда, такъ какъ въ этомъ случаѣ ѣдкое кали растворитъ то количество хромистокислого свинца, которое невозможно взвѣсить.

Объемное опредѣленіе. Можно опредѣлять хромистую кислоту объемнымъ путемъ, возстановляя ее титрованнымъ растворомъ. Наболѣе удобенъ растворъ соли Моора. Реакція, происходящая между закисью желѣза и хромистой кислотой, можетъ быть изображена такъ:



Три эквивалента желѣза возстановляютъ эквивалентъ хрома. Нужно употреблять жидкость, заключающую, приблизительно, 1 миллигр. желѣза въ 1 куб. сант., что соотвѣтствуетъ количеству хрома, заключающемуся между 0,0003 гр. и 0,0004 гр.

Прямое титрованіе. Предназначенный для титрованія растворъ хромистой соли помѣщаютъ въ чашку или въ стаканъ, подкисляютъ его слегка сѣрной кислотой и приливаютъ изъ бюретки растворъ соли Моора пока жидкость сохраняетъ еще желтый оттѣнокъ; когда возстановленіе приближается къ концу, этотъ цвѣтъ начинаетъ переходить въ зеленый; наконецъ, когда возстановленіе кончено, жидкость совершенно теряетъ желтый оттѣнокъ и дѣлается изумруднозеленой.

Эта переменна цвѣга не настолько рѣзка, чтобы, руководствуясь ею, можно было остановить операцію во время. Остановливая титрованіе въ моментъ появленія зеленого оттѣнка, дѣлаютъ ошибку, приблизительно на 5%. При 5% содержаніи хромистой соли желтый цвѣтъ ся маскируется зеленымъ цвѣтомъ сѣрнокислого хрома. При дальнѣйшемъ приливаніи соли Моора зеленый цвѣтъ жидкости съ каждой новой каплей становится все чище и чище; но чтобы быть увѣреннымъ въ томъ, что жидкость вполнѣ окрашена въ зеленый цвѣтъ, приходится прибавлять избытокъ соли Моора. Беря среднее арифметическое между наибольшими и наименьшими отчетами изъ 2-хъ наблюденій получаютъ довольно точный результатъ. Удобнѣе брать для испытанія растворы настолько слабоокрашенные въ желтый цвѣтъ, что послѣ возстановленія хромистой кислоты они приобретаютъ едва замѣтный зеленый оттѣнокъ; при этихъ условіяхъ получается наболѣе точный результатъ.

Погрѣшность при этомъ способѣ немного болѣе 1 куб. сант. раствора соли Моора указанной крѣпости, или почти $\frac{1}{2}$ миллиграм. хрома.

Непрямое титрованіе. Для достиженія большей точности, нужно приливать къ титруемой жидкости избытокъ соли Моора и опредѣлять этотъ избытокъ титрованнымъ растворомъ хамелеона ($KMnO_4$). Въ тотъ моментъ, когда жидкость послѣ прибавленія нѣсколькихъ капель соли Моора перестанетъ измѣнять свой цвѣтъ, къ ней начинаютъ приливать изъ другой бюретки растворъ марганцовокислаго калия. Первые капли этого раствора не производятъ замѣтнаго дѣйствія, потому что онѣ идутъ только на окисленіе соли желѣза, прибавленной въ избыткѣ, но какъ только эта послѣдняя вполнѣ окислится, жидкость, не заключающая въ себѣ другихъ восстановителей, окрашивается отъ первой лишней капли въ сѣрый цвѣтъ, а отъ второй — въ слабый розовый. Если эти явленія наблюдаются послѣ прибавленія первой капли марганцовокислаго калия, то это указываетъ на то, что жидкость не содержитъ избытка соли Моора. Послѣдней нужно прибавить снова и затѣмъ титровать хамелеономъ; многократное прибавленіе этихъ 2-хъ реагентовъ не составляетъ никакого неудобства, нужно только точно знать объемъ прилитыхъ реагентовъ. Приливаніе хамелеона останавливаютъ въ тотъ моментъ, когда зеленый цвѣтъ жидкости перейдетъ въ сѣрый, затѣмъ отсчитываютъ израсходованный объемъ хамелеона, вычисляють соответствующее этому объему количество соли Моора и вычитаютъ послѣднее количество изъ всего объема израсходованной соли; разность покажетъ объемъ, соответствующій искомому количеству хрома.

Если титрованіе продолжаютъ до розоваго окрашиванія, то наглазъ исправляютъ объемъ израсходованнаго хамелеона, для того, чтобы не принять во вниманіе послѣднихъ капель его, не служившихъ для окисленія соли желѣза.

Способъ этотъ весьма точенъ. При моихъ первоначальныхъ изслѣдованіяхъ, производя титрованіе опредѣленныхъ количествъ хромистой соли до розоваго окрашиванія жидкости, весьма быстро и съ реактивами слишкомъ концентрированными, я опредѣлялъ хромъ съ погрѣшностью въ $\frac{2}{10}$ миллигр. Такой результатъ даетъ этотъ способъ, будучи примененъ безъ особыхъ предосторожностей, но при указанныхъ выше реактивахъ и при надлежащей крѣпости титруемой жидкости погрѣшность, не превосходящая $\frac{2}{10} - \frac{3}{10}$ куб. сант. соли Моора, можетъ быть меньше $\frac{1}{10}$ миллиграмма (металлич. хрома).

Приготовленіе титрованныхъ растворовъ не представляетъ никакихъ затрудненій. Чтобы повѣрить титръ раствора соли Моора, берутъ опредѣленное количество хромистокислаго калия, хорошо высушеннаго, растворяютъ его въ водѣ и опредѣляютъ объемъ раствора соли Моора, необходимый для полнаго восстановленія; съ другой стороны опредѣляютъ, какой объемъ хамелеона необходимъ для обезцвѣчиванія даннаго объема раствора соли Моора; если приходится дѣлать многочисленныя испытанія, то полезно приготовить растворъ хамелеона такой крѣпости, чтобы онъ нейтрализовался равнымъ объемомъ соли Моора.

Титрованіе послѣ осажденія хромистокислаго свинца. Присутствіе азотной или соляной кислоты въ жидкости достаточно разбавленной и охлажденной, не представляетъ препятствія для титрованія; но описанный способъ непримѣнимъ, когда жидкость заключаетъ въ себѣ восстанавлиющія или окисляющія вещества, способныя реагировать на тотъ или другой изъ употребляемыхъ реагентовъ. Это обстоятельство имѣетъ мѣсто, когда хромистокислая соль получается оставленіемъ какого либо вещества, содержащаго хромъ, съ селитрой; въ такомъ случаѣ жидкость заключаетъ въ себѣ азотистую кислоту.

Однако же и въ этомъ случаѣ можно воспользоваться объемнымъ способомъ, если только отдѣлить хромистую кислоту отъ раствора въ видѣ хромистокислаго свинца.

Осаждаютъ эту соль такъ, какъ если бы ее хотѣли взвѣсить, а затѣмъ, послѣ непродолжительнаго промыванія, растворяютъ въ ѣдкомъ кали. Растворъ подкисляютъ сѣрной кислотой и, не заботясь объ осѣвшемъ сѣрнокисломъ свинцѣ, титруютъ солью Моора, какъ обыкновенно.

Я работалъ такимъ образомъ съ титрованными растворами хромистыхъ солей и всегда получалъ совершенно одинаковые результаты; такимъ образомъ осажденіе не производитъ никакой потери; оно имѣетъ только то неудобство, что немного удлиняетъ операцію.

Колориметрическое опредѣленіе. Можно непосредственно опредѣлять содержаніе хрома въ растворѣ хромистокислаго калия по степени интенсивности его цвѣта, разводя жидкость водой до опредѣленнаго объема и сравнивая цвѣтъ ея съ цвѣтомъ заранѣе приготовленныхъ типическихъ растворовъ, въ которыхъ содержаніе хромистокислаго калия извѣстно.

Можно приготовить цѣлую скалу типическихъ растворовъ, которая будетъ служить весьма долго, ибо эти растворы очень постоянны.

Однако погрѣшность при колориметрическомъ опредѣленіи, обыкновенно, превосходитъ 5%, если даже растворъ въ надлежащей степени разбавленъ; часто же погрѣшность превосходитъ 10%.

Такимъ образомъ, испытаніе колориметрическимъ путемъ можетъ служить только грубой провѣркой опредѣленія. Съ этой точки зрѣнія оно можетъ быть полезнымъ тогда, когда опредѣленіе производится въ жидкостяхъ сложнаго состава; въ такомъ случаѣ, сначала опредѣляютъ содержаніе хрома колориметрическимъ путемъ, затѣмъ, путемъ объемнаго анализа, и если разница между результатами окажется велика, то это указываетъ на то, что въ растворѣ заключаются вещества, мѣшающія точности опредѣленія.

II. Приведеніе хрома въ состояніе хромистокислой щелочи.

Обработка азотной кислотой. Способъ, указанный Rivot, заключается въ обработкѣ металла азотной кислотой, насыщеніи жидкости ѣдкимъ кали и выпариваніи ея до суха. Такимъ образомъ получаютъ весьма тѣсную смѣсь окисей желѣза и хрома съ ѣдкимъ кали и селитрой. Эту смѣсь оставляютъ въ серебряномъ тиглѣ, сплавъ обрабатываютъ горячей водой, которая растворяетъ хромистую соль.

Хромъ окисляется вполне, но способъ этотъ представляетъ 2 неудобства: 1) жидкость заключаетъ въ себѣ азотистокислую щелочь, которая образовалась при плавленіи и которая не позволяетъ опредѣлять хромъ титрованіемъ (можно избѣгнуть этого неудобства, какъ я указалъ выше, осаждавъ хромъ въ видѣ $PbCrO_4$ и растворяя послѣдній въ KNO_3); 2) продукты, богатые хромомъ, весьма трудно обрабатываются азотной кислотой, иногда даже невозможно ихъ вполне привести въ растворъ.

Обработка сухимъ путемъ. Я пробовалъ окислять металлъ обжиганіемъ подъ муфелемъ и сплавленіемъ съ содой въ платиновомъ тиглѣ. Окисъ хрома, при этихъ условіяхъ, сплозна переходила въ хромистую соль, если только она была хорошо измельчена и тѣсно смѣшана съ содой. Но для удовлетворенія этому условію необходимо, чтобы и металлъ до обжиганія былъ хорошо измельченъ. Обжиганіе должно происходить при слабо-красномъ каленіи для того, чтобы окиси не спекались. Плавленіе нужно вести медленно; сплавляемую массу нужно долго поддерживать въ нористомъ состояніи для того, чтобы воздухъ могъ свободно проникать въ нее и оказывать свое окисляющее дѣйствіе. Операція продолжается около часа; для опредѣленія времени ея окончанія не имѣется ника-

кихъ указаній. Обрабатывая сплавленную массу горячей водой, получаютъ растворъ, не заключающій никакихъ вредныхъ для объемнаго опредѣленія примѣсей.

Способъ этотъ довольно утомителенъ; иногда онъ давалъ мнѣ хорошіе результаты, но, вообще говоря, на нихъ нельзя рассчитывать. Если металлъ не былъ хорошо измельченъ, если операція плохо шла и была недостаточно продолжительна, то въ нерастворимомъ остаткѣ всегда заключается окись хрома. Въ этомъ легко убѣдиться, сплавления остатокъ съ ѣдкимъ кали и селитрой: обрабатывая массу водой, получаютъ желтый растворъ.

Для превращенія окиси хрома въ хромисто-кислую щелочь сплавленіемъ, можно замѣнить соду ѣдкимъ кали, которое реагируетъ болѣе энергично, въ особенности, если къ нему прибавить бертолетовой соли. Но если превращеніе окиси хрома въ хромисто-кислую щелочь идетъ очень быстро, то операцію вести весьма затруднительно и нѣтъ никакой гарантіи въ успѣшномъ ея окончаніи; если въ обрабатываемой массѣ заключаются зерна металла слишкомъ большія, то они не окисляются. На основаніи всего этого мы должны отказаться отъ обработки хромистой стали сухимъ путемъ. Однако, я долженъ былъ указать здѣсь на этотъ способъ, потому что онъ можетъ служить въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится имѣть дѣло съ продуктами, не измѣняющимися отъ дѣйствія кислотъ. Для успѣха операціи существенно необходимо весьма тонкое измельченіе металла; если его нельзя произвести непосредственно, то послѣ перваго обжига подъ муфелемъ нужно обожженую массу растереть въ ступкѣ, просѣять и наиболѣе крупныя зерна снова помѣстить подъ муфель, поступая такимъ образомъ до тѣхъ поръ, пока вся обрабатываемая масса будетъ надлежащимъ образомъ измельчена.

Нужно замѣтить, что обработка сухимъ путемъ легче удается для металлическихъ соединений, богатыхъ хромомъ. Они обжигаются при болѣе низкой температурѣ и продукты обжиганія ихъ трудно спекаются. Кромѣ того спекшіяся зерна окисей распадаются при сплавленіи, потому что окись хрома, которая образуетъ главную ихъ составную часть, растворяется, такъ что даже съ массой плохо измельченной обработка вполнѣ удается, если только и растворимый остатокъ 1-й операціи подвергнуть вторичному сплавленію.

Обработка соляной кислотой. Соляная кислота служитъ наилучшимъ растворителемъ. Обработкѣ соляной кислотой, средней крѣпости, подвергаютъ навѣску хромистой стали въ 1 гр. — 0,5 гр., смотря по богатству послѣдней хромомъ; для желѣзо-хрома достаточна навѣска въ 0,1 гр. — 0,2 гр. Какъ только навѣска растворится въ кислотѣ, выпариваютъ жидкость до суха такимъ образомъ, чтобы удалился избытокъ кислоты, но хлористое желѣзо не разложилось бы. Остатокъ обливаютъ небольшимъ количествомъ воды, растворъ сливаютъ въ серебряный тигель, куда прибавляютъ около 5 гр. ѣдкаго кали и 1 гр. бертолетовой соли; затѣмъ нагреваютъ тигель на газовой лампѣ такимъ образомъ, чтобы вода медленно удалялась; тогда осажденные окиси весьма тѣсно смѣшаются съ KNO_3 и $KClO_3$. Температуру возвышаютъ постепенно; прежде всего ѣдкое кали претерпѣваетъ водное плавленіе; затѣмъ, когда вся вода испарится, масса снова дѣлается твердой. Во время всего этого періода нужно нагревать тигель весьма слабо, чтобы умѣрить выбрызгиваніе; послѣдняго нельзя устранить совершенно, но мы увидимъ впоследствии, что большаго значенія это обстоятельство не имѣетъ.

Какъ только вся вода выдѣлится, нагреваютъ тигель до темнокраснаго каленія для того, чтобы разложить бертолетову соль. Въ томъ состояніи тонкаго измельченія, въ какомъ находится прокаливая масса, это разложеніе происходитъ спокойно. Масса на-

чинаеть пѣниться, такъ что нужно нѣсколько понизить температуру для того, чтобы пѣна не выбрасывалась изъ тигля, чего легко достигнуть, если только тигель достаточно великъ. Полезно, во время этого періода, помѣшивать массу серебряной ложкой.

Когда прокаливаемая масса перестанетъ пѣниться, повышаютъ температуру тигля до такой степени, чтобы содержимое его сдѣлалось совершенно жидкимъ, и поддерживаютъ эту температуру нѣсколько минутъ для того, чтобы вполне перевести $KClO_3$ въ KCl . Сплавленную и охлажденную массу обрабатываютъ водой, а полученный растворъ процеживаютъ чрезъ аміантовую фильтру; затѣмъ его подкисляютъ сѣрной кислотой и опредѣляютъ хромъ титрованіемъ, какъ объ этомъ было сказано выше.

Чтобы провѣрить этотъ способъ, я бралъ опредѣленное количество титрованного раствора хромистокислаго калия, который возстановлялъ большимъ избыткомъ хлористаго желѣза ($FeCl_2$) и получалъ, такимъ образомъ, растворъ хлористыхъ солей, совершенно аналогичный тому, который получается обработкой хромистой стали соляной кислотой. Выпаривая этотъ растворъ до суха и сплавляя остатокъ съ $KClO_3$ и KNO_3 , я находилъ въ сплавленной массѣ совершенно то-же количество хрома, какое было взято для испытанія. Разность не превосходитъ $\frac{2}{10}$ миллигр., что почти соответствуетъ точности объемнаго опредѣленія. Эти опыты показываютъ, что ошибками, происходящими отъ способа обработки металла или отъ присутствія соляной кислоты въ растворѣ, можно пренебречь.

Нужно, однако, замѣтить, что въ большинствѣ случаевъ количество хрома, опредѣленное титрованіемъ, менѣе дѣйствительнаго; такъ, можно положить, что количество хрома, опредѣленное весьма тщательнымъ титрованіемъ, менѣе дѣйствительнаго, въ среднемъ, на $\frac{1}{10}$ миллиграм.

Такова абсолютная погрѣшность, если опредѣленіе производится съ количествомъ хрома, приблизительно равнымъ 0,01 гр.; относительная же погрѣшность будетъ въ этомъ случаѣ около 1 проц. Если опредѣленіе производится съ большимъ количествомъ хрома, то абсолютная погрѣшность будетъ больше, но относительная—меньше.

Металлы, трудно растворимые въ кислотахъ. Весьма богатые сорта желѣзо-хрома не растворяются въ кислотахъ, но я не имѣлъ случая наблюдать это явленіе. Наиболѣе богатые сплавы хрома съ желѣзомъ, съ какими только мнѣ приходилось имѣть дѣло, содержали не болѣе 30 проц. хрома и растворялись въ соляной кислотѣ. Я думаю, что, хорошо измельчая металлъ, можно, вообще, достигнуть превращенія хрома въ хромистую кислоту. Если соляная кислота не растворяетъ металла, то можно прибѣгнуть къ сѣрной кислотѣ, употребляемой, по возможности, безъ избытка, а если и эта послѣдняя не дѣйствуетъ, то остается воспользоваться сухимъ путемъ; эта обработка, обратнo дѣйствію кислотъ, тѣмъ лучше удастся, чѣмъ сплавъ богаче хромомъ.

Обработка перекисью свинца. Если имѣемъ кислый растворъ соли хрома, то послѣдній можно перевести въ состояніе хромистой кислоты, окисляя соль хрома перекисью свинца. Берутъ навѣску сплава, заключающую отъ 0,01 гр. до 0,02 гр. металлическаго хрома, и обрабатываютъ ее азотной кислотой, смѣшанной съ нѣсколькими каплями сѣрной кислоты; растворъ доводятъ до кипѣнія и прибавляютъ къ нему въ нѣсколько приемовъ 10—15 гр. перекиси свинца: образуется хромистокислый свинецъ, растворяющійся въ избыткѣ кислоты. Растворъ процеживаютъ чрезъ аміантъ и опредѣляютъ хромъ объемнымъ путемъ. Азотная кислота, разбавленная 9 объемами холодной воды, не реагируетъ на соль Моора, по крайней мѣрѣ до тѣхъ поръ, пока въ растворѣ находится хромистая кислота.

Этотъ способъ обработки болѣе быстръ, чѣмъ предыдущій, и даетъ весьма хорошіе результаты. Если металлъ трудно обрабатывается азотной кислотой, то его нужно растворить въ одной сѣрной кислотѣ и къ раствору уже прибавить азотной кислоты.

Можно еще превращать хромъ въ хромистую кислоту, растворяя металлъ въ азотной кислотѣ и окисляя соль хрома бертолетовой солью. Но этотъ способъ обработки не представляетъ никакихъ преимуществъ предъ предыдущимъ; онъ ненриимѣнимъ къ продуктамъ, нерастворимымъ въ азотной кислотѣ, такъ какъ опасно употреблять сѣрную кислоту вмѣстѣ съ бертолетовой солью.

III. Отдѣленіе и опредѣленіе марганца.

Обработка щелочами. Когда переводятъ хромъ въ хромистую соль посредствомъ KNO_3 и $KClO_3$, марганецъ превращается въ марганцовистую кислоту. Если щелочную жидкость достаточно разбить водою и прокипятить, то марганцовистая соль разложится и марганецъ осадеть въ видѣ перекиси. Если растворъ заключаетъ значительное количество марганца, то ускоряютъ его осажденіе, помѣщая въ жидкость клочекъ пропускной бумаги, которая возстановляетъ марганцовистую кислоту, но не дѣйствуетъ на хромистую.

Кипятя жидкость до тѣхъ поръ, пока она, перестанетъ окрашиваться въ зеленый цвѣтъ, и отфильтровывая ее чрезъ аміантъ, собираютъ перекись марганца вмѣстѣ съ окисью желѣза на фильтрѣ. Осадокъ, вмѣстѣ съ аміантомъ, обрабатываютъ азотной кислотой, а въ растворѣ, такимъ образомъ полученномъ, опредѣляютъ марганецъ окисленіемъ перекисью свинца, какъ это дѣлается въ большинствѣ заводовъ.

Обработка перекисью свинца. Если окислять хромъ въ кислой жидкости перекисью свинца, то полученный растворъ будетъ заключать и хромъ и марганецъ. Хромъ находится въ растворѣ въ видѣ хромистой соли, а марганецъ—въ видѣ розоваго соединенія, природа котораго хорошо неизвѣстна; степень окисленія этого соединенія, по моимъ наблюденіямъ, соответствуетъ формулѣ Mn_2O_3 .

Каково бы ни было это соединеніе, если къ раствору, о которомъ здѣсь идетъ рѣчь, прилить растворъ соли Моора, то возстановленіе обоихъ металловъ происходитъ почти одновременно и титрованіе, такимъ образомъ совершаемое, не позволяетъ опредѣлять каждый изъ 2-хъ металловъ отдѣльно. Но, употребляя возстановитель менѣе энергичный, напр. мышьяковистокислый натрій, можно опредѣлять марганецъ отдѣльно отъ хрома: мышьяковистокислый натрій на холоду реагируетъ на хромистую кислоту только весьма медленно, тогда какъ на марганцовистую кислоту онъ дѣйствуетъ мгновенно.

Обрабатываемая жидкость бываетъ окрашена въ болѣе или менѣе яркій, смотря по содержанію марганца, оранжевокрасный цвѣтъ; при приливаніи мышьяковистокислаго натрія этотъ цвѣтъ начинаетъ блѣднѣть и переходитъ въ розовый, затѣмъ, въ тотъ моментъ, когда вся марганцовая кислота возстановится, онъ дѣлается желтымъ. Эта перемѣна цвѣта довольно рѣзка, но для большей точности титрованія можно прибѣгнуть къ хамелеону. Для этого приливаютъ къ титруемому раствору небольшой избытокъ мышьяковистокислаго натрія, затѣмъ туда же прибавляютъ хамелеона до тѣхъ поръ, пока желтый цвѣтъ жидкости станетъ переходить въ розовый. По объему прибавленнаго хамелеона вычисляютъ избытокъ Na_3AsO_3 , а затѣмъ и весь объемъ этого реактива, служившій для опредѣленія марганца.

Титруя растворъ марганцовой кислоты, описаннымъ образомъ, въ присутствіи хромистой кислоты или въ ея отсутствіи, я получалъ одинаковые результаты. Перемѣна

цвѣта жидкости весьма хорошо замѣтна; единственныя предосторожности, которыя нужно принимать, суть слѣдующія: растворъ долженъ быть холоденъ и достаточно разбавленъ, Na_2AsO_3 нужно приливать лишь въ небольшомъ избыткѣ, переходить къ титрованію хамелеономъ нужно весьма быстро, потому что при отсутствіи марганцовой кислоты Na_2AsO_3 начинаетъ медленно возстановлять хромистую кислоту.

Въ той же жидкости, въ которой было, такимъ образомъ, произведено опредѣленіе марганца, можно опредѣлять объемнымъ путемъ и хромъ, поступаая для этого такъ, какъ объ этомъ было говорено выше. Нужно только принять во вниманіе тѣ капли свободнаго хамелеона, которыя были прибавлены въ концѣ перваго титрованія; поэтому, послѣ того какъ растворъ обезцвѣтился солью Моора, прибавленною въ избыткѣ, къ нему снова прибавляютъ хамелеона до тѣхъ поръ, пока жидкость приметъ слабый розовый цвѣтъ. При этомъ, для опредѣленія избытка соли Моора, принимаютъ во вниманіе все то количество хамелеона, которое прилито было къ раствору. Такимъ образомъ избытокъ хамелеона, прилитаго въ концѣ титрованія, компенсируется до извѣстной степени тѣмъ его количествомъ, которое было въ жидкости въ началѣ титрованія. Работая всегда съ жидкостями одинаковой концентраціи, можно скоро, послѣ нѣсколькихъ предварительныхъ опытовъ, научиться угадывать тотъ отбѣнокъ, на которомъ нужно остановиться при обоихъ случаяхъ титрованія для того, чтобы компенсація была полная.

Я убѣдился, что при описанномъ титрованіи жидкости, содержащей одновременно марганецъ и хромъ, получаютъ тѣ же результаты, какъ и при опредѣленіи этихъ металловъ отдѣльно другъ отъ друга. Только операція въ первомъ случаѣ нѣсколько затруднительнѣе. Такое заключеніе можно провѣрить, раздѣливъ испытуемую жидкость на 2 части: въ одной половинѣ опредѣляютъ, по вышесказанному, оба металла отдѣльно, а въ другой—производятъ непосредственное титрованіе солью Моора; оказывается, что объемъ раствора соли Моора, необходимый для этого титрованія, равенъ суммѣ объемовъ, необходимыхъ для возстановленія тѣхъ количествъ хрома и марганца, которыя опредѣлены первымъ титрованіемъ.

Можно избѣгнуть употребленія мышьяковистокислаго натрія, возстановляя марганцовую соль органическимъ тѣломъ. Раздѣляютъ жидкость на 2 части. Въ одной половинѣ производятъ прямое титрованіе солью Моора. Другую половину раствора кипятятъ съ клочкомъ пропускной бумаги до тѣхъ поръ, пока жидкость потеряетъ розовое окрашиваніе; тогда ее титруютъ солью Моора. Растворъ соли Моора, израсходованный при этомъ, второмъ, титрованіи пошелъ на возстановленіе хромистой кислоты; вычитая объемъ этого раствора изъ объема раствора, израсходованнаго при первомъ титрованіи, получимъ количество соли Моора, необходимое для возстановленія марганцовой кислоты.

При анализированіи хромистой стали по этому способу, берутъ такую навѣску стали, которая заключаетъ около 0,01 гр. Mn или Cr ; навѣску обрабатываютъ жидкостью, состоящею изъ 10 частей азотной кислоты, 10 частей воды и 2 частей сѣрной кислоты. Жидкость доводятъ до кипѣнія и, когда металлъ растворится, къ раствору прибавляютъ въ 2 приема, съ интервалами въ нѣсколько минутъ, 10 гр. перекиси свинца. Послѣ вторичнаго прибавленія PbO_2 горячій растворъ вливаютъ въ большой избытокъ холодной воды. Отфильтровываютъ жидкость черезъ аміантъ, раздѣляютъ ее на 2 части и опредѣляютъ Cr и Mn , какъ было сказано выше.

Этотъ способъ даетъ хорошіе результаты, если металлъ хорошо растворяется въ жидкости указаннаго состава; но если въ ней, для лучшаго растворенія металла, увели-

чить количество сѣрной кислоты, то марганецъ не вполне окисляется, если же эта кислота будетъ въ большомъ избыткѣ, то совсѣмъ не образуется розоваго соединенія.

Для металловъ, трудно растворимыхъ въ кислотахъ, удобнѣе примѣнить сплавление съ щелочами, если хотять точно опредѣлить содержаніе марганца. Обработка перекисью свинца примѣняется тогда, когда желаютъ опредѣлить только одинъ хромъ.

О нахожденіи бирюзы близъ Нишапура въ Персіи.

(Verh. der. k. k. geolog. Reichsanstalt, Wien, 1884. S. 93 etc.).

Коренную породу, въ которой находится въ Нишапурѣ бирюза, вопреки всѣмъ прежнимъ, болшею частью весьма неточнымъ сообщеніямъ, является порфиридовидный трахитъ. Въ этомъ послѣднемъ или, точнѣе сказать, въ брекчии, состоящей изъ остроугольныхъ обломковъ трахита, бирюза встрѣчается въ видѣ многихъ весьма тонкихъ жилъ, отъ двухъ до четырехъ, и самое большее до шести миллиметровъ толщиною, или въ видѣ неправильныхъ, болшею частью плоскихъ кусковъ. Въ брекчии обломки трахита являются связанными темнаго цвѣта бурымъ желѣзнякомъ, содержащимъ въ себѣ фосфоръ. Бурый желѣзнякъ сопровождаетъ иногда бирюзу въ узкихъ жилахъ, но вездѣ при условіяхъ, которыя заставляютъ считать этотъ послѣдній минералъ новѣйшимъ образованіемъ среди массъ его окружающихъ. Въ трахитѣ, какъ показываютъ микроскопическія изслѣдованія, встрѣчаются также псевдоморфозы бирюзы по формѣ полевого шпата (ортоклаза).

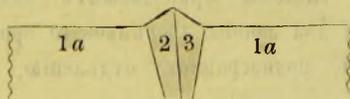
Кромѣ трахита бирюза близъ Нишапура встрѣчается также въ видѣ отдѣльныхъ кусковъ въ аллювіальныхъ отложеніяхъ, окружающихъ трахитовую гору.

О кристаллической формѣ и физическихъ свойствахъ графита.

Сьѣгрена.

(Hj. Sjögren въ Upsal). (Oefvers af vet. Acad. Förhandl. 1884, 4, 29—53).

Сьѣгрень изслѣдовалъ образцы графита съ острова Цейлона и съ острова Олень (приходъ Паргасъ), равно какъ два образца искусственно полученнаго графита изъ доменной печи. Опредѣленіе угловъ наклоненія боковыхъ плоскостей на базопинакоидъ и плоскихъ угловъ самаго базиса показали, что вообще измѣренія угловъ кристалловъ графита, вслѣдствіе несовершенства образованія послѣднихъ, сличкомъ недостаточны, чтобы можно было вывести изъ нихъ вѣрное заключеніе о кристаллической системѣ. Хорошо извѣстная штриховатость, наблюдаемая въ таблицеобразныхъ кристаллахъ графита на плоскостяхъ базопинакоида по тремъ различнымъ направленіямъ, привела Сьѣгрена къ заключенію о двойниковомъ сростаніи по тремъ плоскостямъ главной пирамиды $P(10\bar{1}0)$ и по тремъ плоскостямъ другой шестилугольной пирамиды, принятой имъ за $\frac{1}{2}P(10\bar{1}2)$. Вслѣдствіе такого сростанія, на базисѣ образуются небольшія возвышенія или штрихи, слѣдующіе по тремъ направленіямъ и представляющіеся въ поперечномъ разрѣзѣ въ такомъ видѣ, какъ это показано на прилагаемомъ рисункѣ.



Уголъ наклоненія $oP : oP'$ въ недѣлимыхъ $1a : 2$ или $1a : 3$ въ среднемъ былъ опредѣленъ въ $159^{\circ}32'$, откуда вычисляется для двойниковой плоскости P уголъ наклоненія $oP : P = 79^{\circ}46'$, что соответствуетъ отношенію осей $a : c = 1 : 4,7972$. Для опредѣленія второй двойниковой плоскости $\frac{1}{2} P$ *Свѣренъ* не даетъ никакихъ измѣреній, но такъ какъ опредѣленіе этой плоскости находится въ прямой зависимости отъ величины угла наклоненія $oP (2) : oP (3)$, который не былъ измѣренъ, то второй законъ двойниковаго сростанія, по $\frac{1}{2} P$, можно считать вопросомъ еще нерѣшеннымъ.

Штриховатость, являющаяся слѣдствіемъ двойниковаго сростанія, можетъ быть воспроизведена *искусственно* сгибаніемъ листочковъ графита. По этой причинѣ упомянутыя двойниковыя плоскости наблюдаются и на плоскостяхъ скользя графита, подобно тому, какъ это имѣетъ мѣсто въ другихъ минералахъ, что было наблюдаемо *Мюне* и друг.

Тонкія возвышенія или штрихи появляются при сгибаніи на вогнутой сторонѣ листочковъ графита; при сгибаніи въ обратную сторону разъ образовавшіеся штрихи остаются, но на противоположной сторонѣ появляются новые; послѣ сдавливанія между бумагою образовавшіеся штрихи часто совершенно исчезаютъ. Соответственно штрихамъ на плоскостяхъ скользя графита, листочки графита обнаруживаютъ и фигуры удара; эти послѣднія являются состоящими изъ трехъ или шести лучей, при чемъ все лучи кажутся совершенно одинаковыми. Такимъ образомъ, эти фигуры удара представляются совершенно отличными отъ таковыхъ же для различныхъ видовъ слюды, ибо въ послѣднихъ имѣетъ мѣсто растрескиваніе и проч. Что касается направленной спайности, то *Свѣренъ* могъ замѣтить только спайность по базопинакoidу. Фигуры вытравленія на плоскостяхъ базиса *Свѣренъ* получалъ двоякимъ способомъ: путемъ нагрѣванія минерала въ струѣ сухого кислорода и кипяченіемъ въ смѣси хромовокислаго калия и сѣрной кислоты. По первому способу (нагрѣваніемъ въ теченіе 1—3 минутъ въ продыравленномъ фарфоровомъ тиглѣ въ струѣ сухого кислорода, вдуваемого мѣхами) *Свѣренъ* получалъ наилучше образованныя фигуры вытравленія на искусственно образовавшемся графитѣ въ доменной печи завода Hagfors. По охлажденіи, которое было произведено въ теченіе одной минуты, эти фигуры представились въ видѣ правильныхъ шестиугольниковъ, имѣвшихъ въ поперечникѣ отъ 0,003 до 0,005 мм. По второму способу *Свѣренъ* получалъ такіе же правильные шестиугольники. Кривыя теплопроводности были опредѣлены по способу *Сенармона* и *Ламе*, при чемъ на четырехъ различныхъ листочкахъ графита онѣ имѣли видъ почти правильнаго круга.

Такимъ образомъ, по изслѣдованіямъ *Свѣрена* оказывается, что графитъ, согласно прежнимъ взглядамъ *Кетона* и друг., кристаллизуется въ формахъ шестиугольной системы. Въ пользу такого вывода говорить во-первыхъ объясненіе штриховатости на плоскостяхъ базопинакoidа графита, которая требуетъ для шестиугольной системы только двухъ законовъ двойниковъ, тогда какъ, принимая для кристалловъ графита моноклинную систему, напротивъ того, требовалось-бы шесть различныхъ законовъ двойниковаго сростанія. Другими доказательствами служатъ фигуры вытравленія и наконецъ кривыя теплопроводности.

Относя графитъ къ шестиугольной системѣ, *Свѣренъ* не говоритъ, однако, прямо, къ какому именно отдѣленію этой системы принадлежитъ онъ. Принимая же во вниманіе, что онъ допускаетъ только два закона двойниковаго сростанія, надо думать, что онъ относитъ кристаллы графита къ полногранному отдѣленію, такъ какъ ромбоэдрическое

отдѣленіе, къ которому причисляютъ графитъ *Кемотъ* и др., требуетъ для объясненія штриховатости четырехъ законовъ двойниковаго срастанія.

Производительность чугуна, желѣза и стали и добыча горючаго ископаемаго во Франціи, въ 1884 году.

Изъ предварительнаго отчета французскаго министерства публичныхъ работъ, помѣщеннаго въ «*Annales des Mines*» (1 livr. 1885), видимъ, что производительность названныхъ въ заголовкѣ металловъ и горючаго, въ отчетномъ году, сравнительно съ предшествовавшимъ, представляетъ общее пониженіе, которое, въ особенности, замѣтно по отношенію къ добычѣ каменнаго угля.

Въ 1884 году было добыто:

каменнаго угля и антрацита	19.624,718 тоннъ.
бураго угля.	502,491 »
<hr/>	
Всего	20.127,209 тоннъ.

Сравнивая съ добычей прошлаго (1883) года, которая равнялась 21.333,884 тоннъ горючаго, замѣчаемъ, что въ отчетномъ году было добыто менѣе на 1.206,675 тоннъ или около $5\frac{1}{2}\%$; пониженіе это относится, почти всецѣло, къ каменноугольнымъ копьямъ бассейна Nord et Pas de Calais и Loire.

Чугуна въ 1884 г. выплавлено:

На коксѣ.	1.784,111 тоннъ.
> древес. угля	40,713 »
> смѣшан. горючемъ.	30,423 »
<hr/>	
Всего.	1.855,247 тоннъ.

Въ томъ числѣ передѣлочнаго чугуна 1.487,952 тоннъ, литейнаго и чугунныхъ отливокъ 367,295 тоннъ. Такъ какъ въ предшествовавшемъ году выплавлено было чугуна 2.069,430 тоннъ, значить въ отчетномъ году выплавлено на 214,183 тоннъ менѣе.

Желѣза въ 1884 году выдѣлано:

пудлинговаго	753,088 тоннъ.
на древес. угля.	34,387 »
изъ лома и обрѣзковъ	90,351 »
<hr/>	
Всего	877,826 тоннъ.

Въ томъ числѣ продажнаго и сортоваго желѣза — 733,679 тоннъ; листового — 128,492 т., рельсоваго — 15,655 тоннъ.

Сравнивая количество выплавленнаго въ отчетномъ году желѣза съ таковымъ за 1883 г. (978,917 т.), видимъ, что оно меньше на 101,091 тоннъ.

Стали въ 1884 г. выдѣлано:

Бессемеровою . . .	364,058 тоннъ.
Мартеновскою . . .	121,932 >
Пудлинговою и кричною .	12,984 >
Цементною . . .	2,479 >
Тигельною . . .	7,158 >
Изъ старой лому . .	905 >

Всего . . 509,516 тоннъ.

Въ томъ числѣ стальныхъ рельсовъ—371,432 тонны, продажной стали—98,131 т., листовой—39,953 тонны. Сравнительно съ предшествующимъ годомъ, въ отчетномъ—стали выдѣлано на 12,304 тонны менѣе.

Закалка стали сжатіемъ, по способу инж. Клемандо ¹⁾.

Этотъ новый способъ обработки стали состоитъ въ слѣдующемъ: металлъ, отлитый цѣльнѣе, прокованный или плющенный въ валкахъ, нагреваютъ до вишнево-краснаго свѣта, затѣмъ подвергаютъ дѣйствию гидравлическаго прессы, доводя давленіе до 1000, 2000 или даже 3000 килограммовъ на квадратный сантиметръ. Сталь, которой предоставляютъ остынуть между двумя плоскостями прессы, получаетъ строгіе и свойства аналогичныя тѣмъ, какія пріобрѣтаются закалкой, въ особенности мелкозернистость, твердость и вязкость, приближающія ее къ стали, закаленной погруженіемъ въ воду.

Въ докладѣ, представленномъ въ «Société d'Encouragement», извѣстный инж. Карно изложилъ очень интересную теорію явленій, какія могутъ происходить при примѣненіи способа Клемандо. Онъ объясняетъ ихъ совокупнымъ вліяніемъ двухъ физическихъ дѣятелей: сжатія и охлажденія. Первое дѣйствуетъ какъ проковка подъ молотомъ или плющеніе въ валкахъ, второе какъ закалка черезъ погруженіе въ воду.

Хотя обжимка, проковка и плющеніе стремятся придать металлу болѣе связности и однородности, но дѣйствіе ихъ непродолжительно, и металлъ вскорѣ принимаетъ опять кристаллическое сложеніе, не отличающееся почти отъ того, какое онъ бы представлялъ, еслибъ охлажденіе происходило безъ постороннихъ вліяній. Дѣйствіе гидравлическаго прессы, хотя и слабѣе ударовъ молота, продолжаясь однако во все время охлажденія, должно придавать частицамъ металла болѣе совершенную спайность, проявляющую и увеличеніемъ вязкости и уругости.

Теперь примѣняемый способъ закалки стали, нагреваніемъ ея до красна и затѣмъ охлажденіемъ быстрымъ погруженіемъ въ холодную жидкость, имѣетъ слѣдствіемъ болѣе тѣсную связь угля и желѣза въ частицахъ металла, въ то-же время, какъ дѣйствіе сжатія, можетъ быть уподоблено проковкѣ. Однако нужно замѣтить, что если кусокъ металла немножко большіе размѣровъ, наружная часть его успѣваетъ отвердѣть, въ то время, какъ внутреннія его частицы остаются еще разъединенными вліяніемъ высокой температуры; наружная часть или оболочка, отвердѣвъ и принявъ окончательную форму, не можетъ болѣе слѣдовать дальнѣйшему сжатію при продолжающемся охлажденіи. Результатомъ этого является извѣстная разобщенность частицъ, ослабляющая вязкость металла, въ то время, какъ увеличеніе объема уменьшаетъ плотность его. Эти вредныя явленія избѣгаются при непрерывномъ дѣйстви прессы и одновременномъ охлажденіи подъ давленіемъ холодныхъ металлическихъ массъ.

¹⁾ Извлечено изъ „Revue universelle“, tome XVI 1884. М. П

Что касается способности сжатой стали къ намагничиванію, опыты, то произведенные до сихъ поръ, указываютъ, что она не такъ велика, какъ у стали, закаленной погруженіемъ въ холодную жидкость, но за то значительно устойчивѣе.

Сравнительныя данныя по добычѣ полезныхъ ископаемыхъ и выплавкѣ металловъ въ различныхъ государствахъ.

Каменный уголь:

Великобританія	166.357,000	тоннъ	(1883)
Соединенные Штаты С.-А.	97.695,000	"	(1883)
Пруссія	62.438,000	"	(1883)
Франція	21.334,000	"	(1883)
Бельгія	18.178,000	"	(1883)
Австро-Венгрія	18.689,000	"	(1883, 1879)
Саксонія	4.426,000	"	(1882)
Россія	3.959,000	"	(1883)
Австрія	2.219,000	"	(1882)
Канада	1.329,000	"	(1881)
Испанія	1.196,000	"	(1882)
Остъ-Индія	1.014,000	"	(1881)
Баварія	506,000	"	(1883)
Швеція	249,000	"	(1882)
Италія	139,000	"	(1880)

Примѣчаніе: Государствъ, въ которыхъ было добыто менѣе 100.000 тоннъ или относительно которыхъ нѣтъ свѣдѣній за послѣдніе годы, мы не приводимъ.

Горючій сланецъ:

Великобританія	1.187,000	тоннъ	
Франція съ колоніями	147,000	"	
Австралія	49,000	"	
Греція	38,000	"	(1880)
Пруссія	20,400	"	
Италія	6,300	"	
Соедин. Штаты С.-А.	3,000	"	

Нефть:

Соедин. Штаты С.-А.	3.870,000	тоннъ	(1882)
Россія	989,500	"	
Канада	56,000	"	
Австро-Венгрія	3,440	"	
Пруссія	2,500	"	

Соль:

Великобританія	2.363,000	тоннъ	
Россія	1.430,000	"	
Соедин. Штаты С.-А.	814,000	"	(1882)
О.-Индія	768,000	"	
Франція	761,000	"	

Пруссія	466,000	»	
Австро-Венгрія	425,000	»	
Италія	332,000	»	
Испанія	113,000	»	(1882)
<i>Графитъ:</i>			
Остъ-Индіа	13,200	тоннъ	(1881)
Соедин. Штаты С.-А.	200	»	
Канада	30	»	
<i>Золото:</i>			
Соедин. Штаты С.-А.	45,140	килогр.	(1882, 1883)
Россія	35,741	»	(1883)
Австралія	35,058	»	(1882)
Нов. Зеландія и Тасманія	8,714	»	(1882)
Колумбія	5,802	»	(1882)
Венецуела	5,022	»	(1883)
Канада	1,985	»	(1881)
Франція съ колоніями	1,663	»	(1883)
Австро-Венгрія	1,612	»	(1883. 1879)
Мексика	1,438	»	(1883)
Бразилія	952	»	(1883)
Британск. кол. въ Африкѣ	484	»	(1882)
Саксонія	281	»	(1882)
Чили	245	»	(1882)
Японія	181	»	(средне 1875—1883)
Аргентина	118	»	
Боливія	109	»	
Пруссія	101	»	
Италія	100	»	
<i>Серебро:</i>			
Соедин. Штаты С.-А.	1,111,457	килогр.	
Мексика	711,347	»	
Боливія	384,923	»	
Пруссія	172,866	»	
Чили	128,106	»	
Австро-Венгрія	51,326	»	
Саксонія	51,000	»	
Франція	48,491	»	
Испанія	46,898	»	
Великобританія	19,626	»	
Колумбія	18,283	»	
Италія	15,000	»	(средне 1875—1879)
Бельгія	10,847	»	
Аргентина	10,109	»	
Японія	8,488	»	(средне 1875—1883)
Россія	8,042	»	
Норвегія	5,645	»	(средне 1879—1883)

Банада	2,467	»
Австралія	1,672	»
Швеція	1,531	»
<i>Свинець:</i>		
Соедин. Штаты С.-А.	120,500	тоннъ
Пруссія	88,700	»
Испанія	88,300	»
Великобританія	56,000	»
Австро-Венгрія	13,870	»
Италія	10,000	»
Бельгія	8,400	»
Франція	7,856	»
Голландія	6,800	»
Греція	9,900	»
Саксонія	5,800	»
Россія	543	»
Швеція	243	»
<i>Мѣдь:</i>		
Великобританія	53,800	»
Соедин. Штаты С.-А.	41,600	»
Чили	37,200	»
Испанія	22,800	»
Пруссія	18,200	»
Португалія	9,000	»
Австралія	8,650	»
Россія	4,359	»
Венецуела	4,000	»
Франція	3,255	»
Австро-Венгрія	1,616	»
<i>Цинкъ:</i>		
Пруссія	116,600	тоннъ
Бельгія	75,400	»
Великобританія	33,000	»
Соедин. Штаты С.-А.	30,600	»
Голландія	21,100	»
Франція	15,900	»
Испанія	7,300	»
Австро-Венгрія	4,540	»
Россія	3,660	»
<i>Олово:</i>		
Голландія	14,236	»
Великобританія	9,456	»
Австралія	8,188	»
Нов. Зеландія и Тасманія	4,190	»
Боливія	1,041	»
Португалія	174	»

	Аргентина	134	тоннъ.
	Саксонія	102	»
	Австро-Венгрія	36	»
	Россія	18,3	»
<i>Никкель.</i>			
	Франція съ колоніями	854	тоннъ.
	Соедин. Штаты	126	»
	Пруссія	110	»
	Норвегія	46	»
	Швеція	34	»
<i>Кобальтъ.</i>			
	Норвегія	68	тоннъ.
	Швеція	2	»
<i>Сурьма.</i>			
	Австро-Венгрія	214	тоннъ.
	Пруссія	128	»
	Франція	87	»
	Соедин. Штаты	61	»
	Австралія	23	»
	Испанія	8	»
<i>Ртуть.</i>			
	Соедин. Штаты С. А.	1829	тоннъ.
	Испанія	1705	»
	Австро-Венгрія	489	»
	Италія	109	»
<i>Платина.</i>			
	Россія	3,55	тонны.
<i>Цинкъ.</i>			
	Вел. Британія	8.666,000	тоннъ.
	Соедин. Штаты С. А.	4.697,000	»
	Пруссія	2.576,000	»
	Франція	2.069,000	»
	Бельгія	783,000	»
	Австро-Венгрія	632,000	»
	Россія	482,000	»
	Швеція	399,000	»
	Эльзась-Лотарингія	359,000	»
	Люксембургъ	335,000	»
	Испанія	120,000	»
<i>Жельзо.</i>			
	Вел. Британія	2.774,000	тоннъ.
	Соедин. Штаты С. А.	2.345,000	»
	Пруссія	1.311,000	»
	Франція	979,000	»
	Бельгія	487,000	»
	Австро-Венгрія	327,000	»

Швеція	306,000	»
Россія	318,000	»
Испанія.	65,000	»

Сталь.

Вел. Британія	2.040,000	тоннъ.
Соедин. Штаты С. А.	1.764,000	»
Пруссія.	1.026,000	»
Франція.	522,000	»
Австро-Венгрія.	270,000	»
Россія	222,000	»
Бельгія	156,000	»
Швеція.	58,000	»

Сѣрная руда.

Италія	360,000	тоннъ.
Греція	44,000	»
Испанія.	40,000	»
Россія.	1,160	»
Франція.	1,500	»
Швеція	300	»

Производительность каменно-и буро-угольныхъ копей Царства Польскаго въ 1884 г.

Производительность названныхъ копей, въ отчетномъ году, продолжала увеличиваться и достигла 108.591,817 пуд. каменнаго и бураго углей, давъ, сравнительно съ предшествующимъ годомъ, болѣе на 6.198,653 пуда угля, изъ которыхъ на долю каменнаго приходилось 6.148,597 пуд. и бураго—50,056 пуд.

Каменный уголь добывался на 28 копяхъ, принадлежащихъ четырнадцати горнопромышленникамъ и горнопромышленнымъ компаніямъ; на копяхъ этихъ задолжалось 7585 человекъ рабочихъ, изъ которыхъ, собственно, на горныхъ работахъ—3856 чел. и на вспомогательныхъ—3729 чел.; число рабочихъ, сравнительно съ предшествующимъ годомъ, увеличилось на 707; производительность ихъ немного уменьшилась, равняясь 14,230 пуд. (въ 1883—14798 п.).

Паровыхъ машинъ на всѣхъ каменноуг. копяхъ считалось 122, силой въ 6825 пар. лошадей; число машинъ, сравнительно съ 1883 г., уменьшилось на 1, сила же ихъ напротивъ увеличилась на 965 пар. лошадей. Въ числѣ машинъ было: угледоъемныхъ—32 (силой въ 2709 п. лош.); водоотливныхъ — 54 (силой въ 3636 п. лош.) и вспомогательныхъ—36 (силой въ 482 п. лош.).

Въ общемъ количествѣ добытаго угля (каменнаго) — 107.935,193 пуд., получено:

крупнаго	45.955,767 пуд.	или	42 проц.
средняго	17.095,770	»	» 16 »
мелкаго	32.209,896	»	» 30 »
орѣшника	5.746,020	»	» 5 »
мелочи.	2.574,627	»	» 3 »
несортированнаго	4.353,113	»	» 4 »

107.935,193 пуд.

100 проц.

Процентное отношеніе разныхъ сортовъ (по крупности) угля къ общей массѣ добытаго, въ отчетномъ году, осталось почти такое же, какъ и въ предшествующемъ году.

Бурый уголь, въ 1884 году, добывался, подобно тому какъ и прежде, на одной копи «Іоаннъ», принадлежащей Сигизмунду Прингсгейму; при помощи 65 чел. рабочихъ и 4 пар. машинъ (силой въ 40 п. лощ.) добыто въ отчетномъ году 656,624 пуда угля, на 50,056 п. болѣе, чѣмъ въ предшествующемъ году.

ПИСЬМО ВЪ РЕДАКЦІЮ.

Г. Редакторъ!

Въ №2 „Горнало Журнала“ за 1885 г., въ письмѣ въ редакцію, было сказано нѣсколько словъ моимъ сотоварищемъ В. А. Жмакинымъ по поводу необходимости введенія электролитическаго способа извлеченія *Ag* и *Au* изъ сузунской мѣди. По поводу этого письма мнѣ придется тоже сказать нѣсколько словъ, не ради того, чтобы тормазить крайне интересное дѣло, но ради выясненія нѣкоторыхъ условій, во имя которыхъ думать о введеніи электролитическаго способа на Алтаѣ немного рано. Необходимо замѣтить, что мѣдное дѣло въ Алтаѣ, не смотря на его существованіе болѣе столѣтія, есть дѣло крайне неустановившееся и за будущность его даже въ теченіе ближайшихъ лѣтъ нельзя поручиться. Предполагая даже, что рудники, питающіе Сузунскій заводъ, будутъ отпускать руды, доставляемыя теперь, въ теченіе многихъ лѣтъ, всетаки заводу придется существенно измѣнить ходъ плавки, вслѣдствіе значительной разницы въ составѣ рудъ, ранѣе и нынѣ проплавливаемыхъ, такъ что дѣлать расчеты, основываясь на существующихъ и существовавшихъ цѣнахъ обработки для предполагаемаго производства, было бы неосновательно. То-же относится и до качества мѣди, потому что въ этомъ же году Сузунскій заводъ примется за новый способъ перерешетки, и сказать что нибудь о будущемъ качествѣ мѣди невозможно. Приводя все это, становится совершенно непонятнымъ, почему В. А. Жмакинъ настаиваетъ на введеніи электролитическаго способа, пока мало привившагося къ существующимъ значительнымъ мѣдиплавильнымъ заводамъ Европы, именно къ тому заводу, который о завтрашнемъ днѣ ничего не можетъ сказать. Что касается до того, гдѣ именно основать опытную станцію для вырѣшенія вопроса вообще о возможности извлеченія благородныхъ металловъ изъ металлической мѣди, то мнѣ кажется, что для этого пригоденъ именно Петер-

бургъ, какъ и совѣтуетъ профессоръ Н. А. Юсса въ своей статьѣ, („Гор. Жур.“ № 10, 1884 г.), именно въ Петербургѣ только возможно производить опыты при участіи компетентныхъ лицъ въ дѣлѣ электролиза, при возможности пользоваться всѣми удобствами химическихъ лабораторій, столь необходимыхъ для этого дѣла и столь мало развитыхъ еще, благодаря мѣстнымъ условіямъ, въ Алтайскихъ заводахъ, что и доказываетъ тотъ опытъ В. А. Жмакина, приведенный въ его письмѣ, и который, по его мнѣнію, долженъ былъ рѣшить введеніе электролитическаго способа въ мѣдное дѣло Алтая.

Какова была полученная мѣдь на отрицательномъ электродѣ (не была ли, мышьяковистая, ибо сузунская мѣдь, заключающая въ себѣ до 0,3 % *Sb* и *As* въ нейтральномъ растворѣ, это дѣлаетъ легко возможнымъ), что за остатокъ въ 2 пробир. фунта, какова выгодная сила тока? Тотъ же фактъ, что вообще посредствомъ электролиза можно сдѣлать чище мѣдь, былъ извѣстенъ уже въ 1836 г. Беккерелю, и вовсе не новость для Алтая. Конечно, ровно ничего нельзя имѣть противъ опытовъ электролитическаго осажденія и выдѣленія металловъ, такъ какъ этому дѣлу предстоитъ великая будущность, но начинать эти опыты въ самомъ неудобномъ мѣстѣ, безъ особенной надежды на близкое примѣненіе, мнѣ кажется совершенно напраснымъ, и не будетъ ли выгоднѣе для Алтайскихъ заводовъ терпѣливое ожиданіе результатовъ этихъ же опытовъ при болѣе благопріятныхъ условіяхъ, чѣмъ тѣ, въ которыхъ они находятся, при возможности получить точныя данныя хорошихъ лабораторій, и затѣмъ, судя по даннымъ этихъ опытовъ и по мѣстнымъ экономическимъ соображеніямъ (при условіи, что мѣдное дѣло установится), примѣнить электролитическій способъ и у себя на заводахъ.

И. Антиповъ.

Сузунскій заводъ.

6 мая 1885 г.

Письмо въ редакцію.

Милостивый Государь, Г-нъ Редакторъ!

Въ статьѣ моей „Причины упадка горнозаводскаго производства Алтая“ вкралась, очевидно по недосмотру, слѣдующія ошибки:

1. Первые двѣ строчки страницы 476 должны быть помѣщены сверху стр. 477-ой.

2. На стр. 453 (одинадцатая строчка сверху) сказано: „что на кварцъ и убогія относится 90000 рублей,“ тогда какъ въ дѣйствительности относится 9,000 р.

3. На стр. 468 на 25 строчкѣ, считая сверху, слѣдуетъ вмѣсто 242200 р. читать 238,200 р., а на слѣдующей затѣмъ строчкѣ (итогъ) вмѣсто 350800 р. читать 346,800 рублей.

Н. Юсса.

Въ журналѣ «ТЕХНИКЪ»

СЪ 1-го СЕНТЯБРЯ СЕГО ГОДА ОТКРЫТЬ ОТДѢЛЪ

Сельско-хозяйственной механики.

Въ числѣ причинъ, препятствующихъ распространенію въ русскихъ хозяйствахъ усовершенствованныхъ машинъ и орудій не малую роль играетъ малое знакомство хозяевъ съ этими послѣдними.

Въ русской литературѣ до сихъ поръ еще не имѣется полного руководства по сельско-хозяйственной механикѣ. Вотъ почему, въ ожиданіи подробнаго руководства по таковой, редація „Техника“ намѣрена въ цѣломъ рядѣ статей познакомить своихъ читателей какъ съ общей конструкціею различнаго рода сельско-хозяйственныхъ машинъ и орудій, такъ и съ деталями ихъ.

Первые два номера высылаются желающимъ за двѣ почтовыхъ марки семи копѣчнаго достоинства. Цѣна подписки съ 1-го Сентября 1885 по 1-ое Января 1886 года.—2 рубля.

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА.

на 1886 г. Цѣна съ доставкой 6 руб. въ годъ и 4 рубля на полгода.

Адресъ редакціи. Москва, Мясницкія ворота д. Фирсановой.

Издатель Шейнгардтъ.

Въ помѣщеніи **ИМПЕРАТОРСКАГО Русскаго Техническаго Общества** (Пантелеймоновская, 2) продается только что оконченный печатаніемъ **Техническій Словарь**, содержащій въ себѣ до 40,000 терминовъ, 60 листовъ, въ $\frac{1}{8}$ долю листа. Цѣна 10 руб. съ доставкой и пересылкою. Книгопродавцамъ дѣлается уступка 20%. Словарь этотъ составленъ по порученію Общества дѣйствительнымъ членомъ П. П. Андреевымъ, при участіи гг. В. Е. Альтфатера, М. И. Алтухова, Вальтера и Коха, Г. П. Вишневаго, Н. В. Воронцова, Ю. И. Гребке, Ю. Б. Гунста, Н. А. Дукельскаго, И. А. Евневича, Н. А. Забудскаго, Н. П. Ильина, О. О. Каупе, В. Л. Кирпичева, И. И. Козлова, Н. И. Кокшарова, А. О. Константиновой, Н. А. Курвоазье, Ф. Ф. Лесгафта, Мозера и К°, К. К. Неллиса, Н. Н. Петерса, Н. П. Петрова, А. Э. Прескоттъ, В. И. Срезневскаго, Л. П. Сѣмкина, Н. И. Тавилдарова, Н. П. Фоллендорфа, В. В. Черняева и А. Н. Щенсновича.

ОБЪЯВЛЕНИЕ.**ОТЪ ГОРНАГО ДЕПАРТАМЕНТА**

Въ виду предстоящаго 26 Ноября сего года созванія съезда жезлозаводчиковъ, Г. Министръ Государственныхъ Имуществъ утвердилъ нижеслѣдующія правила о порядкѣ занятій съезда и вопросы, подлежащіе на немъ обсужденію. Лица, предполагающія сдѣлать съезду доклады по какимъ либо изъ упомянутыхъ вопросовъ, приглашаются заявить объ этомъ Горному Департаменту къ 1 Ноября, съ указаніемъ предмета докладовъ, а желающіе возбудить на съѣздѣ какой либо вопросъ, не вошедшій въ программу, благоволятъ сообщить объ этомъ Департаменту къ тому же сроку, для представленія на усмотрѣніе Г. Министра.

І. ПРАВИЛА

о порядкѣ занятій съѣзда желѣзозаводчиковъ.

1. Съѣздъ собирается 26 Ноября сего года въ залѣ Совѣта Министра Государственныхъ Имуществъ и продолжается 10 дней.

2. Къ принятію участія въ съѣздѣ, съ правомъ голоса, сверхъ назначенныхъ для того представителей отъ Министерствъ Государственныхъ Имуществъ и Финансовъ, отъ Биржевыхъ Комитетовъ, отъ Русскаго Техническаго Общества и Общества для содѣйствія русской промышленности и торговлѣ, приглашаются владѣльцы заводовъ чугунно-плавильныхъ, желѣзодѣлательныхъ и сталелитейныхъ или ихъ уполномоченные. Заводчики или ихъ уполномоченные, желающіе участвовать въ съѣздѣ, заявляютъ о томъ къ 1-му Ноября Горному Департаменту, съ указаніемъ мѣстъ своего жительства, а въ теченіе недѣли до дня созванія съѣзда могутъ обращаться въ Департаментъ за полученіемъ билетовъ для входа на съѣздъ.

3. Сверхъ лицъ, имѣющихъ право участія въ съѣздѣ съ голосомъ, могутъ быть допускаемы Предсѣдателемъ, по его усмотрѣнію, на съѣздъ и другія лица, для выслушанія ихъ заявленій или объясненій.

4. Предсѣдателемъ съѣзда состоитъ Товарищъ Министра Государственныхъ Имуществъ; секретарь съѣзда избирается первымъ общимъ его собраніемъ.

5. Для спеціальной разработки тѣхъ или другихъ вопросовъ, изложенныхъ въ опубликованной программѣ занятій съѣзда, послѣдній можетъ избирать изъ среды своей особыя комиссіи, предсѣдатели и секретари которыхъ избираются членами ихъ, а заключенія представляются на разсмотрѣніе Общаго Собранія.

6. Въ Общемъ Собраніи всѣ вопросы рѣшаются простымъ большинствомъ голосовъ присутствующихъ членовъ; при равенствѣ голосовъ, голосъ предсѣдателя даетъ перевѣсъ. Выборы производятся закрытою или открытою баллотировкою, по желанію большинства съѣзда; рѣшеніе же подлежащихъ обсужденію съѣзда вопросовъ постановляется баллотировкою открытою.

II. Вопросы, подлежащіе обсужденію съѣзда желѣзнодорожниковъ.

1. Ненормальное положеніе желѣзной промышленности существуетъ ли въ настоящее время во всей Россіи или только въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ; въ какихъ именно и въ какомъ размѣрѣ?

2. Какія мѣры могутъ быть приняты непосредственно и немедленно для устраненія вышеуказаннаго ненормальнаго положенія?

3. Какія мѣры могутъ быть приняты для поддержки и развитія желѣзной промышленности въ будущемъ?

При этомъ подлежатъ обсужденію въ частности вопросы: а) о кредитѣ для горнозаводчиковъ, торговомъ и промышленномъ; б) о путяхъ сообщенія, сухопутныхъ и водяныхъ, для перевозки горнозаводскихъ продуктовъ и для доставленія горнымъ заводамъ возможности пользоваться отдаленными казенными и частными лѣсами, каменноугольными копами и т. п.; в) о желѣзнодорожныхъ тарифахъ; г) о мѣрахъ къ усиленію потребленія желѣза и, въ частности, о желѣзномъ судостроеніи и механическомъ производствѣ; д) о правительственныхъ заказахъ предметовъ горнозаводской промышленности и другихъ мѣрахъ поощренія правительствомъ этой промышленности; е) о таможенныхъ пошлинахъ на продукты горнозаводской промышленности; ж) о вліяніи казенной горнозаводской промышленности на дѣятельность частныхъ заводовъ; з) о желательныхъ измѣненіяхъ въ существующихъ правилахъ относительно образованія компаній, товариществъ и артелей для горнаго и горнозаводскаго дѣла; и) о комисіонерствѣ въ торговлѣ желѣзомъ; ѓ) о мѣрахъ къ увеличенію числа служащихъ на частныхъ горныхъ заводахъ специалистовъ горнаго дѣла; к) объ отношеніяхъ между горнопромышленниками и рабочими; л) о горномъ законодательствѣ по отношенію къ нѣдрамъ земель, со-

ставляющихъ частную собственность, и м) объ особыхъ мѣрахъ къ развитію желѣзнаго дѣла на Уралѣ, на Югѣ Россіи, въ Привислянскомъ краѣ, въ Сѣверномъ краѣ, въ Сибири.

4. Не предстоитъ ли надобности въ устройствѣ общихъ періодическихъ съѣздовъ желѣзозаводчиковъ и какъ съѣзды эти могутъ быть организованы?

5. Какія мѣры могутъ быть приняты къ лучшей организаціи собиранія и обработки статистическихъ свѣдѣній о положеніи горной промышленности и торговли ея произведеніями?

Директоръ *Н. Кулибинъ.*

Управляющій Отдѣленіемъ *А. Штофъ.*

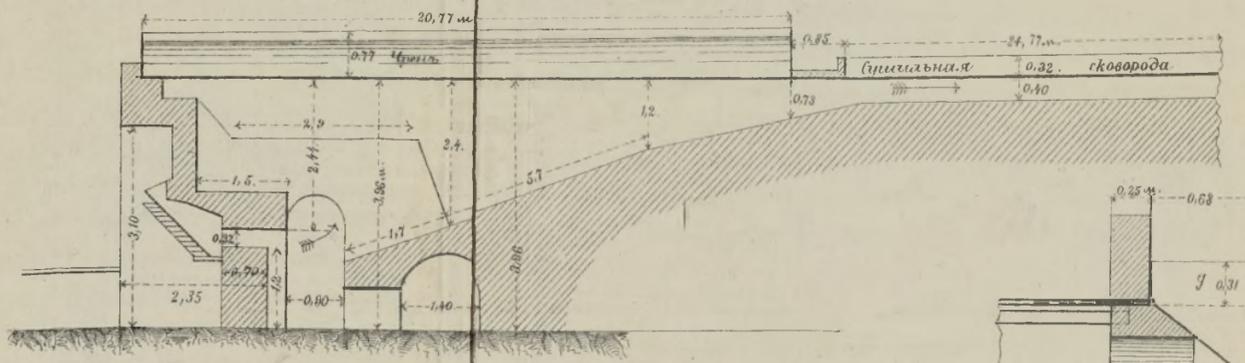
ИСПАРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ СОЛЯНЫХЪ ВАРНИЦЪ.

Опытъ XXXVI

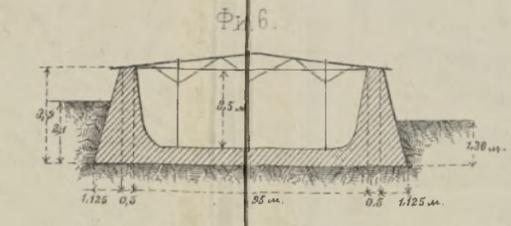
XXIII

XXV

Фиг. 4. Галлейнъ, Чрень № 2.

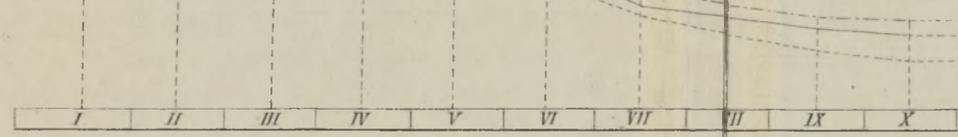


Масштабъ къ фиг. 4. 10 Метровъ

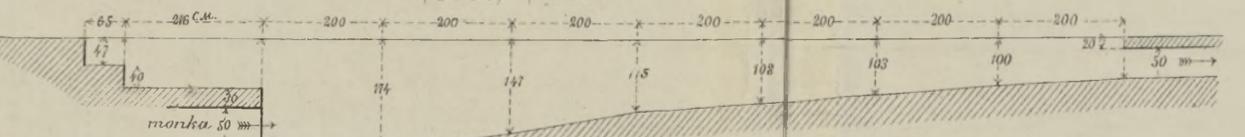


Фиг. 6.

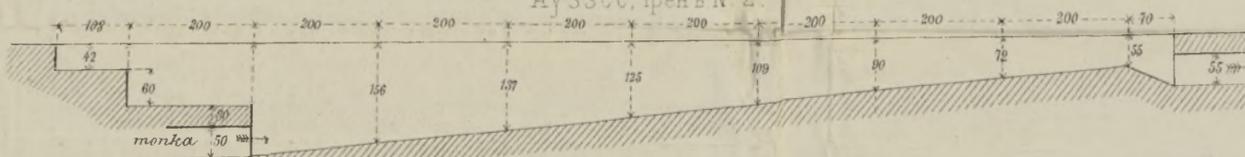
Масштабъ къ фиг. 2, 3 и 5. 10 Метровъ



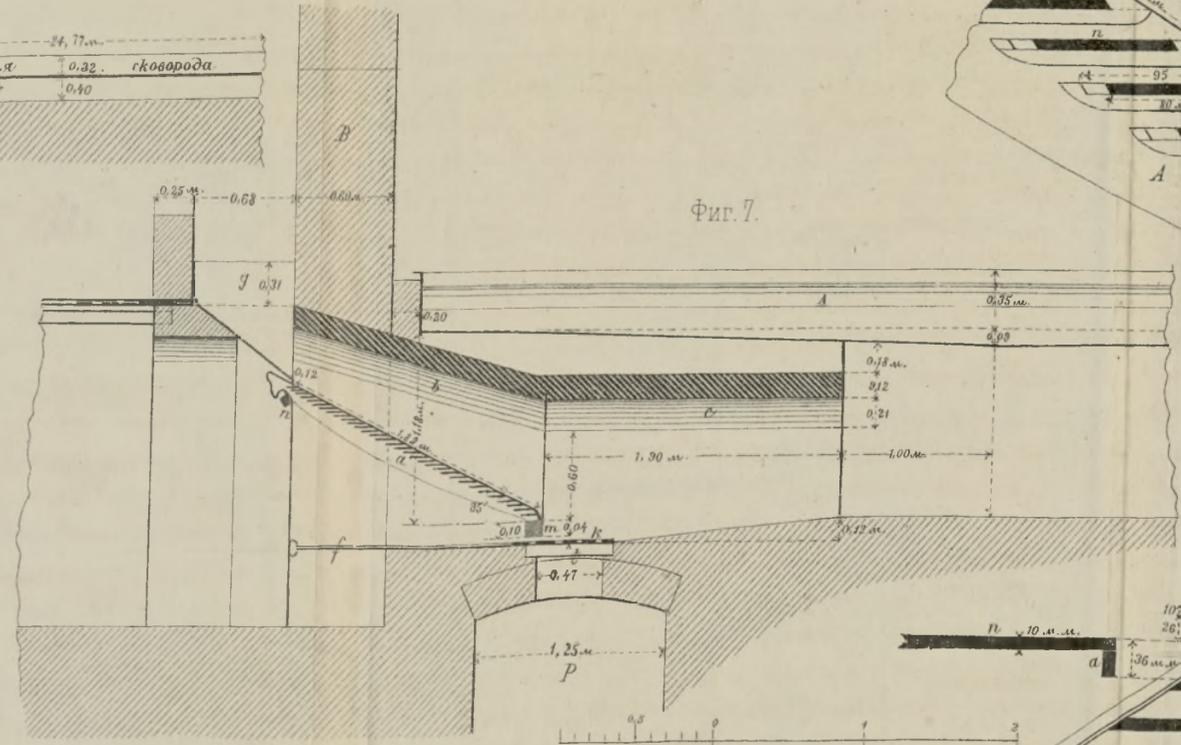
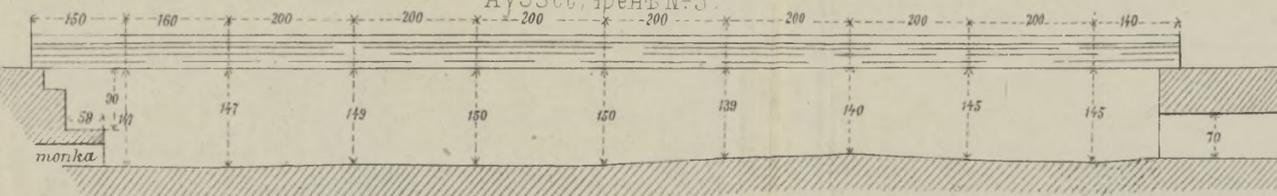
Фиг. 2. Ауззее, Чрень № 1.



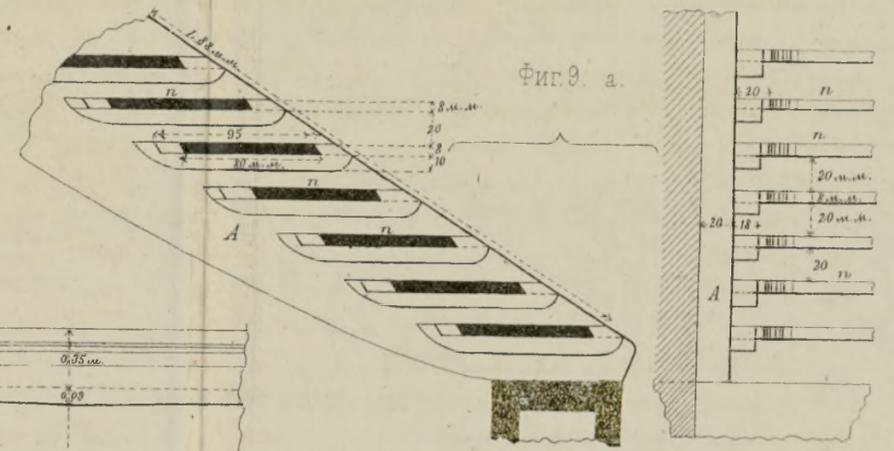
Фиг. 3. Ауззее, Чрень № 2.



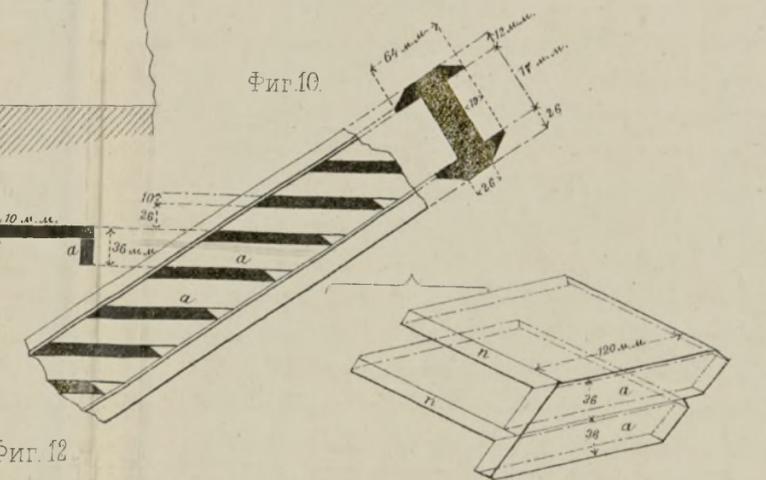
Фиг. 5. Ауззее, Чрень № 3.



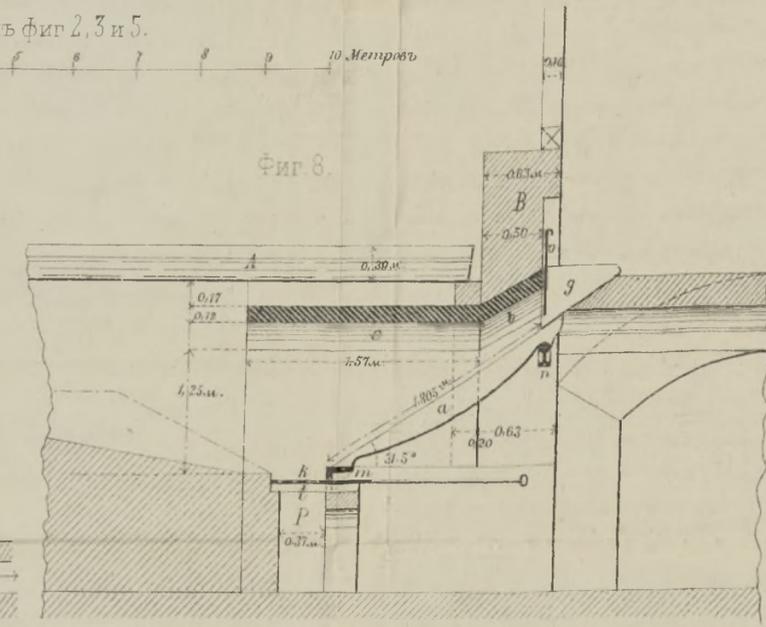
Фиг. 7.



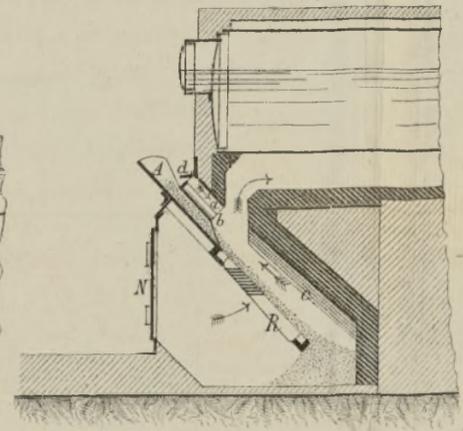
Фиг. 9. а.



Фиг. 10.

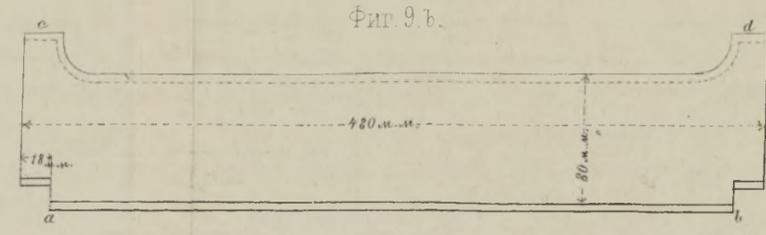
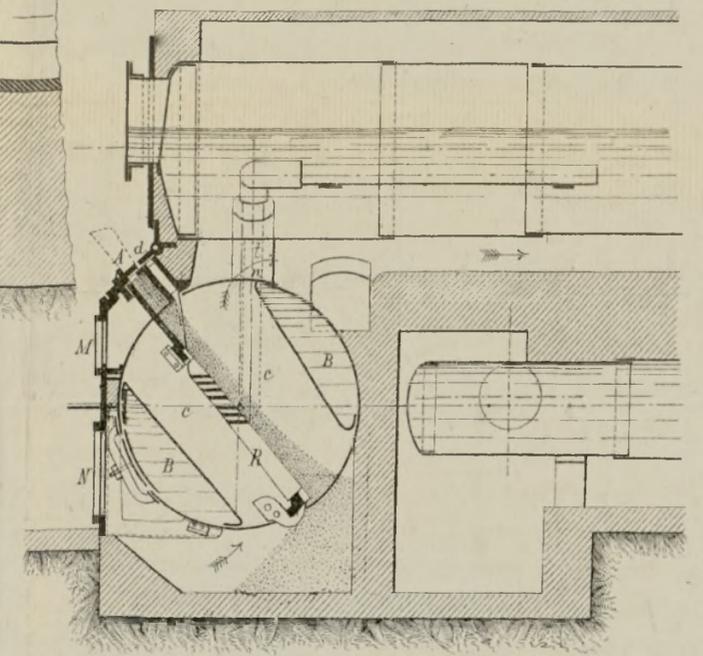


Фиг. 8.

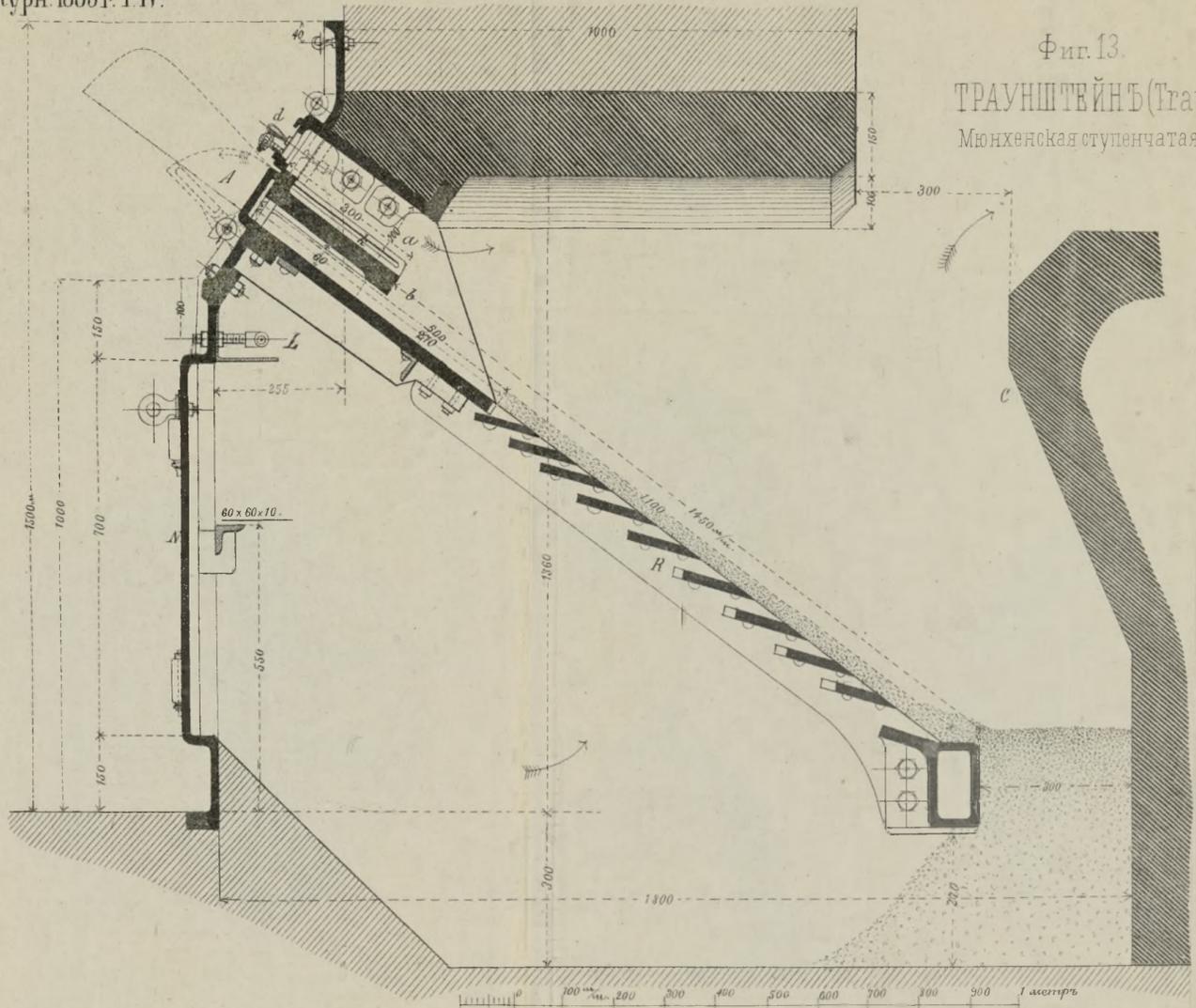


Фиг. 12.

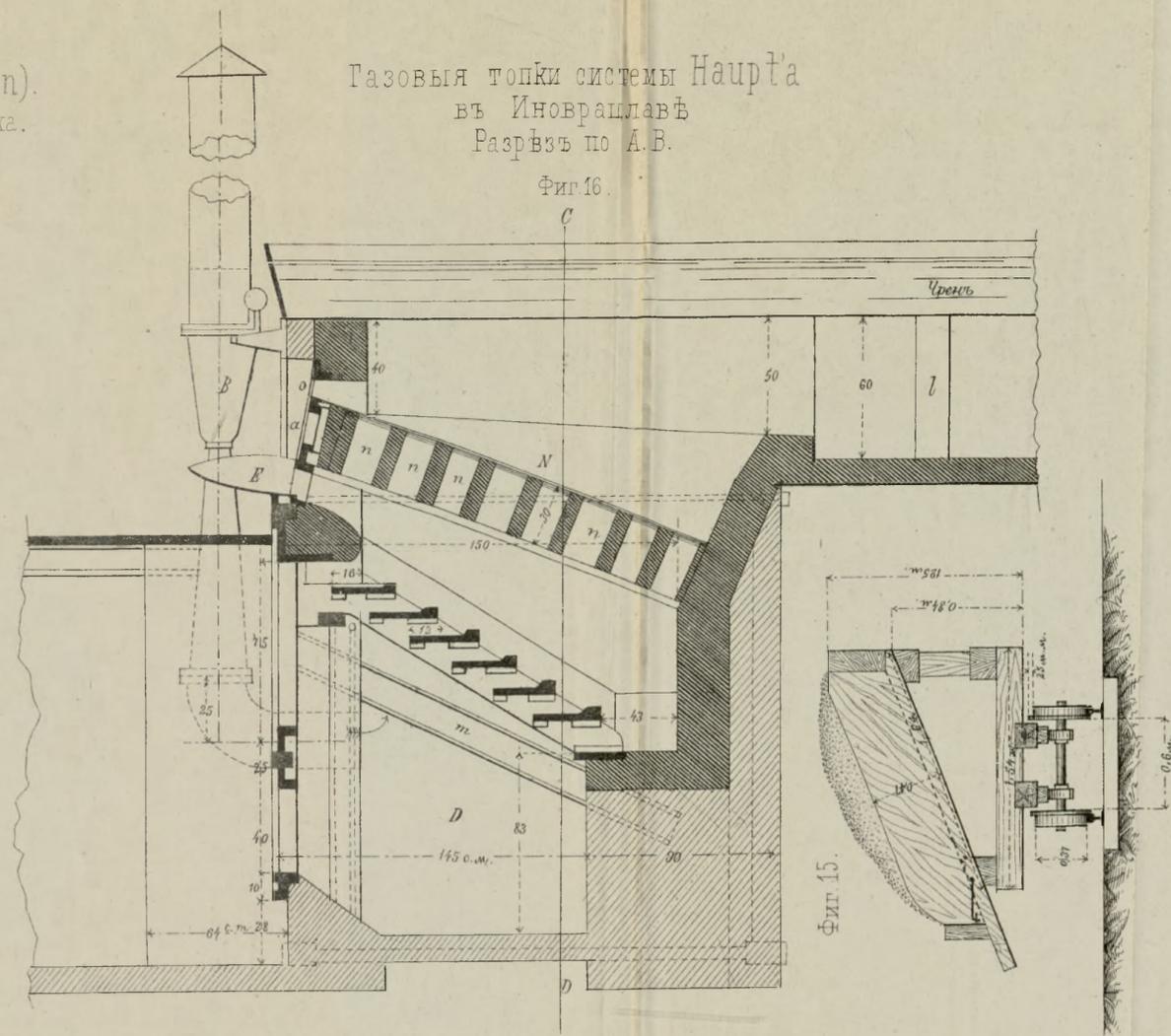
Фиг. 11. Топка Тенъ-Вринка.



Фиг. 9 б.



Фиг. 13.
ТРАУНШТЕЙНЪ (Traumstein).
Мюнхенская ступенчатая решетка.

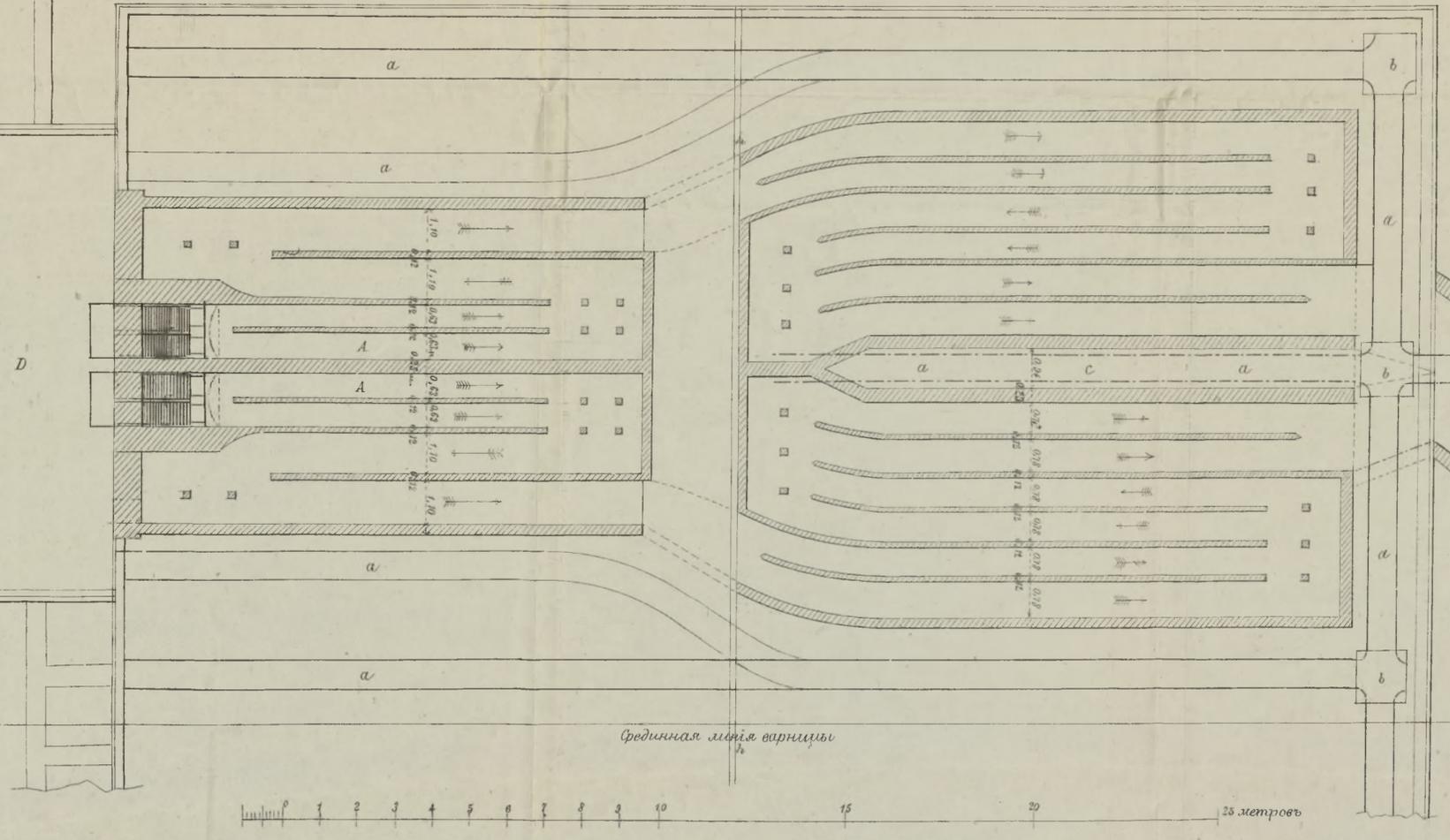


Газовыя топки системы Haupt'a
въ Иноврашлавѣ
Разрѣзь по А.В.

Фиг. 16.

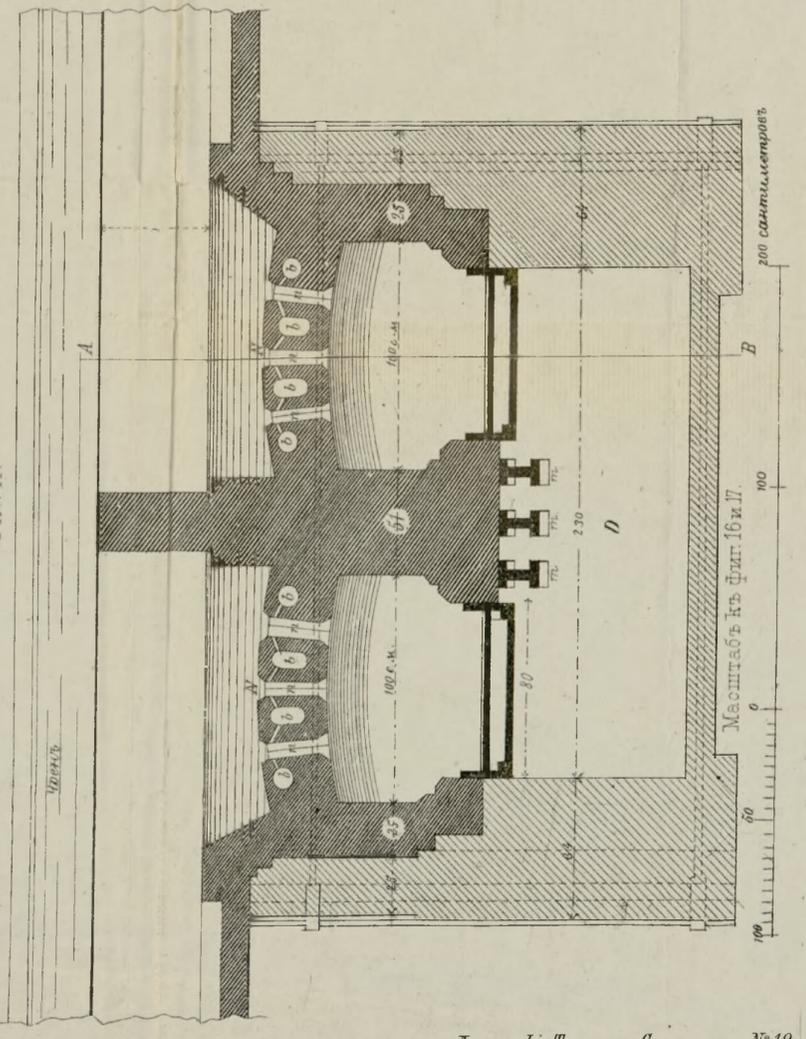
Фиг. 15.

Варница №3 въ Галле.
Фиг. 14.



Средняя линия варницы

Разрѣзь по С.Д.
Фиг. 17.



Масштабъ къ Фиг. 16 и 17.

Рис. 2.

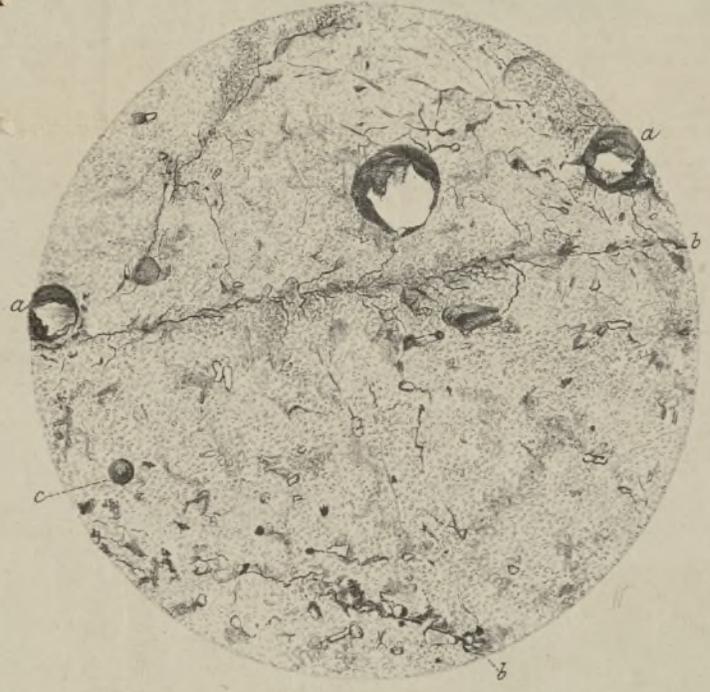


Рис. 3.



Рис 1.



Рис. 3^б



Рис. 3^а



Рис 4^а



Рис. 4.

