ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ

ИЗДАВАЕМЫЙ

ГОРНЫМЪ УЧЕНЫМЪ КОМИТЕТОМЪ.

Томъ Четвертый. ДЕКАБРЬ. 1886 года.

1944 г.
20659

СОДЕРЖАНІЕ:

I. Оффиціальный отдѣлъ.

Приказы по Горному Вѣдомству. . . XVII

II. Горное и Заводское Дѣло.

Замѣтка объ измѣреніи угловъ въ маркшейдерскихъ работахъ, при употребленіи отвѣса какъ сигнала. **Г. Цигельгейма.** (Einige Notizen über das Winkelmessen in der Markscheiderpraxis mittelst des Lothes als Signal. G. Ziegelheim) 333

О нѣкоторыхъ новыхъ изобрѣтеніяхъ въ буровой техникѣ. Горн. Инж. **А. Булгакова.** (Über einige neue Erfindungen in der Bohrtechnik). 341

Практика бура Воислава. Горн. Инж. **Д. Л. Иванова** (Die Praxis des Bohrers von Woislaw; v. Berg. Ing. **D. A. Iwanoff**). 356

О нефтяномъ отопленіи паровыхъ котловъ. Студ. Техн. Инст. **А. Г. Бессонъ** (Ueber die Naphtaheizung der Dampfkessel; v. Stud. technol. **A. G. Besson**). 364

Синелом ость желѣза и стали. Проф. **Ледебура** (Ueber die Blaubrüchigkeit des Eisens und Stahles; von Prof. **A. Ledebur**). 372

О количествѣ теплоты, потребной для плавленія различныхъ доменныхъ шлаковъ (*Окончаніе*) Проф. **Окермана** (Ueber die zum Schmelzen verschiedener Hochofenschlaken erforderliche Wärmemenge (*Schluss*); von Prof. **R. Akerman**). 375

III. Геологія, Геогнозія и Палеонтологія.

Соотношеніе площадей суши и моря на земной поверхности. Проф. **А. Пенкъ.** (Über das gegenseitige Verhältniss des Festlandes und des Meeres auf der Erdoberfläche; von Prof. **A. Penk**) 395

IV. Химія, Физика и Минералогія.

Этюды по аналитической кристаллографіи. Горн. Инж. **Е. Федорова.** (Analytisch-krystallographische Bemerkungen; von Berg-Ing. **Fedoroff** . . 407

V. Горное хозяйство, Статистика и Исторія.

Горнозаводскій промыселъ Кавказа въ 1885 году (Das Berg- und Hüttenwesen am Kaukasus im Jahre 1885. 455

Горнозаводская производительность Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ въ 1885 году (Die Berg- und Hüttenproduktion der Nord-Amerikanischen Vereinigten Staaten in Jahre 1885) 483

VI. Смѣсь.

Устройство первыхъ тюрбинъ Жирара въ Сибири 494

Американскій способъ добычи золота въ Сибири. **А. Першина.** . . . . . —

О несчастныхъ случаяхъ на копяхъ 1-го округа Привислянскаго края. 496

Замѣтка по поводу статьи А. П. Кенпена „О несчастныхъ случаяхъ на рудникахъ и заводахъ 1-го горнаго округа Ц. Польскаго“ 499

Еще о шунгитѣ 505

Замѣтка къ статьѣ „О несчастныхъ случаяхъ при горномъ промыслѣ Пруссіи.“ **Г. Р.** 506

Объявленія.

Къ этой книжкѣ приложены двѣ таблицы чертежей (изъ нихъ одна въ серединѣ текста) и Систематическій Указатель статей помѣщенныхъ въ Горномъ Журналѣ за 1886 г.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

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

1886.

ОБЪЯВЛЕНІЕ.

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

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

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

Въ томъ же Комитетѣ продаются:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

10) **Металлургія чугуна.** Д. Перси. Съ нѣмецкаго изданія, дополненнаго докторомъ Веддингомъ; перевели Н. Іосса и М. Долгополовъ. Одинъ томъ въ 49 печатныхъ листовъ (въ $^1/_8$) съ 432 рисунками въ текстѣ. Цѣна 7 руб. На пересылку за 5 фунтовъ.

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

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

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ

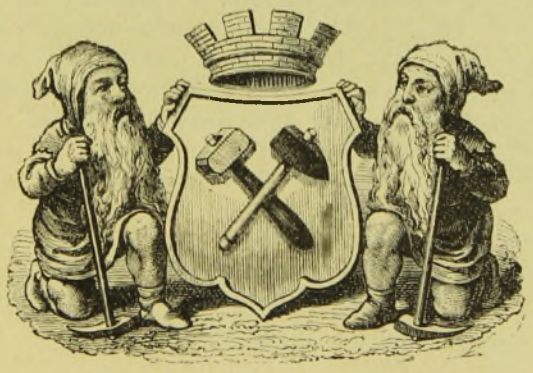
ИЗДАВАЕМЫЙ

ГОРНЫМЪ УЧЕНЫМЪ КОМИТЕТОМЪ.

1886.

ТОМЪ IV.

ОКТЯБРЬ—НОЯБРЬ—ДЕКАБРЬ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ
Типографія и Хромолитографія А. Траншеля, Стремянная, № 12.
1886.

Печатано по распоряженію Горнаго Ученаго Комитета.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Четвертаго тома 1886 года.

I. Оффиціальный Отдѣлъ.

СТРАН.

Приказы по Горному Вѣдомству XVII

II. Горное и Заводское Дѣло.

Къ вопросу объ опредѣленіи количества работы, предаваемой безконечнымъ ремнемъ. Студ. Техн. Инст. **Д. Гельбаума** (Zur Frage über die Transmission der Arbeit endloser Riemen; von **D. Hellbaum**) 1
Оріентированіе рудника при помощи одной шахты. Горн. Инж. **А. Кондратьева** (Die Orientirung eines Bergwerkes mittelst eines Schachtes; von Berg. Ing. **A. Kondratieff**). 12
Бакинская нефть. **Д. К. Энглера** (Das Erdöl von Baku; von. **D. C. Engler**). 32
Нефтяная горѣлка системы Вестфаля для кузнечныхъ горновъ. Студ. Техн. Инст. **А. Г. Бессона** (Nephta-Brenner System Westphal, für Schmiedessen; von Stud. techn **A. G. Besson**) 87
Объ употребленіи литаго желѣза на котельные и корабельные листы **П. Туннера** (Zur Verwendung des Flusseisens für Kessel-und Schiffsbleche; von **P. v. Tunner**) 91
Полученіе мартеновскаго желѣза и стали изъ озерныхъ и болотныхъ рудъ (Darstellung des Martineisens und Stahles aus See-und Mooreisenerzen) 181
О количествѣ теплоты, потребной для плавленія различныхъ доменныхъ шлаковъ. Проф. **Р. Окермана** (Ueber die zum Schmelzen verschiedener Hochofen-Schlacken erforderliche Wärmemenge: von Prof. **R. Akerman**). 220
Замѣтка объ измѣреніи угловъ въ маркшейдерскихъ работахъ, при употребленіи отвѣса какъ сигнала. **Г. Цигельгейма** (Einige Notizen über das Winkelmessen in der Markscheider-praxis mittelst des Lothes als Signal; von **G Ziegelheim**) 333
О нѣкоторыхъ новыхъ изобрѣтеніяхъ въ буровой техникѣ. Горн. Инж. **А. Булгакова**. (Über einige neue Erfindungen in der Bohrtechnik; von Berg. Ing. **A. Bulgakoff**) . . 341
Практика бура Войслава. Горн. Инж. **Д. Л. Иванова** (Die Praxis des Bohrers von Woislaw; von. Berg. Ing. **G. L. Iwanoff**) 356
О нефтяномъ отопленіи паровыхъ котловъ. Студ. Техн. Инст. **А. Г. Бессонъ** (Über die Naphtaheizung der Dampfkessel; von. Stud. technol. **A. D. Besson**) 364
Синеломкость желѣза и стали. Проф. **Ледебура** (Ueber die Blaubrüchigkeit des Eisens und Stahles; von Prof. **A Ledebur**) 372
О количествѣ теплоты, потребной для плавленія различныхъ доменныхъ шлаковъ. (*Окончаніе*). Проф. **Окермана** (Ueber die zum Schmelzen verschiedener Hochofenschlaken erforderliche Wärmemenge (*Schluss*); von Prof. **R. Akerman**) 375

III. Реологія, Геогнозія и Палеонтологія.

Географическое распространеніе юрскихъ осадковъ въ Россіи. **С. Никитина** (Die geographische Verbreitung der Juraformation in Russland: von **S. Nikitin**) 96
Антиклинальная гипотеза газовыхъ мѣсторожденій. **Г. М. Чэнса** (Die antiklinal-Hypothese der Gaslagerstätte: von. **H. M. Chance**) 150
Арктическія фауны тріаса. **Э. Мойсисовича ф. Мойсвара** (Arktische Triasfaunen: von **Edm. Mojsisovics v. Mojsvar**) 253
Соотношеніе площадей суши и моря на земной поверхности. Проф. **А. Пенкъ**. (Über das gegenseitige Verhältniss des Festlandes und des Meeres auf der Erdoberfläche: von Prof. **A. Penk**) 395

IV. Химія, Физика и Минералогія.

СТРАН.

Къ химическому изслѣдованію желѣза и желѣзныхъ рудъ (Zur chemischen Untersuchung der Eisens und der Eisenerze) 160

Изъ аналитическихъ работъ, произведенныхъ въ Иркутской золотосплавочной лабораторіи съ 1882 по 1886 годъ (Analytische Arbeiten des Irkutsker Goldschmelzlaboratoriums 1882—1886) 272

Этюды по аналитической кристаллографіи. Горн. Инж. **Е. Федорова** (Analytisch-krystallographische Bemerkungen; von Berg-Ing. **E. Fedoroff**) 407

V. Горное Хозяйство, Статистика и Исторія.

О несчастныхъ случаяхъ при горномъ промыслѣ Пруссіи въ теченіи 1885 г. (Die Unglücksfälle auf den Bergwerken in Preussen in Jahre 1885) 287

О несчастныхъ случаяхъ на рудникахъ и заводахъ перваго горнаго округа Царства Польскаго. Горн. Инж. **А. Кеппена** (Über Unglücksfälle auf den Berg und Hüttenwerken des 1-sten Reviers in Russisch-Polen; von Berg. Ing. **A. v. Köppen**). 301

Горнозаводскій промыселъ Кавказа въ 1885 году (Das Berg- und Hüttenwesen am Kaukasus im Jahre 1885) 455

Горнозаводская производительность Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ въ въ 1885 году (Die Berg- und Hüttenproduktion der Nord-Amerikanischen Vereinigten Staaten in Jahre 1885) 483

VI. Смѣсь.

Способъ Гейслера для полученія кремнистой мѣди и примѣненіе послѣдней въ сплавахъ. 172

Приборъ Гарфорта и Лешьена для обнаруженія гремучаго газа. 173

Издѣлія изъ литаго желѣза. 175

О нейтральной набойкѣ при металлургическихъ процессахъ . . . . . —

Усовершенствованные аппараты для перегонки нефти 177

Примѣненіе мышьяка въ сельскомъ хозяйствѣ. 179

Вывозъ каменнаго угля изъ Англіи. . . . . —

Новые золотые пріиски въ Австраліи. 180

Цѣны на желѣзо на послѣдней Нижегородской ярмаркѣ . . . . . —

О полученіи алюминія и его сплавовъ въ электрической печи. *Е. Комби*. 310

О вѣсовомъ и объемномъ опредѣленіи марганца 314

Объ устраненіи притока воды въ шахты посредствомъ отвердѣвающихъ солей 317

Полученіе соды изъ сѣрнокислаго натрія при помощи смѣси углекислоты и окиси углерода. 318

Устройство первыхъ тюрбинъ Жирара въ Сибири 494

Американскій способъ добычи золота въ Сибири. **П. Першина** . . . . . .

О несчастныхъ случаяхъ на копяхъ 1-го округа Привислянскаго края. Горн. Инж. **Ѳ. Брусницына** 496

Замѣтка по поводу статьи А. П. Кеппено „О несчастныхъ случаяхъ на рудникахъ и заводахъ 1-го горнаго округа Ц. Польскаго. Проф. **Н. Іосса** 499

Еще о шунгитѣ. Проф. **А. Иностранцева** 500

Замѣтка къ статьѣ „О несчастныхъ случаяхъ при горномъ промыслѣ Пруссіи,“ **Г. Р.** . 505

VII. Библіографія.

Новыя книги. 319

СИСТЕМАТИЧЕСКІЙ УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,

помѣщенныхъ въ Горномъ Журналѣ
за 1886 годъ.

ГОРНОЕ И ЗАВОДСКОЕ ДѢЛО.

Заглавія статей.	Томъ.	№	Стран.
Горнозаводская механика.			
Поршневыя пружины и центробѣжные регуляторы. Проф. **Ив. Тиме**	I	1	1
Предохраненіе паровыхъ котловъ отъ образованія въ нихъ накипи, помощью иловки Дэрво. Горн. Инж. **С. Войслава.**	—	2	171
Средства противъ образованія котельнаго камня.	—	3	452
Сопротивленіе проволоки изгибу. Проф. **Ив. Тиме**	II	5	217
Тюрбина Жирара на 60 силъ въ Нижне-Тагильскомъ заводѣ. Инж. Техн. **П. М. Мухачева**	—	6	369
Нѣкоторыя механическія устройства на Кенигсбергской выставкѣ. Горн. Инж. **М. Митте.**	III	7	1
Экономическая топка системы Лигеля. **Г. Ф. Шаара**	—	8	145
Къ вопросу объ опредѣленіи количества работы, передаваемой безконечнымъ ремнемъ. Студ. Техн. Инст. **Д. Гельбаума.**	IV	10	1
О нефтяномъ отопленіи паровыхъ котловъ. Студ. Техн. Инст. **А. Г. Бессона**	—	12	364
Устройство первыхъ тюрбинъ Жирара въ Сибири. **П. Т.**	—	—	494
Маркшейдерское искусство.			
Оріентированіе рудника при помощи одной шахты. Горн. Инж. **А. Кондратьева**	—	10	12
Замѣтка объ измѣреніи угловъ въ маркшейдерскихъ работахъ при употребленіи отвѣса какъ сигнала **Г. Цигельгейма**	—	12	333

Заглавія статей.	Томъ.	№	Стран.
Горное дѣло.			
Закрѣпленіе каменною водонепроницаемой крѣпью шахты на соляной копи гг. Маресева и Милевскаго. Горн. Инж. **П. Шостковскаго**	I	1	30
Автоматически дѣйствующій тормазъ. Горн. Инж. **А. Готовскаго**	—	2	180
О рудничномъ газѣ	—	—	305
Нѣкоторыя данныя для буренія скважинъ. **А. Фаука**	—	3	317
Развѣдки марганцевыхъ рудъ въ Покровской дачѣ, Екатеринославской губ. Горн. Инж. **П. Коцовскаго**	II	4	1
Объ отсадкѣ рудъ сухимъ путемъ	—	—	16
Краткое описаніе Брянцевской соляной копи. Горн. Инж. **Бр. Ходзынскаго**	—	5	243
Мѣсторожденія золота. Горн. Инж. **К. Кулибина**	—	6	376
Ртутныя мѣсторожденія Екатеринославской губерніи	III	9	497
Приборъ Гарфорта и Лешьена для обнаруженія гремучаго газа.	IV	10	173
Объ устраненіи притока воды въ шахты посредствомъ отвердѣвающихъ солей	—	11	317
О нѣкоторыхъ новыхъ изобрѣтеніяхъ въ буровой техникѣ. Горн. Инж. **А. Булгакова**	—	12	341
Практика бура Войслава. Горн. Инж. **Д. Л. Иванова**	—	—	356
Американскій способъ добычи золота въ Сибири. **П. Першина**	—	—	494
Заводское дѣло.			
МЕТАЛЛУРГІЯ ЧУГУНА, ЖЕЛѢЗА И СТАЛИ.			
О марганцовистомъ чугунѣ. **А. Пурселя**	I	1	46
Бористое желѣзо. **Г. Й. Варрена**	—	—	153
Свойства ковкаго желѣза, выведенныя на основаніи микроскопическихъ изслѣдованій. Д-ра **Г. Веддинга**	—	2	191
Нѣсколько данныхъ для изученія хода процесса плавленія стали въ кислыхъ и основныхъ тигляхъ. Д-ра **А. Брандта**	—	3	363
Марганецъ въ желѣзѣ и стали. Горн. Инж. **В. Липина**	II	5	251
Очищеніе стали посредствомъ хромистаго желѣзняка	—	6	505
Орудія системы полковника Банжа	III	7	63
Нѣкоторыя замѣчанія о причинахъ разстройства доменной плавки. **А. Петца**	—	—	130
Явленія ликваціи въ бѣломъ чугунѣ	—	—	132
Доменная печь Верхнетуринскаго завода. Горн. Инж. **П. Деви**	III	8	156
Теорія клѣточнаго строенія стали. **Осмонда** и **Верта**	—	—	158
Вопросъ о пушечной стали за границею. **М. Левицкаго**	—	—	300
Трехфурменный горнъ Ферсберга, или такъ называемый шведскій горнъ. **П. Эренверта**	—	9	327

Заглавія статей.	Томъ.	№	Стран
Новыя изслѣдованія и теоріи, касающіяся формъ, въ которыхъ находится углеродъ въ желѣзѣ и стали. Проф. **А. Ледебура**	III	9	333
Древесный уголь и коксъ, какъ горючее для доменной плавки.	—	—	361
Объ измѣненіи кристаллическаго сложенія стали при нагрѣваніи и охлажденіи. **Н. А. Бринелля**	—	—	495
Нефтяная горѣлка системы Вестфаля для кузнечныхъ горновъ. Студ. Техн. Инст. **А. Г. Бессона**	IV	10	87
Объ употребленіи литаго желѣза на котельные и корабельные листы. **Н. Ф. Туннера**	—	—	91
Издѣлія изъ литаго желѣза.	—	—	175
Полученіе мартеновскаго желѣза и стали изъ озерныхъ и болотныхъ рудъ. **К. Н. Солитандера**	—	11	181
О количествѣ теплоты, потребной для плавленія различныхъ доменныхъ шлаковъ. Проф. **Р. Оккермана**	—	—	220
То-же (*Окончаніе*)	—	12	375
Сиеломкость желѣза и стали. Проф. **А. Ледебура**	—	—	372
МЕТАЛЛУРГІЯ МѢДИ И ЦИНКА.			
Выплавка мѣди по валлійскому способу. **А. Леви**	I	2	202
Замѣтка объ обжиганіи цинковой обманки. **Малера**	II	6	391
Нѣсколько данныхъ къ вопросу объ извлеченіи мѣди и цинка изъ Алтайскихъ рудъ мокрымъ путемъ и электролизомъ. Горн. Инж. **Н. А. Антинова 3-го**	III	7	44
Способъ Гейслера для полученія кремнистой мѣди и примѣненіе послѣдней въ сплавахъ	IV	10	172
ПОЛУЧЕНІЕ ПРОЧИХЪ МЕТАЛЛОВЪ И ПРОДУКТОВЪ.			
Плавка дагестанскихъ рудъ самородной сѣры въ калькаронахъ и наивыгоднѣйшія ея условія въ связи съ законами о теплоемкости. Горн. Инж. **Н. Коврайскаго**	II	6	397
Раздѣлительный процессъ филадельфійскаго монетнаго двора. **Игльстона**	III	7	69
Примѣненіе электричества къ металлургіи золота и серебра	—	—	138
Плавка серебряныхъ рудъ на коксѣ и древесномъ углѣ въ Кенгсбергѣ. Канд. минер. **Г. С. Фогта**	—	8	212
Ртутныя мѣсторожденія Екатеринославской губерніи	—	9	497
О полученіи алюминія и его сплавовъ въ электрической печи. **Е. Конба**	IV	11	310
НЕФТЬ, ЕЯ ДОБЫЧА, ОБРАБОТКА И ПРИМѢНЕНІЕ.			
Бакинская нефть. **Д. К. Энглера**	IV	10	32
Нефтяная горѣлка системы Вестфаля для кузнечныхъ горновъ. Студ. Техн. Инст. **А. Г. Бессона**	—	—	87

Заглавія статей.	Томъ.	№	Стран.
Усовершенствованные аппараты для перегонки нефти . . .	IV	10	177
О нефтяномъ отопленіи паровыхъ котловъ. Студ. Техн. Инст. **А. Г. Бессона**	—	12	364

Статьи общаго содержанія.

Графитовые тигли. **Дж. Бута**	I	1	114
Электрическая печь для возстановленія трудноплавкихъ рудъ. **Стерри-Гента**.	—	—	151
Обеззоленіе кокса. Канд. хим. **П. Гладкаго**	—	2	182
Древесный уголь на заводахъ Соединенныхъ Штатовъ Сѣв. Америки	—	3	455
Нѣсколько словъ по поводу организаціи Центральной желѣзнодорожной мастерской въ Мехельнѣ, въ Бельгіи. Проф. **Ив. Тиме**	II	5	231
О значеніи диссоціаціи температуры въ нагрѣвательныхъ приборахъ. **Ф. Люрмана**	III	7	133
О продолжительности службы стальныхъ рельсовъ	—	9	377
О нейтральной набойкѣ при металлургическихъ процессахъ.	IV	10	175

ГЕОЛОГІЯ, ГЕОГНОЗІЯ И ПАЛЕОНТОЛОГІЯ

Заглавія статей.	Томъ.	№	Стран.

Мѣсторожденія полезныхъ ископаемыхъ.

Прикарпатскія мѣсторожденія нефти. **Ф. А. Расинскаго** . .	I	1	71
По вопросу о нефти въ Царствѣ Польскомъ. Горн. Инж. **М. Шимановскаго**	—	3	379
Замѣтка о признакахъ ископаемаго горючаго въ Оренбургскомъ краѣ. **Н. С. Назарова**	—	—	387
Орудныхъ мѣсторожденіяхъ округа Butte въ Montana . . .	II	4	73
Минеральные угли Крыма. Канд. Естеств. Наукъ **В. Д. Соколова**	II	6	404

Геологія, геогнозія и палеонтологія.

О составѣ и свойствахъ каменнаго угля по отношенію къ природѣ растеній, его образовавшихъ. **А. Карио** . . .	I	1	157

Заглавія статей.	Томъ.	№	Стран.
О происхожденіи и распредѣленіи фосфора въ каменномъ углѣ. **А. Карно**	I	1	160
Геологическія наблюденія въ Бійскомъ и Кузнецкомъ округахъ Томской губ. Гражд. Инж. **Б. Поляновскаго**	—	2	226
Указаніе на присутствіе девона въ Донецкомъ бассейнѣ. Горн. Инж. **Ѳ. Чернышева**	—	—	233
Къ исторіи развитія береговъ. **Т. Фишера**	—	—	240
Объ открытіи остатковъ мамонта при разработкѣ Приканавнаго пріиска, вблизи г. Екатеринбурга. Г. Инж. **Н. Пестеровскаго**	—	3	448
Происхожденіе битуминозныхъ ископаемыхъ по Пекгаму. **К. Цинкена**	II	4	32
О климатическихъ поясахъ во время юрскаго и мѣловаго періодовъ. **М. Неймайера**	—	—	65
Ископаемыя брахіоподы Великобританіи. **Т. Дэвидсона**	—	—	71
Метеориты. **Добрэ**	—	—	195
Отчетъ о состояніи и дѣятельности Геологическаго Комитета въ 1885 г.	—	5	278
Изслѣдованія въ Ставропольской губ. **Д. Л. Иванова**	III	7	91
Отчетъ объ изслѣдованіяхъ, произведенныхъ въ области, прилегающей къ хребту Кара-Тау. Горн. Инж. **Ѳ. Чернышева**	—	8	234
О дюнахъ. **Байбергера**	—	—	237
Каменный уголь. **Б. Рено**	—	—	248
Ложноледниковыя явленія. **А. Пенка**	—	—	252
Географическое значеніе ледниковой эпохи. **Его-же**	—	—	254
Очеркъ шведскихъ ледниковъ. **Фр. Свенонiуса**	—	—	255
Человѣкъ въ третичный періодъ. **Э. С. Морза**	—	—	256
Ископаемый человѣкъ и дикарь. **Де-Катрфажа**	—	—	258
Доисторическій человѣкъ. **Шафгаузена**	—	—	—
Первобытный человѣкъ и доисторическое время и первобытный обитатель Америки въ особенности. Маркиза **Надальяка**	—	—	—
Геологическія эпохи образованія золотоносныхъ мѣсторожденій. **А. Локка**	—	9	388
Замѣтка относительно классификаціи рудныхъ мѣсторожденій. **А. фонъ Гроддека**	—	—	430
Географическое распространеніе юрскихъ осадковъ въ Россіи. **С. Никитина**	IV	10	96
Антиклинальная гипотеза газовыхъ мѣсторожденій. **Г. М. Чэнса**	—	—	150
Арктическія фауны тріаса. **Э. Мойсисовича ф. Мойсвара**	—	11	253
Соотношеніе площадей суши и моря на земной поверхности. Проф. **А. Пенка**	—	12	395

ХИМІЯ, ФИЗИКА И МИНЕРАЛОГІЯ.

Заглавія статей.	Томъ.	№	Стран.
Химія и физика.			
Объ отношеніи окиси углерода къ водяному пару при высокой температурѣ. **А. Паулана** и **К. Пистора**	I	1	122
Отдѣленіе растворенного тѣла отъ растворителя посредствомъ капиллярнаго притяженія. **Дж. Ю. Ллойда**	—	—	125
Электрическая печь для возстановленія трудноплавкихъ рудъ. **Стерри-Гента**	—	—	151
Опредѣленіе углерода въ желѣзѣ. **Клерка**	—	—	153
О составѣ и свойствахъ каменнаго угля по отношенію къ природѣ растеній, его образовавшихъ. **А. Карно**	—	—	157
О происхожденіи и распредѣленіи фосфора въ каменномъ углѣ. **Его-же**	—	—	160
Новый неметаллическій элементъ германій Ge	—	2	307
Продукты сухой перегонки каменнаго угля на международной выставкѣ изобрѣтеній въ Лондонѣ, въ 1885 году	—	—	312
Электролитическія раздѣленія и осажденія	II	4	150
Проба на камнѣ для золотыхъ ювелирныхъ издѣлій. Горн. Инж. **П. Покровскаго**	—	5	354
Замѣтка о вѣсовомъ опредѣленіи сѣры въ чугунѣ, желѣзѣ и стали. Канд. **А. Землянницына**	—	—	357
О вѣсовомъ опредѣленіи углекислоты и воды въ рудахъ. **Его-же**	—	—	358
Полученіе магнія и алюминія совмѣстнымъ дѣйствіемъ теплоты и электричества	—	6	503
Новые виды взрывчатыхъ веществъ. **М. Котикова**	III	7	106
Новый способъ для опредѣленія фосфора въ желѣзѣ и стали. Д-ра **Макинтошъ**	—	—	116
О значеніи диссоціаціи температуры въ нагрѣвательныхъ приборахъ	—	—	133
Новый колориметрическій способъ опредѣленія сѣры въ желѣзѣ. **И. Виборга**	—	8	260
Новый сплавъ алюминія	—	—	315
Сравнительныя изслѣдованія американскаго и русскаго керосина	—	—	—
Глауберова соль въ Кубанской области	—	—	320
О теплопроизводительной способности и составѣ ископаемыхъ углей изъ различныхъ мѣсторожденій Россійской Имперіи. Горн. Инж. **Владиміра Алексѣева**	—	9	446
Къ химическому изслѣдованію желѣза и желѣзныхъ рудъ	IV	10	160
О полученіи алюминія и его сплавовъ въ электрической печи. **Е. Комба**	—	11	310

Заглавія статей.	Томъ.	№	Стран.
О вѣсовомъ и объемномъ опредѣленіи марганца	IV	11	314
Полученіе соды изъ сѣрнокислаго натрія при помощи смѣси углекислоты и окиси углерода	—	—	318
Отчеты правительственныхъ лабораторій.			
Лабораторіи Министерства Финансовъ и С.-Петербургской Пробирной Палатки за 1884 годъ. Горн. Инж. **О. Савченкова.**	I	2	261
То-же, за 1885 годъ	III	8	270
Изъ аналитическихъ работъ, произведенныхъ въ Иркутской золотосплавочной лабораторіи съ 1882 по 1886 годъ .	IV	11	272

Минералогія и кристаллографія.

Эпсомитъ въ Царствѣ Польскомъ. Горн. Инж. **В. Згленицкаго**	I	1	156
О содержаніи фосфора въ полевомъ шпатѣ. **Г. Линдстрема** .	—	2	309
Анализъ мѣдистаго минерала изъ Суннерскуга. **Его-же** . .	—	—	311
Этюды по аналитической кристаллографіи. Горн. Инж. **Е. Федорова.** *Этюдъ второй*	—	3	395
Этюдъ третій.	IV	12	407
Асбестъ и его разновидности. Горн. Инж. **М. Мельникова** .	II	4	86
То-же. (*Продолженіе*)	—	5	305
То-же. (*Окончаніе*).	—	6	413
Метеориты. **Добрэ**	II	4	195
Кристаллы киновари изъ Никитовки, Екатеринославской губ **Чермака**	—	5	359
О нахожденіи алмазовъ на островѣ Борнео	—	6	502
Еще о шунгитѣ. Проф. **А. Иностранцева**	IV	12	500

ГОРНОЕ ХОЗЯЙСТВО, СТАТИСТИКА и ИСТОРІЯ.

Заглавія статей.	Томъ.	№	Стран.

Горное хозяйство и статистика.

Марганцевый промыселъ въ Шаропанскомъ уѣздѣ, Кутаисской губ.	I	2	292

Заглавія статей.	Томъ.	№	Стран.
Очеркъ устройства и дѣятельности Главнаго Желѣзно-Дорожнаго Депо бельгійскихъ правительственныхъ дорогъ въ Мехельнѣ. **Тегеля** и **Русселя**	I	3	426
Положеніе нефтяной промышленности Соединенныхъ Штатовъ Сѣверной Америки въ 1884 году	—	—	451
Древесный уголь на заводахъ Соединенныхъ Штатовъ Сѣверной Америки	—	—	455
Критическое положеніе каменноугольной промышленности Вестфаліи	—	—	456
Горнозаводская производительность Бельгіи въ 1884 году	II	4	202
О состояніи желѣзной промышленности въ Царствѣ Польскомъ и необходимыхъ мѣрахъ для ея развитія. Горн. Инж. **В. К. Згленицкаго**	—	5	334
Промышленность золотыхъ и серебряныхъ издѣлій въ Царствѣ Польскомъ. Горн. Инж. **П. Покровскаго**	—	6	474
Краткія статистическія таблицы о горнозаводской производительности Россіи въ 1884 г. Горн. Инж. **Е. Васильева**.	III	7	126
Тоже (*Окончаніе*)	—	9	488
Горнозаводская производительность Сѣв. Америки въ 1884 г.	—	7	137
Чеканка золотой и серебряной монеты въ 1885 г.	—	—	140
Глауберова соль въ Кубанской области	—	8	320
Ртутныя мѣсторожденія Екатеринославской губерніи	—	9	497
Добыча марганцевыхъ рудъ на Кавказѣ	—	—	498
Желѣзная и стальная промышленность Сѣвероамериканскихъ Соединенныхъ Штатовъ	—	—	498
Производительность цинка въ Европѣ и Соединенныхъ Штатахъ Сѣверной Америки	—	—	502
Вывозъ каменнаго угля изъ Англіи	IV	10	179
О несчастныхъ случаяхъ при горномъ промыслѣ Пруссіи въ теченіе 1885 г.	—	11	287
О несчастныхъ случаяхъ на рудникахъ и заводахъ перваго горнаго округа Царства Польскаго. Горн. Инж. **А. Кеппена**.	—	—	301
Горнозаводскій промыселъ на Кавказѣ	—	12	455
Горнозаводская производительность Сѣвероамериканскихъ Соединенныхъ Штатовъ въ 1885 году	—	12	483
О несчастныхъ случаяхъ на копяхъ перваго округа Привислянскаго края. Горн. Инж. **О. Бруснцына**.	—	—	496
Замѣтка по поводу статьи А. П. Кеппена о несчастныхъ случаяхъ на рудникахъ и заводахъ перваго горнаго округа Царства Польскаго. Проф. **П. Іосса**	—	—	499

Исторія.

Историческія замѣтки о горномъ дѣлѣ на Кавказѣ	II	6	493
Изъ исторіи фабрикаціи пудлинговой стали. **Фелланда**	III	8	292

Заглавія статей.	Томъ.	№	Стран.
Горнозаводсніе съѣзды и засѣданія техниковъ.			
Занятія съѣзда желѣзозаводчиковъ (съ 26 ноября по 12 декабря 1885 г.)	I	1	135
Занятія съѣзда по сталерельсовому дѣлу	—	2	298
Торжественное общее собраніе членовъ Императорскаго русскаго техническаго Общества 15 апрѣля 1886 г., по случаю пятидесятилѣтія отъ начала желѣзныхъ дорогъ въ Россіи	—	4	181
Конгрессъ нѣмецкихъ желѣзнозаводчиковъ	—	—	206
Торговыя извѣстія. Законоположенія.			
Объ учрежденіи нефтепромышленнаго и торговаго товарищества братьевъ Мирзоевыхъ и К°	I	2	315
Торговля Германіи съ Россіей предметами горнозаводской промышленности въ 1885 году	II	4	207
Возвышеніе таможенныхъ пошлинъ на мѣдь и мѣдныя издѣлія.	—	—	208
Установленіе обязательнаго бракованія освѣтительныхъ минеральныхъ маслъ	—	5	361
Предстоящее закрытіе завода Борзига	III	7	142
Вывозъ изъ Англіи въ Россію произведеній горнозаводской промышленности за первое полугодіе 1886 г.	—	8	321
Возвышеніе таможенной пошлины на каменный уголь, привозимый къ портамъ Чернаго и Азовскаго морей	—	—	322
Внѣшняя торговля Европейской Россіи предметами горнозаводской промышленности за первые шесть мѣсяцевъ текущаго года	III	9	504
Перечисленіе горныхъ заводовъ Киргизской степи, по платежу горной подати, изъ разряда поссессіонныхъ въ владѣльческіе	—	—	506
Вывозъ каменнаго угля изъ Англіи	IV	10	179
Цѣны на желѣзо на послѣдней Нижегородской ярмаркѣ	—	—	180

СМѢСЬ. [1]

Заглавія статей.	Томъ.	№	Стран.
Нѣсколько словъ по поводу замѣтки о съѣздѣ рельсовыхъ заводчиковъ. **Гр. Ѳеодосьева**	I	3	463

[1]) Большинство статей, помѣщавшихся въ теченіе года въ этомъ отдѣлѣ, размѣщены въ настоящемъ указателѣ, сообразно ихъ содержанію, по другимъ отдѣламъ.

Заглавія статей.	Томъ.	№	Стран.
Г. В. Абихъ. (*Некрологъ*). **П. Каульбарса**	III	7	143
Примѣненіе мышьяка въ сельскомъ хозяйствѣ	IV	10	179
Новые золотые пріиски въ Австраліи	IV	10	180
Замѣтка къ статьѣ „О несчастныхъ случаяхъ при горномъ промысли Пруссіи". **Г. Р.**	IV	12	505

БИБЛІОГРАФІЯ.

Заглавія статей.	Томъ.	№	Стран.
Новыя книги.			
Cours d'exploitation des mines, par **M. Haton de la Goupillière**	I	3	459
Construction et conduite des hauts-fourneaux et fabrication des diverses fontes, par **A. de Vathaire**	—	—	—
Notice sur la comptabilité à l'usage des ingénieurs, par **Ch. Arendt**	—	—	460
Traité de minéralogie, par **Raoul Jagnauy**	—	—	—
Electrolyse, par **Hippolyte Fontaine**	—	—	461
Traité théorique et pratique des machines dynamo-électriques, par **Silvanus P. Thomson**	—	—	—
Praktisches Handbuch für Eisenhütten-Chemiker, von **Hanus Juptner v. Jonstorf**	—	—	462
Die Hebezeuge, von Jng. **A. Ernst**	—	—	—
Начала маркшейдерскаго искусства. **Л. Сакса**	IV	11	319
Развѣдки пластовыхъ мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ посредствомъ шурфованія. **С. Войслава**	—	—	320
Die Sicherhetslampen-Wesen beim Steinkohlenbergbau	—	—	322
Handbuch der Tiefbohrkunde, von **Teclenburg**	—	—	325
Lehrbuch des Technischen Gasanalyse, von Dr. Clemens Winkler	—	—	—
Химическое изслѣдованіе Липецкихъ минеральныхъ водъ. **А. Сабанѣева**	—	—	326
Les explosifs modernes, par **F. Chalon**	—	—	328

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ ВЪ АЛФАВИТНОМЪ ПОРЯДКѢ ИМЕНЪ ИХЪ АВТОРОВЪ.

Имя автора и заглавіе статьи.	Томъ.	№	Стран.
Алексѣевъ. Вл. О теплопроизводительной способности и составѣ ископаемыхъ углей изъ различныхъ мѣсторожденій Россійской Имперіи	III	9	446
Антиновъ 3-й. Н. А. Нѣсколько данныхъ къ вопросу объ извлеченіи мѣди и цинка изъ алтайскихъ рудъ мокрымъ путемъ и электролизомъ.	—	7	44
Байбергеръ. Ф. О дюнахъ	III	8	237
Бессонъ. А. Г. Нефтяная горѣлка системы Вестфаля для кузнечныхъ горновъ	IV	10	87
О нефтяномъ отопленіи паровыхъ котловъ	—	12	364
Брандтъ. А., Д-ръ. Нѣсколько данныхъ для изученія хода процесса плавленія стали въ кислыхъ и основныхъ тигляхъ	I	3	363
Бринелль. И. А. Объ измѣненіи кристаллическаго сложенія стали при нагрѣваніи и охлажденіи	III	9	495
Брусницынъ. Ѳ. О несчастныхъ случаяхъ перваго округа Привислянскаго края.	IV	12	496
Булгаковъ. А. О нѣкоторыхъ новыхъ изобрѣтеніяхъ въ буровой техникѣ	IV	12	341
Бутъ. Джонъ. Графитовые тигли	I	1	144
Варренъ. Г. Н. Бористое желѣзо	I	1	153
Васильевъ. Е. Н. Краткія статистическія таблицы о горнозаводской производительности Россіи въ 1884 г. .	III	7	126
То-же (*Окончаніе*).	—	9	488
Веддингъ. Г., Д-ръ. Свойства ковкаго желѣза, выведенныя на основаніи микроскопическихъ изслѣдованій	I	2	191
Вертъ. Теорія клѣточнаго строенія стали	III	8	158
Виборгъ. И. Новый колориметрическій способъ опредѣленія сѣры въ желѣзѣ	—	8	260
Войславъ. С. Предохраненіе паровыхъ котловъ отъ образованія въ нихъ накипи помощью иловки Дэрво	I	2	171

Имя автора и заглавіе статьи.	Томъ.	№	Стран.
Гельбаумъ, Д. Къ вопросу объ опредѣленіи количества работы, передаваемой безконечнымъ ремнемъ	IV	10	1
Гладкій, П. Обеззоленіе кокса	I	2	182
Готовскій, А. Автоматически-дѣйствующій тормазъ	—	—	180
Гроддекъ, А. фонъ. Замѣтка относительно классификаціи рудныхъ мѣсторожденій	III	9	430
Деви, П. Доменная печь Верхнетуринскаго завода	—	8	156
Добрэ. Метеориты	II	4	195
Дэвидсонъ, Т. Монографія ископаемыхъ брахіоподъ Великобританіи	—	—	71
Згленицкій, В. Эксомитъ въ Царствѣ Польскомъ	I	1	156
О состояніи желѣзной промышленности въ Царствѣ Польскомъ и необходимыхъ мѣрахъ для ея развитія.	II	5	334
Землянницынъ, А. Замѣтка о вѣсовомъ опредѣленіи сѣры въ чугунѣ, желѣза и стали	—	—	357
О вѣсовомъ опредѣленіи углекислоты и воды въ рудахъ.	—	—	358
Ивановъ, Д. Л. Изслѣдованія въ Ставропольской губерніи, произведенныя въ 1885 г	III	7	91
Практика бура Войслава	IV	12	356
Игльстонъ, Т. Раздѣлительный процессъ Филадельфійскаго монетнаго двора въ Соединенныхъ Штатахъ	III	7	69
Иностранцевъ, А. Проф. Еще о шунгитѣ	IV	12	500
Іосса, Н. Проф. Замѣтка по поводу статьи К. П. Кеппена о несчастныхъ случаяхъ на рудникахъ и заводахъ перваго горнаго округа Царства Польскаго	—	—	499
Карпо, А. О составѣ и свойствахъ каменнаго угля по отношенію къ природѣ растеній, его образовавшихъ . .	I	1	157
О происхожденіи и распредѣленіи фосфора въ каменномъ углѣ	—	—	160
Каульбарсъ, Г. В. Абахъ	III	7	143
Катрфажъ, Де. Ископаемый человѣкъ и дикарь	III	8	258
Кеппенъ, А. О несчастныхъ случаяхъ на рудникахъ и заводахъ перваго горнаго округа Царства Польскаго .	IV	11	301
Клеркъ. Опредѣленіе углерода въ желѣзѣ	I	1	153
Коврайскій, Н. Плавка дагестанскихъ рудъ самородной сѣры въ калькаронахъ и наивыгоднѣйшія ея условія въ связи съ законами о теплоемкости	II	6	397
Комбъ, Е. О полученіи алюминія и его сплавовъ въ электрической печи	IV	11	310

Имя автора и заглавіе статьи:	Томъ.	№	Стран.
Кондратьевъ, А. Оріентированіе рудника при помощи одной шахты	IV	10	12
Котиковъ, М. Новые виды взрывчатыхъ веществъ	III	7	106
Коцовскій, Н. Развѣдки марганцевыхъ рудъ въ Покровской дачѣ, Екатеринославской губерніи	II	4	1
Кулибинъ, К. А. Мѣсторожденія золота	—	6	376
Леви, А. Выплавка мѣди по валлійскому способу	I	2	202
Левицкій, М. Вопросъ о пушечной стали заграницею	III	8	300
Ледебуръ, А., Проф. Новыя изслѣдованія и теоріи, касающіяся формъ, въ которыхъ находится углеродъ въ желѣзѣ и стали	III	9	333
Синеломкость желѣза и стали	IV	12	372
Линдстремъ, Г. О содержаніи фосфора въ полевомъ шпатѣ	I	2	309
Анализъ мѣдистаго минерала изъ Суннерскуга	—	—	311
Линнинъ, В. Марганецъ въ желѣзѣ и стали	II	5	251
Ллойдъ, Дж. Ю. Отдѣленіе растворяющаго тѣла отъ растворенного посредствомъ капилярнаго притяженія	I	1	125
Локкъ, А. Геологическія эпохи образованія золотоносныхъ мѣсторожденій	III	9	388
Люрманъ, Ф. О значеніи диссоціаціи температуры въ нагрѣвательныхъ приборахъ	—	7	133
Макинтошъ, Д-ръ. Новый способъ для опредѣленія фосфора въ желѣзѣ и стали	III	7	116
Малеръ. Замѣтка объ обжиганіи цинковой обманки	II	6	391
Мельниковъ, М. Асбестъ и его разновидности въ историческомъ, минералогическомъ, техническомъ и промышленномъ отношеніяхъ	—	4	86
То-же (*Продолженіе*)	—	5	305
То-же (*Скончаніе*)	—	6	413
Митте, М. Нѣкоторыя механическія устройства на Кенигсбергской выставкѣ	III	7	1
Мойсисовичъ ф. Мойсваръ, Арктическія фауны тріаса	IV	11	253
Морзъ, Э. С. Человѣкъ въ третичный періодъ	III	8	256
Падальякъ, Маркизъ де. Первобытный человѣкъ и доисторическое время и первобытный обитатель Америки въ особенности	III	8	258
Назаровъ, П. С. Замѣтка о признакахъ ископаемаго горючаго въ Оренбургскомъ краѣ	I	3	387
Науманъ, А. Объ отношеніяхъ окиси углерода къ водяному пару при высокой температурѣ	—	1	122
Неймайеръ, М. О климатическихъ поясахъ во время юрскаго и мѣловаго періодовъ	II	4	65

Имя автора и заглавіе статей.	Томъ.	№	Стран.
Пестеровскій, С. Объ открытіи лыжи, остатковъ мамонта, быка и сосны при разработкѣ Приканавнаго пріиска вблизи г. Екатеринбурга.	II	3	448
Пикитинъ, С. Географическое распространеніе юрскихъ осадковъ въ Россіи.	IV	10	96
Окерманъ, Р., Проф. О количествѣ теплоты, потребной для плавленія различныхъ доменныхъ шлаковъ . . .	IV	11	220
То-же (*Окончаніе*).	—	12	375
Осмондъ. Теорія клѣточнаго строенія стали.	III	8	158
Пенкъ, А., Проф. Ложноледниковыя явленія	III	8	252
— Географическое значеніе ледниковой эпохи . .	—	—	254
— Соотношеніе площадей суши и моря на земной поверхности	IV	12	395
Першинъ, П. Американскій способъ добычи золота въ Сибири.	—	—	494
Петцъ, Л., Нѣкоторыя замѣчанія о причинахъ разстройства въ доменной плавкѣ.	III	7	130
Писторъ, К. Объ отношеніи окиси углерода къ водяному пару при высокой температурѣ.	I	1	122
Покровскій, Н. Проба на камнѣ золотыхъ ювелирныхъ издѣлій.	II	5	354
— Промышленность золотыхъ и серебряныхъ издѣлій въ Царствѣ Польскомъ.	—	6	474
Поляновскій, Б. Геологическія наблюденія въ Бійскомъ и Кузнецкомъ округахъ Томской губерніи, произведенныя въ 1884 г.	I	2	226
Пурсель, А. О марганцовистомъ чугунѣ	—	1	46
Расинскій, Ф. А. Прикарпатскія мѣсторожденія нефти. . .	I	1	71
Рено, Б. Каменный уголь.	III	8	248
Руссель, Е. Очеркъ устройства и дѣятельности главнаго желѣзнодорожнаго депо бельгійскихъ правительственныхъ дорогъ въ Мехельнѣ.	I	3	426
Савченковъ, Ѳ. Отчетъ по Лабораторіи Министерства Финансовъ и Спб. Пробирной Палаткѣ за 1884 г. .	I	2	261
То-же за 1885 годъ.	III	8	270
Свенонiусъ, Ф. Очеркъ шведскихъ ледниковъ.	—	—	255
Соколовъ, В. Д. Минеральные угли Крыма	II	6	404
Солитандеръ, К. П. Полученіе мартеновскаго желѣза и стали изъ озерныхъ и болотныхъ рудъ.	IV	11	181
Стерри-Гентъ. Электрическая печь для возстановленія трудноплавкихъ рудъ.	I	1	151
Т., И. Устройство первыхъ тюрбинъ Жирара въ Сибири. .	IV	12	494
Тегель, Очеркъ устройства и дѣятельности главнаго желѣзнодорожнаго депо бельгійскихъ правительственныхъ дорогъ въ Мехельнѣ.	I	3	426

Имя автора и названіе статьи.	Томъ	№	Стран.
Тиме, Ив. Проф. Поршневыя пружины и центробѣжные регуляторы.	I	1	1
Сопротивленіе проволоки изгибу.	II	5	217
Нѣсколько словъ по поводу организаціи центральной желѣзнодорожной мастерской въ Мехельнѣ въ Бельгіи	—	—	231
Туннеръ, П. фонъ. Объ употребленіи литаго желѣза на котельные и корабельные листы.	IV	10	91
Фаукъ, А. Нѣкоторыя данныя для буренія скважинъ. . .	I	3	317
Федоровъ, Е. Этюды по аналитической кристаллографіи. *Этюдъ второй*.	—	—	395
Этюдъ третій.	IV	12	407
Фелландъ. Изъ исторіи фабрикаціи пудлинговой стали . .	III	8	292
Фишеръ, Т. Къ исторіи развитія береговъ.	I	2	240
Фогтъ, Г. С. Плавка серебряныхъ рудъ на коксѣ и древесномъ углѣ въ Конгсбергѣ	III	8	212
Ходзынскій. Бр. Краткое описаніе Брянцевской соляной копи.	II	5	243
Цигельгеймъ, Г. Замѣтка объ измѣреніи угловъ въ маркшейдерскихъ работахъ при употребленіи отвѣса какъ сигнала.	IV	12	333
Цинкенъ, К. Происхожденіе битуминозныхъ ископаемыхъ по Пекгаму.	II	4	32
Чермакъ. Кристалы киновари изъ Никитовки, Екатериносл. г.	II	5	359
Чернышевъ, Ѳ. Указаніе на присутствіе девона въ Донецкомъ бассейнѣ.	I	2	233
Отчетъ объ изслѣдованіяхъ, произведенныхъ въ области, прилегающей къ хребту Кара-Тау. . . .	III	8	234
Чэнсъ, Г. М. Антиклинальная гипотеза газвоыхъ мѣсторожденій.	IV	10	150
Шааръ, Г. Ф. Экономическая топка системы Лигеля . . .	III	8	234
Шафгаузенъ. Доисторическій человѣкъ.	—	—	258
Шимановскій, М. По вопросу о нефти въ Царствѣ Польскомъ.	I	3	379
Шостковскій, И. Закрѣпленіе каменною водонепроницаемой крѣпью шахты на соляной копи гг. Маресева и Милевскаго.	—	1	30
Эйглеръ, Д. К. Бакинская нефть.	IV	10	32
Эренвертъ, И. Проф. Трехфурменный горнъ Форсберга, или такъ называемый шведскій горнъ.	III	9	327
Ѳеодосьевъ, Гр. Нѣсколько словъ по поводу замѣтки о съѣздѣ рельсовыхъ заводчиковъ.	I	3	463

ОФФИЦІАЛЬНЫЙ ОТДѢЛЪ.

ПРИКАЗЫ ПО ГОРНОМУ ВѢДОМСТВУ.

№ 4. Его Императорское Величество въ присутствіи своемъ въ Александріи 22 Сентября 1886 года, соизволилъ отдать слѣдующій приказъ по Горному Вѣдомству:

Увольняется отъ службы: Горный Начальникъ Златоустовскаго округа, Горный Инженеръ Дѣйствительный Статскій Совѣтникъ *Протасовъ 2-й*, согласно прошенію, съ мундиромъ и пенсіею по положенію.

№ 5. Его Императорское Величество въ присутствіи своемъ въ Гатчинѣ 20 Октября 1886 года соизволилъ отдать слѣдующій приказъ по Горному Вѣдомству.

Назначается: Помощникъ Горнаго Начальника Олонецкихъ заводовъ и Управитель Александровскаго завода, Горный Инженеръ Статскій Совѣтникъ *Вейденбаумъ*—Горнымъ Начальникомъ Златоустовскаго округа.

№ 15. 15 Ноября 1886 г.

Государь Императоръ, по всеподданнѣйшему докладу Министра Императорскаго Двора, въ 11 день Октября сего года, Всемилостивѣйше соизволилъ на увольненіе Начальника Нерчинскаго горнаго округа, Горнаго Инженера Дѣйствительнаго Статскаго Совѣтника *Герасимова*, по разстроенному здоровью, отъ службы, съ мундиромъ, согласно прошенію.

Съ Высочайшаго соизволенія 20 Октября сего года, состоящій по Главному Горному Управленію, съ прикомандированіемъ къ Горному Департаменту, Горный Инженеръ Титулярный Совѣтникъ *Ивановъ 7-й*, командированъ за границу, срокомъ на 4 мѣсяца, для изученія современнаго состоянія нефтяной промышленности въ западно-европейскихъ государствахъ.

Приказомъ по Министерству Финансовъ, 18 Сентября сего года за № 41

состоящіе по Главному Горному Управленію Горные Инженеры: Надворный Совѣтникъ *Недовичъ* и Коллежскій Секретарь *Рѣдько* назначены: первый Помощникомъ Коммисара С.-Петербургскаго Монетнаго Двора, а второй Инженеромъ для техническихъ порученій при семъ же Дворѣ; оба съ 1-го Августа 1886 г.

Опредѣляются на службу по горному вѣдомству, окончившіе въ нынѣшнемъ году курсъ наукъ въ Горномъ Институтѣ, съ правомъ на чинъ Коллежскаго Секретаря, Горные Инженеры: Викентій *Потшебскій*, Николай *Филипповъ*, Станиславъ *Стрешевскій*, Василій *Коцовскій* и Павелъ *Рудниковъ*, съ назначеніемъ для практическаго усовершенствованія, срокомъ на одинъ годъ, въ распоряженіе: Потшебскій — Общества Варшавскаго сталелитейнаго завода, съ 20 Сентября сего года, Филипповъ—Управленія Богословскимъ горнымъ округомъ, принадлежащимъ Н. М. Половцевой, съ 23 того же Сентября; Стрешевскій—Управляющаго горною частью на Кавказѣ и за Кавказомъ, съ 7-го, Коцовскій — Окружнаго Инженера Юго-Западнаго округа, съ 16-го, и Рудниковъ—на С.-Петербургскіе горные заводы, съ 29-го Октября сего же года; всѣ пятеро безъ содержанія отъ горнаго вѣдомста.

Командируются: состоящіе по Главному Горному Управленію, Горные Инженеры Коллежскіе Ассесоры: *Дмитріевскій*—въ распоряженіе Главнаго Начальника Уральскихъ горныхъ заводовъ, для занятій при Управленіи горною частью на Уралѣ; *Конткевичъ*—въ распоряженіе владѣльцевъ каменноугольныхъ копей „Мацей“ и „Владиславъ“, въ Бендинскомъ уѣздѣ Петроковской губерніи, *Сутуловъ*—на принадлежащій вдовѣ Войсковаго Старшины Полякова каменноугольный рудникъ въ Области Войска Донскаго, всѣ трое съ 9-го Ноября сего года, для техническихъ занятій, съ оставленіемъ по Главному Горному Управленію, безъ содержанія отъ казны; Титулярные Совѣтники: *Паутовъ*—въ помощь Горному Инженеру Брусницыну, назначенному въ коммисію для изслѣдованія фабрично-заводской промышленности въ губерніяхъ Царства Польскаго, съ 11 Сентября сего года, съ оставленіемъ по Главному Горному Управленію; *Пузановъ*—въ распоряженіе Кабинета Его Императорскаго Величества, для опредѣленія на службу въ Алтайскій горный округъ, съ 7-го Ноября сего года, съ отчисленіемъ отъ Главнаго Горнаго Управленія; состоящій на практическихъ занятіяхъ на Омутнинскихъ заводахъ, принадлежащихъ Потомственному почетному гражданину Пастухову, Горный Инженеръ Коллежскій Секретарь *Павловъ 2-й* на тѣ же заводы, для техническихъ занятій, съ зачисленіемъ по Главному Горному Управленію, безъ содержанія отъ казны, съ 20-го Сентября сего года.

Переводится Пробиреръ Московской Пробирной Палатки, Горный Инженеръ Коллежскій Ассесоръ *Петровъ* — въ распоряженіе Главнаго Начальника Уральскихъ горныхъ заводовъ, для назначенія на вакантную

должность Младшаго Маркшейдера при Управленіи горною частью на Уралѣ, съ 13 Сентября сего года.

Назначается, изъ отставныхъ, Горный Инженеръ Коллежскій Секретарь *Ченгеры* — на должность Дѣлопроизводителя Управленія горною частью на Кавказѣ и за Кавказомъ, съ 14 Октября сего года.

Отчисляются по Главному Горному Управленію, на основаніи приказа по горному вѣдомству, отъ 13го Марта 1871 года за № 4, на одинъ годъ, безъ содержанія отъ казны, Горные Инженеры, откомандированные для техническихъ занятій: Титулярный Совѣтникъ *Соколовскій*, въ Общество Закавказской желѣзной дороги, съ 1-го Ноября сего года, и Коллежскій Совѣтникъ *Ле-Дантю*, въ главное Общество Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ, съ 9 того-же Ноября, оба за окончаніемъ тѣхъ занятій

Состоящій по Министерству Государственныхъ Имуществъ, съ откомандированіемъ въ Министерство Путей Сообщенія, для техническихъ занятій. Горный Инженеръ Дѣйствительный Статскій Совѣтникъ *Бекъ-Гергардъ*, за окончаніемъ сихъ занятій, отчисляется отъ Министерства Путей Сообщенія, съ 1-го сего Ноября, съ оставленіемъ при Министерствѣ Государственныхъ Имуществъ, безъ содержанія отъ горнаго вѣдомства.

Увольняются отъ службы по горному вѣдомству, согласно прошеніямъ, Горные Инженеры: состоящій по Главному Горному Управленію, съ откомандированіемъ въ распоряженіе товарищества горныхъ промысловъ въ Киргизской степи, для техническихъ занятій, Коллежскій Совѣтникъ *Ивановъ 4-й* съ 11-го Октября сего года; причисленный къ Министерству Государственныхъ Имуществъ, съ откомандированіемъ къ Князю Бѣлосѣльскому-Бѣлозерскому, для управленія Катавскими заводами, Статскій Совѣтникъ *Мирецкій*, съ 7-го того же Октября; оба съ мундиромъ и пенсіею по положенію.

Указомъ Правительствующаго Сената, отъ 19 Сентября 1886 года за № 3774, произведены, за выслугу лѣтъ, Горные Инженеры: изъ Надзорныхъ въ Коллежскіе Совѣтники: состоящій по Главному Горному Управленію, съ откомандированіемъ въ распоряженіе Главнаго Начальника Уральскихъ горныхъ заводовъ, для развѣдокъ каменноугольнаго мѣсторожденія близъ Каменскаго завода, *Гебауеръ*, со старшинствомъ съ 27-го Марта сего года; изъ Коллежскихъ Секретарей въ Титулярные Совѣтники: состоящій по Главному Горному Управленію, съ откомандированіемъ для развѣдочныхъ работъ въ Семирѣченской области, *Шостковскій*, со старшинствомъ съ 3-го Февраля сего года; состоящій по Главному Горному Управленію, съ откомандированіемъ на Людиновскій заводъ Мальцевскаго промышленнаго товарищества, для техническихъ занятій, *Кирьяковъ*, со старшинствомъ съ 27 Марта сего года; изъ Губернскихъ въ Коллежскіе Секретари: состоящій по Главному Горному Управленію, съ откомандированіемъ въ управленіе Закаспійской военной-желѣзной дороги, для техническихъ занятій, *Симоновъ*, со

старшинствомъ съ 25 Февраля сего года; состоящій по Главному Горному Управленію, съ откомандированіемъ къ землевладѣльцу Першину, для техническихъ занятій, *Чернолиховъ*, со старшинствомъ съ 5-го Апрѣля сего года.

Опредѣленіемъ Правительствующаго Сената, состоявшимся 4-го Сентября 1886 года за № 3773, Инженеръ IX класса, для изслѣдованій, развѣдокъ и командировокъ при Управленіи горною частью на Кавказѣ и за Кавказомъ, Горный Инженеръ Титулярный Совѣтникъ *Швачкинъ* произведенъ, за выслугу лѣтъ, въ Коллежскіе Ассесоры, со старшинствомъ съ 15-го Мая 1886 года.

Умершій исключается изъ списковъ: состоящій по Главному Горному Управленію, съ откомандированіемъ на принадлежащіе наслѣдникамъ П. П. Демидова Князя Санъ-Донато Нижне-Тагильскіе заводы, для техническихъ занятій, Горный Инженеръ Надворный Совѣтникъ *Архиповъ 2-й*.

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

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

ГОРНОЕ и ЗАВОДСКОЕ ДѢЛО.

ЗАМѢТКА ОБЪ ИЗМѢРЕНІИ УГЛОВЪ ВЪ МАРКШЕЙДЕРСКИХЪ РАБОТАХЪ ПРИ УПОТРЕБЛЕНІИ ОТВѢСА КАКЪ СИГНАЛА.

Густава Цигельгейма [1]).

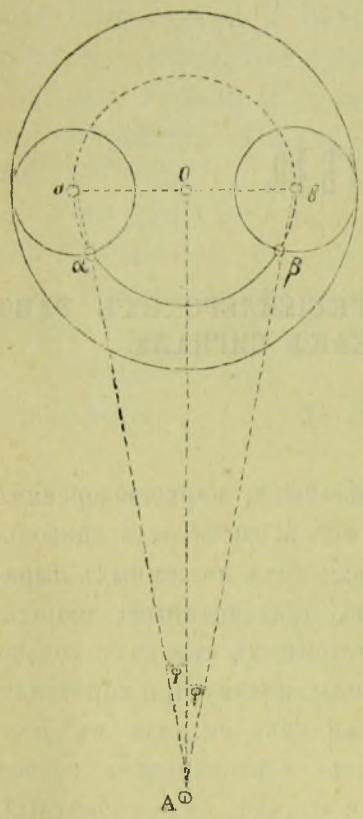
При моихъ значительныхъ, часто весьма серьезныхъ, маркшейдерскихъ работахъ въ Трансильваніи и Богеміи, старался я всегда достигнуть наибольшей точности. Однако хорошо извѣстно, что въ большихъ подземныхъ выработкахъ можно производить измѣренія по правиламъ, предписаннымъ теоріей, только въ очень рѣдкихъ случаяхъ. Напр. при полигонныхъ съемкахъ только очень рѣдко удается дѣлать станы одинаковой длины; потому при короткихъ станахъ можетъ случиться, что отвѣсъ, повѣшенный какъ сигналъ въ вершинѣ угла, покажется въ зрительную трубу толще вертикальнаго волоса инструмента; но это все-таки болѣе благопріятный случай, чѣмъ обратный, имѣющій мѣсто при длинныхъ станахъ, когда волосъ кажется толще отвѣса, такъ какъ въ первомъ случаѣ возможенъ все-же болѣе точный установъ инструмента.

Борхерсъ говоритъ въ своемъ сочиненіи, что онъ визируетъ, при станахъ около 40 саж. длины, на болѣе тонкіе или болѣе толстые шнуры (отвѣсы), чтобы достигнуть точнаго совпаденія шнура и волоса. Но такимъ способомъ нельзя избѣжать ошибокъ, потому что отверстія въ зажимахъ (Punktklammern) вездѣ одинаковой величины и значительно больше толщины шнуровъ, почему послѣдніе, даже при вѣрномъ положеніи зажимовъ, могутъ принимать различныя положенія относительно оси вертикальнаго отверстія зажима, обозначающей точку стоянія, невѣрное-же обозначеніе точки стоянія можетъ, конечно, значительно повліять на невѣрное изображеніе угловъ.

---

[1]) Изъ Oesterreichische Zeitschrift für Berg-und Hüttenwesen 1886 г., извлечено горн. инж. Фейвишевичемъ.

Напр., если діаметръ отверстія зажима $D=2$ mm, а діаметръ шнура $d=0{,}7$ mm., то ось шнура, кромѣ центральнаго, единственно вѣрнаго положенія, можетъ находиться во всѣхъ точкахъ, обозначенныхъ пунктиромъ на фиг. 1.



Фиг. 1.

Наибольшая ошибка будетъ, конечно, при положеніи шнура въ точкахъ a и b, если AO будетъ вѣрное положеніе.

Погрѣшность въ углѣ φ получится изъ слѣдующаго уравненія:

$$tang\ \varphi = \frac{D-d}{2AO}$$ также довольно близко

$$=\frac{D-d}{2Aa}=\frac{D-d}{2Ab}$$

или

$$\varphi''=206265\ \frac{D-d}{2AO}$$ секундамъ.

Замѣнивъ вышеприведенныя буквы ихъ числовыми значеніями и принявъ $AO=3$ m., получимъ, что

$$\varphi''=45$$ секундамъ.

Эта погрѣшность уменьшается съ увеличеніемъ (AO) и увеличивается съ увеличеніемъ разности $D-d$; такимъ образомъ погрѣшность эта при короткихъ станахъ (AO) увеличивается, вслѣдствіе того, что берутъ шнуръ очень тонкій, чтобы изображеніе его точно совпадало съ волосомъ, но не закрывало его, а вслѣдствіе этого само собою увеличивается и $D-d$.

Въ вышеприведенномъ примѣрѣ толщина шнура ($0{,}7$ mm) была еще слишкомъ значительна для разстоянія въ 3m. При моихъ работахъ съ теодолитомъ, труба котораго увеличивала въ 18 разъ, при такомъ-же разстояніи шнуръ въ $0{,}1$ mm. совпадалъ точно съ вертикальнымъ волосомъ, вслѣдствіе чего неправильность въ обозначеніи точки стоянія достигла $\varphi''=65$ секундамъ$=1$ минутѣ 5 секундамъ.

При хорошемъ, гладкомъ и нетвердомъ шнурѣ, если забить косо зажимъ, то шнуръ будетъ прилегать всегда больше къ одному краю отверстія зажима; то же самое будетъ, если употреблять шнуры разной толщины, при одинаковыхъ отверстіяхъ въ зажимахъ; въ томъ и другомъ случаѣ точки стоянія обозначатся невѣрно. Поэтому надо употреблять шнуры всегда одинаковой

толщины и отверстія въ зажимахъ дѣлать соотвѣтственно толщинѣ шнуровъ, чтобы не терять слишкомъ много времени на точную установку шнуровъ въ центрѣ отверстій; это приходится дѣлать въ особенности всегда при короткихъ станахъ (причины приведены выше) и легко исполнимо только при правильномъ положеніи зажимовъ и удобномъ положеніи точки стоянія.

Укажу еще на одинъ случай, имѣвшій также мѣсто въ моей практики.

Только въ рѣдкихъ случаяхъ помощникъ устанавливаетъ зажимъ правильно, т. е. такъ что отверстіе въ немъ вертикально; обыкновенно-же оно наклонено къ горизонту подъ нѣкоторымъ угломъ менѣе 90°. Если теперь взять толстые и очень жесткіе шнуры съ легкимъ грузомъ, то можетъ произойти отклоненіе шнура отъ его дѣйствительнаго направленія исключительно вслѣдствіе жесткости шнура и точка стоянія будетъ тогда, конечно, невѣрно обозначена. Поэтому надо брать всегда хорошій, гибкій, не очень тугой шнуръ и тяжелый грузъ. Такимъ образомъ совѣтъ Борхерса—употреблять шнуры разной толщины, въ зависимости отъ длины становъ,—можетъ въ извѣстныхъ случаяхъ (при короткихъ станахъ) повести къ неизбѣжнымъ ошибкамъ.

При работахъ, требующихъ самой необыкновенной точности, употреблялъ я всегда, во избѣжаніе погрѣшностей, шнуры одинаковой толщины. Прозрачную-же освѣщенную поверхность (небольшую раму изъ проволоки съ натянутымъ прозрачнымъ полотномъ) употреблялъ я только тогда, когда шнуръ, въ видѣ рѣзкой черной линіи, почти совсѣмъ закрывался волосомъ инструмента. При короткихъ-же станахъ освѣщалъ я всегда шнуръ спереди съ двухъ сторонъ [1]), причемъ онъ выдѣлялся очень рѣзко на темномъ фонѣ рудника. Такимъ образомъ было очень легко со всею точностью совмѣстить вертикальный волосъ инструмента съ осью шнура; во всякомъ случаѣ точность получалась здѣсь такая-же, какую желалъ получить Грецмахеръ отъ употребленія при шнурѣ прицѣла (Zielscheibe) Борхерса.

Только что описанный способъ освѣщенія вполнѣ достаточенъ, и совершенно безполезно прибавлять еще что нибудь къ аппарату, и безъ того большому, который долженъ носить съ собою маркшейдеръ.

Еще же проще—волосяной крестъ въ инструментѣ сдѣлать изъ четырехъ волосъ, какъ это представлено на фиг. 2. Тогда надо только шнуръ помѣстить симметрично между двумя крайними вертикальными волосами, но при этомъ приходится употреблять прозрачный экранъ, чтобы сдѣлать шнуръ видимымъ.

Фиг. 2.

Такое устройство волосянаго креста удобно и въ другихъ случаяхъ, напр. если надо визировать на колеблющійся шнуръ.

При нечистомъ рудничномъ воздухѣ (при копоти) и при большихъ разстояніяхъ, когда шнуръ обрисовывается слабо на прозрачной освѣщенной

[1]) Освѣщеніе съ одной стороны даетъ невѣрное обозначеніе оси шнура вслѣдствіе его тѣни.

поверхности, я заставляю часто шнуръ колебаться для болѣе точнаго установа. Все таки надо сказать, что при небольшихъ станахъ, при простомъ волосяномъ крестѣ, возможно тоже полное совпаденіе шнура съ вертикальнымъ волосомъ, потому что ошибки, происходящія отъ этого, находятся вполнѣ въ предѣлахъ точности рудничныхъ инструментовъ.

Въ нижеслѣдующихъ разсчетахъ шнуръ принимается толщиною въ 2 mm, а рудничный теодолитъ изъ мастерской Штарке и Каммереръ въ Вѣнѣ.

Возьмемъ сначала самый неблагопріятный случай: инструментъ находится столь близко отъ шнура (повѣшеннаго у стѣны), сколько позволяетъ конструкція трубы; приэтомъ предполагается, что объектъ (шнуръ) видѣнъ въ трубу еще ясно; это кратчайшее разстояніе опредѣляется изъ основнаго уравненія:

$$d=\frac{D.F}{D-F} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1),$$

а отсюда

$$D=\frac{d.F}{d-F} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

Въ этихъ уравненіяхъ D означаетъ искомое разстояніе оптическаго центра объектива отъ шнура; d—разстояніе физическаго изображенія шнура отъ объектива; наконецъ F—означаетъ фокусное разстояніе объектива.

Изъ наибольшей величины d, т. е. до которой можетъ быть вытянута окулярная трубка, получается наименьшее разстояніе D — объекта.

Для трубки упомянутаго теодолита

$$F=0{,}17 \text{ m}$$
$$d=0{,}\text{m}17+0{,}025\text{m}=0{,}195\text{m}.$$

Окулярная трубка вытягивается на 25mm, въ этихъ же предѣлахъ увеличивается и изображеніе.

При этихъ числахъ второе уравненіе (2) для минимальнаго разстоянія приметъ видъ:

$$D=\frac{0{,}195\times 0{,}17}{0{,}025}=1{,}326=1{,}33\text{m}.$$

Обозначимъ теперь величину объекта черезъ G, при діаметрѣ шнура $=0{,}002$ m,—величину изображенія черезъ g, тогда изъ пропорціи

$$d : D=g : G \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

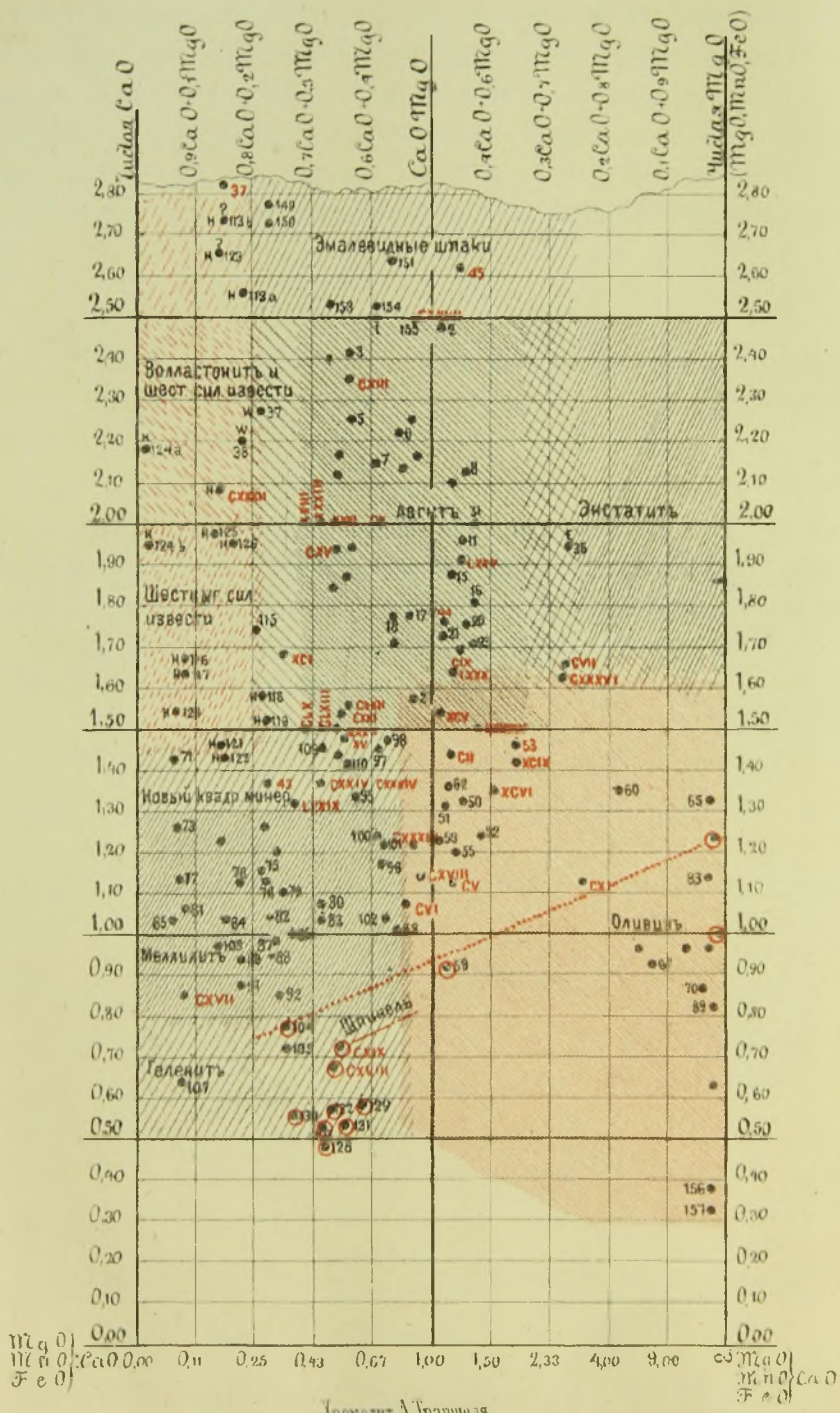
получимъ

$$g=G\frac{d}{D}$$

или чрезъ соотвѣтственныя подстановки и упрощенія мы получимъ

$$g=0{,}002\frac{0{,}195}{1{,}33}=0{,}00029\text{m}=0{,}3 \text{ mm}.$$

Такъ какъ, по моему опредѣленію, увеличеніе трубы $v=15$ разъ, то $vg=15\times 0{,}3$ mm$=4{,}5$ mm и будетъ увеличенный трубою діаметръ шнура.



Хромолит А. Гранцеля.

Когда не требуется особенной точности, совпаденіе вертикальнаго волоса съ осью шнура можетъ расходиться на 0,2 mm; при діаметрѣ шнура въ 2mm, получимъ изъ пропорціи

$$2 : 4,5 = X : 0,2$$

$$X = \frac{0,4}{4,5} = 0,088 \text{ mm} = 0,09 \text{ mm}.$$

Ошибка въ углѣ отъ такого неточнаго совмѣщенія получится изъ уравненія

$$tang\ \varphi = \frac{0,09}{D_1}$$

или въ секундахъ

$$\varphi'' = 206265\ \frac{0,09}{D_1} \text{ секундъ}$$

причемъ $D_1 = D + \delta$ и есть горизонтальное разстояніе между шнуромъ и вертикальною осью теодолита; оно, какъ видно, составляется изъ извѣстнаго уже D и изъ разстоянія δ между оптическимъ центромъ объектива стекла и точкою пересѣченія вертикальной оси вращенія теодолита съ горизонтальной осью вращенія трубы.

При этомъ инструментѣ

$$D_1 = 1,326 + 0,086 = 1,412$$

слѣдовательно

$$\varphi'' = 13 \text{ секундамъ}$$

Надо замѣтить, что такіе короткіе станы (1 метръ) почти никогда не бываютъ, а при длинѣ становъ даже въ 3 m вышеприведенная ошибка опредѣленія угла будетъ уже составлять 6''—7''. При этомъ предполагается самое неблагопріятное условіе; вообще же всегда возможенъ болѣе точный установъ.

Профессоръ Штампферъ производилъ въ этомъ направленіи много опытовъ и находитъ слѣдующее: при хорошихъ ахроматическихъ трубахъ, при благопріятныхъ обстоятельствахъ, точность визированія почти пропорціональна увеличенію, если послѣднее находится въ правильномъ отношеніи къ фокусному разстоянію объектива.

Онъ нашелъ ошибку при визированіи невооруженнымъ глазомъ, помощью діоптровъ, въ 15 секундъ, а при зрительной трубѣ съ небольшимъ увеличеніемъ = v и при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ ошибка эта равнялась $\frac{15}{v}$, при благопріятныхъ условіяхъ и достаточномъ навыкѣ, величина эта можетъ уменьшиться на половину.

При v = 15 ошибка будетъ $\frac{15}{15} = 1$ секундѣ и можетъ быть доведена до 0,5 секундъ.

Само собою разумѣется, что точное совпаденіе вертикальнаго волоса

съ осью шнура необходимо. Такимъ образомъ ошибка въ визированіи доводится до минимума, при совершенно цилиндрической формѣ шнура, при гладкомъ, ровномъ и правильно скрученномъ шнурѣ и, по изслѣдованіямъ профессора Тинтера, можетъ быть доведена, при благопріятныхъ условіяхъ, до 0,00015 mm.

Разстояніе между крайними вертикальными нитями волосянаго креста не должно быть ни слишкомъ большое, ни слишкомъ малое, такъ какъ то и другое вліяетъ на точный установъ.

При опредѣленіи разстоянія между нитями надо всегда имѣть въ виду:

1) что изображеніе предмета, разсматриваемаго чрезъ зрительную трубу, измѣняетъ свою величину съ удаленіемъ отъ наблюдателя самого предмета;

2) что при опредѣленномъ разстояніи наружныхъ нитей между собою изображеніе является какъ бы расположеннымъ на бѣлой стѣнѣ, находящейся въ опредѣленномъ разстояніи отъ объектива, и что ширина этой стѣны можетъ быть измѣрена разстояніемъ между нитями, такъ какъ изображеніе и волосяной крестъ лежатъ въ одной плоскости.

Если b означаетъ неизмѣняемое разстояніе между нитями; B—дѣйствительную ширину части стѣны, на которой получено изображеніе и которое ограничено нитями; D означаетъ разстояніе между стѣной и объективомъ; d—разстояніе между объективомъ и изображеніемъ, полученнымъ на стѣнѣ; наконецъ F—фокусное разстояніе объектива, тогда зависимость между этими величинами выразится такой пропорціей:

$$B : b = D : d$$

откуда

$$B = b\frac{D}{d};$$

такъ какъ

$$d = \frac{DF}{D-F},$$

то, вставивъ это значеніе для d въ предъидущую формулу, получимъ:

$$B = \frac{b}{F}(D-F) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4)$$

и

$$b = \frac{BF}{D-F} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

Послѣднія двѣ формулы опредѣляютъ отношенія между разстояніемъ нитей и дѣйствительной шириной стѣны, ограничиваемой этими нитями; такъ какъ для одной и той же трубы величины b и F неизмѣняемы, то, при извѣстномъ D, можно вычислить B и, обратно, по даннымъ B и D можно опредѣлить величину физическаго изображенія, т. е. разстояніе между нитями b, если представить себѣ это разстояніе ограниченнымъ на стѣнѣ двумя нитями, изображенія которыхъ совпадутъ съ наружными нитями креста.

Вертикальная стѣнка или воображаемая плоскость, проходящая чрезъ оси шнуровъ, перпендикулярна при этомъ всегда къ плоскости склоненія зрительный трубы, и линія пересѣченія обѣихъ плоскостей дѣлитъ пополамъ разстояніе B.

Изъ выраженій для B и b слѣдуетъ еще, что съ увеличеніемъ разстоянія D, изображеніе предмета уменьшается, а ширина плоскости, ограниченной крайними нитями, увеличивается при постоянномъ разстояніи крайнихъ нитей между собою. Поэтому нити эти должны быть болѣе удалены другъ отъ друга при визированіи на близкіе шнуры; но приэтомъ болѣе удаленные шнуры не устанавливаются достаточно точно на половинномъ разстояніи между нитями, потому что изображеніе шнура уменьшается съ увеличеніемъ разстоянія.

Самое удобное разстояніе между нитями b будетъ при возможно меньшемъ разстояніи между сигналомъ и объективомъ трубы.

Если предположить по обѣимъ сторонамъ шнура, обозначающаго точку стоянія, по тонкому волосу (съ грузомъ) въ разстояніи $\frac{B}{2}$ и что оси всѣхъ трехъ отвѣсовъ лежатъ въ вертикальной плоскости, перпендикулярной къ плоскости склоненія трубы,—если затѣмъ разсматривать эти три отвѣса чрезъ трубу, то изображеніе b дѣйствительнаго разстоянія B между обоими вспомогательными отвѣсами и обозначитъ самое выгодное разстояніе между нитями, въ которомъ они должны быть закрѣплены навсегда.

Если въ вышеприведенномъ примѣрѣ G означаетъ діаметръ шнура= 2 mm; g—діаметръ изображенія шнура; B—разстояніе между обоими вспомогательными отвѣсами= 6 mm, изображеніе котораго соотвѣствуетъ разстоянію b между нитями инструмента; F=0,17 mm; D—возможное еще разстояніе между объективомъ и сигналомъ=1,33 m, тогда изъ формулы (4) получится, что

$$g = \frac{0{,}002 \times 0{,}17}{1{,}33 - 0{,}17} = 0{,}00029 \text{ m.} = 0{,}3 \text{ mm.}$$

а разстояніе между нитями

$$b = \frac{0{,}006 \times 0{,}17}{1{,}33 - 0{,}17} = 0{,}00088 \text{ m} = 0{,}9 \text{ mm.}$$

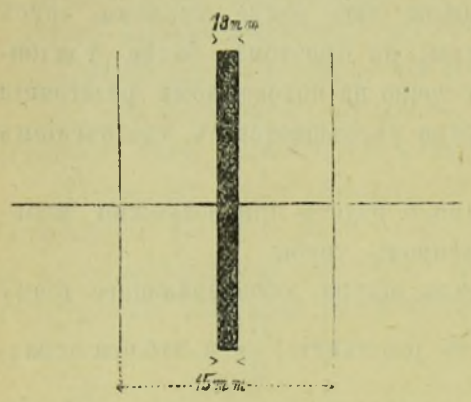
Такъ какъ v=15, то въ зрительной трубѣ кажется

$$g_1 = 4{,}5 \text{ mm:}$$
$$b_1 = 13{,}5 \text{ mm.}$$

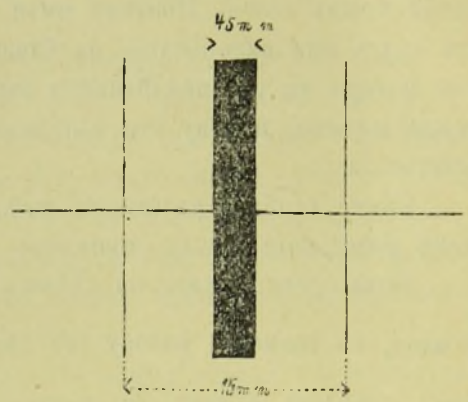
Для простоты разсчета примемъ b=1 mm. вмѣсто 0,9 mm, тогда по формулѣ (5)

$$B = \frac{0{,}001}{0{,}17}(1{,}33 - 0.17) = 0{,}0059\ (1{,}33 - 0.17) = 0.0068 \text{ m} = 6.8 \text{ mm.}$$

т. е. оба предполагаемые вспомогательные отвѣса должны были-бы быть отъ оси главнаго отвѣса (шнура) въ разстояніи $\frac{6.8}{2}=3.4$ mm, чтобы крайнія нити креста закрыли бы ихъ. Въ трубѣ же увеличенное изображеніе, шнура въ 4.5 mm. находится между крайними вертикальными нитями креста, между которыми кажущееся разстояніе составляетъ 15 mm. (фиг. 3).



Фиг. 4.



Фиг. 3.

Если теперь принять $D=3$ m. (при всѣхъ другихъ одинаковыхъ обстоятельствахъ), то размѣры изображенія шнура будутъ слѣдующіе.

$$g=\frac{0,002\times 0,17}{3.00-0.17}=0.00012 \text{ m.}=0.12 \text{ mm},$$

а такъ какъ b принимается равнымъ 1 mm, то въ трубѣ съ увеличеніемъ въ 15 разъ шнура шириною въ $0.12\times 15=1.8$ mm. окажется по серединѣ между двумя нитями, между которыми кажущееся разстояніе составляетъ 15 mm. (фиг. 4). Нити эти совпадутъ съ предполагаемыми вспомогательными отвѣсами при дѣйствительномъ разстояніи

$$B=0.0059\ (3.00-0.17)=0.0167 \text{ m.}=16.7 \text{ mm}.$$

Въ первомъ случаѣ разстояніе между нитями равно тройной ширинѣ шнура $\left(\frac{1}{0,3}\right)$, во второмъ же случаѣ это разстояніе болѣе восьми кратнаго діаметра шнура $\left(\frac{1}{0,12}=8,33=\frac{15}{1,8}\right)$ и въ этомъ случаѣ уже труднѣе достигнуть симметричнаго установа.

Разстояніе крайнихъ нитей отъ средней очень трудно сдѣлать въ 0,5 mm.— Профессоръ Вастлеръ рекомендуетъ нитяный крестъ съ параллельными нитями въ томъ случаѣ, когда сигналъ покрывается нитями почти или совершенно; это бываетъ обыкновенно при большихъ станахъ. Разстояніе между параллельными нитями онъ совѣтуетъ дѣлать въ $\frac{500}{v}-\frac{1000}{v}$ секундъ, считая

среднюю ошибку въ визированіи трубою въ $\frac{10}{v}$ секундъ; v означаетъ здѣсь какъ и раньше увеличеніе трубы.

Въ рудничныхъ инструментахъ нельзя обойтись безъ средней нити, потому что рудничные сигналы иначе устроены, чѣмъ поверхностные, и станы здѣсь бываютъ обыкновенно далеко меньше, чѣмъ на поверхности.

О НѢКОТОРЫХЪ НОВЫХЪ ИЗОБРѢТЕНІЯХЪ ВЪ БУРОВОЙ ТЕХНИКѢ.

Горн. Инженера А. Булгакова.

Просматривая вышедшія за послѣдніе годы статьи, посвященныя различнымъ вопросамъ по буровой техникѣ, мы замѣчаемъ, что всѣ буровыя системы значительно усовершенствовались за этотъ періодъ времени, а вслѣдствіе этого и производительность работъ ихъ тоже соотвѣтственно возрасла.

Алмазнымъ буреніемъ уже удавалось проводить скважины до 12 дюймовъ діаметромъ; форма коронки алмазнаго бура значительно измѣнилась. Въ настоящее время коронку дѣлаютъ длиннѣе, и въ верхней части ея помѣщаютъ особое разрѣзанное упругое кольцо, усаженное мелкими алмазами, которое служитъ, при выниманіи буроваго инструмента изъ скважины, для отламыванія и захватыванія выбуреннаго столбика породы. Чистка скважинъ водою производится, въ настоящее время, съ бо́льшею скоростью, такъ что струя воды въ состояніи выносить болѣе крупный песокъ и довольно значительные обломки выбуренныхъ породъ.

Алмазнымъ буреніемъ окончена въ 1885 году глубочайшая скважина, какая когда либо существовала на землѣ [1]). Скважина эта проведена близъ деревни Шлодебахъ, около станціи Кегау желѣзной дороги отъ Корбеты въ Лейпцигъ. Глубина этой скважины равняется 1,390 mtr, верхній діаметръ ея 280 mm, а нижній 48 mm. Буреніе производилось въ теченіе $3^1/_2$ лѣтъ алмазнымъ буромъ съ чисткою скважины водою; стоимость скважины превышаетъ 100,000 марокъ.

Буреніе съ ножницами Эйенгаузена, какъ канатное (пенсильванское), такъ и буреніе на деревянныхъ штангахъ (канадское), значительно увеличило производительность своей работы, благодаря увеличенію вѣса ударной штанги. Ударныя штанги дѣлаютъ теперь, для скважинъ отъ 5 до 8 дюй-

---

[1]) Бакинскія извѣстія 1885, № 110,

мовъ діаметромъ, длиною въ 30 футовъ и діаметромъ въ $3^1/_2$ дюйма, т. е. вѣсомъ около 30 пудовъ.

Дѣлались опыты примѣненія, при буреніи съ ножницами Эйенгаузена, чистки скважинъ струею воды. Примѣняли этотъ способъ чистки скважинъ не только при буреніи при помощи пустотѣлыхъ штангъ (Fauck), но и при канатномъ буреніи; такъ Guilleaume въ Кельнѣ изготовилъ для этой цѣли пустотѣлый проволочный канатъ.

Менѣе всего увеличилась производительность работы при штанговомъ паровомъ буреніи съ свободнопадающими инструментами. Интересно, въ этомъ случаѣ, даваемое А. Фаукомъ разъясненіе причинъ такого рода явленія.

Фаукъ говоритъ [1]), что громадное дѣйствіе удара при свободномъ паденіи тѣлъ давно уже извѣстно; извѣстно также изъ законовъ свободнаго паденія тѣлъ, что пространства, пройденныя свободнопадающимъ тѣломъ, относятся между собою, какъ квадраты временъ паденія. Конечная скорость свободнопадающаго тѣла равна корню квадратному изъ произведенія удвоенной высоты паденія на конечную скорость въ первую секунду, т. е. на 9,806 mtr.

Если h есть высота паденія и v конечная скорость, выраженныя обѣ въ метрахъ, то

$$v = 4{,}428 \sqrt{h}.$$

Вычисливъ по этой формулѣ при данныхъ высотахъ паденія соотвѣтствующія имъ конечныя скорости, мы получимъ въ круглыхъ числахъ слѣдующія величины:

Высоты паденія:	Конечныя скорости:
0,50 mtr	3,1 mtr
0,60 „	3,5 „
0,75 „	3,8 „
1,00 „	4,4 „
1,25 „	5,0 „
1,50 „	5,4 „

Взявъ же формулу, живой силы, развивающейся при свободномъ паденіи тѣлъ,

$$T = {}^1/_2\, Mv^2,$$

мы видимъ, что она прямо пропорціональна уже квадрату скорости.

Отсюда ясно, что въ ускорительномъ движеніи свободнопадающихъ тѣлъ, находится сила, которою и слѣдуетъ по возможности полнѣе пользоваться при буреніи, такъ какъ бо́льшія конечныя скорости обусловливаютъ и бо́льшія живыя силы удара, а слѣдовательно и бо́льшій буровой эффектъ, осо-

---

[1]) A. Fauck. Fortschritte in der Erdbohrtechnik. 1885.

бенно при скважинахъ большаго діаметра, въ породахъ средней и большой твердости.

Если взять для сравненія буреніе ручнымъ способомъ безъ свободнаго паденія и съ свободнымъ паденіемъ буроваго инструмента, при одинаковыхъ остальныхъ условіяхъ, то преимущество получится на сторонѣ буренія съ свободнымъ паденіемъ инструмента.

Если мы это замѣчаемъ при ручномъ буреніи, то, естественно, имѣя въ распоряженіи силу пара и примѣняя къ ней силу свободнаго паденія, мы будемъ работать раціональнѣе, чѣмъ безъ примѣненія послѣдней.

Истина эта признается всѣми буровыми техниками, такъ какъ существуютъ попытки примѣнить силу свободнаго паденія ко всѣмъ буровымъ системамъ.

Особое стараніе прилагалось примѣнить свободнопадающіе инструменты къ канатному буренію, такъ какъ буровой эффектъ при буреніи съ ножницами, исключая соотвѣтствующей тяжести ударной штанги, все же зависитъ главнымъ образомъ отъ скорости, съ какою долото достигаетъ забоя скважины. Для достиженія увеличенія конечной скорости, при буреніи съ ножницами, остается одно—увеличить число колебаній балансира долбежнаго станка; но увеличеніе это имѣетъ весьма небольшіе предѣлы.

Число возможныхъ ударовъ долота въ минуту зависитъ отъ многихъ причинъ: отъ глубины скважины, высоты подъема инструмента, количества воды въ скважинѣ, свойства пробуриваемой породы и т. п.; оно измѣняется отъ 35 до 80 ударовъ въ минуту. При благопріятныхъ условіяхъ и небольшой глубинѣ, при подъемѣ въ 0,5 mtr, можно допустить 60 ударовъ въ минуту, т. е. придать скорость ударному инструменту въ 1 mtr въ секунду. Конечная скорость, въ этомъ случаѣ, не можетъ быть болѣе 1 mtr, такъ какъ равномѣрное движеніе кривошипа долбежнаго станка не допуститъ этого.

Теперь, если извѣстно, что свободный ударъ производитъ громадный эффектъ работы при ручномъ буреніи, при забивкѣ свай и т. п., естественно является вопросъ, почему паровое буреніе съ свободнопадающими приборами такъ мало производительно?

Немаловажной причиной является, во-первыхъ, то обстоятельство, что въ большинствѣ случаевъ руководителемъ буровыхъ работъ ставится техникъ безъ всякой спеціальной подготовки, который не можетъ знать всѣхъ необходимыхъ приспособленій при буреніи съ этими приборами и, такимъ образомъ, не можетъ раціонально пользоваться силою свободнаго паденія.

Слѣдующую причину можно искать въ томъ, что при буреніи съ свободнопадающими приборами работаютъ обыкновенно безъ отбойныхъ приспособленій у долбежныхъ станковъ, а вслѣдствіе этого никогда не достигается точнаго сбрасыванія и поворачиванія буроваго инструмента.

Исключеніемъ могутъ быть только свободнопадающіе инструменты, у которыхъ сбросъ совершается автоматически, особымъ приборомъ, покоящимся на забоѣ скважины, рядомъ съ долотомъ; здѣсь отбой не необходимъ, но все же приноситъ значительную пользу. Такого рода инструментъ изобрѣтенъ Фаукомъ, описаніе и чертежъ котораго приведенъ ниже.

При ручномъ буреніи устроить отбойное приспособленіе легко. При паровомъ же буреніи отбой достигался до сего времени въ совершенствѣ только при примѣненіи отдѣльныхъ буровыхъ цилиндровъ: однодѣйствующихъ (Кинда) и двудѣйствующихъ (Кёбнера и Кэнти). Вообще буровой цилиндръ былъ бы самымъ удачнымъ долбежнымъ станкомъ, если бы онъ не былъ связанъ съ различными недостатками при выполненіи работы на практикѣ. Недостатки эти —слѣдующіе:

1) Работая съ отдѣльными буровыми цилиндрами, трудно достигнуть большаго подъема;

2) Трудно работать на клину безъ свободнаго паденія (или съ ножницами), а это часто бываетъ необходимо, особенно въ рыхлыхъ, обваливающихся породахъ, и

3) Нужно имѣть въ распоряженіи привычныхъ рабочихъ.

Многіе буровые техники старались устроить отбой и при обыкновенныхъ долбежныхъ станкахъ, но только въ послѣднее время Фауку удалось разрѣшить эту задачу вполнѣ удовлетворительно.

Главною же причиною малаго буроваго эффекта при паровомъ буреніи съ свободнопадающими приборами нужно считать незначительный подъемъ ударнаго инструмента, допускаемый при работѣ; необходимо примѣнять возможно большій подъемъ инструмента.

Большинство буровыхъ техниковъ боится примѣнять высокій подъемъ во избѣжаніе поломокъ ударнаго инструмента. Но слѣдуетъ замѣтить, что поломки происходятъ и при малыхъ подъемахъ, даже при работѣ съ ножницами, и зависятъ исключительно или отъ плохой конструкціи самихъ инструментовъ, или же отъ плохаго матеріала, изъ котораго послѣдніе сдѣланы. Съ одной стороны, заводы ставятъ зачастую плохой матеріалъ, съ другой же стороны—и самый лучшій матеріалъ не выдержитъ, если конструкція буровыхъ инструментовъ не соотвѣтствуетъ діаметру скважины. Особенно важно дѣлать при скважинахъ большаго діаметра стержень долота по возможности прочнѣе и, вмѣсто винтовыхъ замковъ, примѣнять клиновые. Винтовыя сопряженія никогда не могутъ быть прочнѣе клиновыхъ; въ случаѣ, если при ударахъ о твердый камень, отъ сотрясенія, винтъ немного ослабнетъ, то поломка его неизбѣжна.

Поломки стержня долота не должны происходить никогда, даже при ударахъ съ высоты въ 1,5 mtr; если же это случается, то тутъ не виноватъ высокій подъемъ, а виноватъ либо заказчикъ, плохо спроектировавшій долото,

либо же заводчикъ, поставившій по незнанію или изъ желанія наживы плохой матеріалъ.

Отчего прежде ограничивались при буреніи съ свободнопадающими инструментами небольшимъ подъемомъ,—можно, кажется, объяснить тѣмъ, что придавали большое значеніе числу ударовъ. Напр. Degousée говоритъ, что съ Фабіановскимъ инструментомъ, при 2 футахъ подъема, можно дѣлать только 25 ударовъ, между тѣмъ какъ съ Киндовскимъ, при тѣхъ же условіяхъ,—35 ударовъ въ минуту. Отсюда видно, что успѣхъ буренія искали въ большомъ количествѣ ударовъ, а не въ высотѣ подъема. Между тѣмъ, такого рода взглядъ противорѣчитъ принципу работы съ свободнымъ паденіемъ буроваго инструмента.

Мы можемъ дать 100 ударовъ въ минуту, при подъемѣ въ $0,_2$ mtr, тяжелою бабою о сваю, и послѣдняя нисколько не войдетъ въ твердый грунтъ; одинъ же ударъ бабою того же вѣса, при подъемѣ въ 2 mtr, сдѣлаетъ больше, чѣмъ прежніе 100 ударовъ при маломъ подъемѣ.

Слѣдовательно, усовершенствованіе въ работѣ съ свободнымъ паденіемъ буроваго инструмента должно направлять свои усилія на эту слабую сторону существующихъ нынѣ для этой цѣли приборовъ; увеличивая подъемъ, мы тѣмъ увеличимъ производительность работы. Большое углубленіе долота при ударѣ съ большой высоты не составляетъ еще недостатка, да наконецъ очень рыхлыя породы могутъ быть пробуриваемы на клину или на ножницахъ.

По системѣ Mauget, Lippmann & C⁰ пробуривали въ рыхлой породѣ въ 24-часовую смѣну среднимъ числомъ по 1 mtr, имѣя ударный инструментъ вѣсомъ въ 20,000 klg и подъемъ его въ 0,4 — 0,5 mtr; въ твердыхъ же породахъ проходили всего по 0,2 mtr въ сутки, при 7 ударахъ въ минуту. Товарищество Kind-Chaudron, примѣняя при буреніи только ножницы, при одинаковомъ діаметрѣ шахты и т. д., достигало такихъ же точно результатовъ. Объяснить столь малую производительность работы съ свободнопадающимъ инструментомъ, въ первомъ случаѣ, можно исключительно малымъ подъемомъ ударнаго инструмента.

Если возможно допускать при скважинахъ, діаметромъ въ 0_3, до 0_6. mtr, подъемъ до $1,_5$ mtr, то нѣтъ никакой причины, при буреніи шахтъ, не примѣнять подъема по меньшей мѣрѣ въ 1 mtr, такъ какъ инструменты могутъ быть приготовлены для этой цѣли достаточно прочными, благодаря имѣющемуся въ шахтѣ свободному мѣсту.

Для буренія скважинъ большаго діаметра свободнопадающіе инструменты должны быть конструируемы по возможности простыми и съ автоматическимъ дѣйствіемъ.

Понятно, что всѣ автоматически-дѣйствующіе приборы подвержены большему изнашиванію, особенно при большихъ подъемахъ ударнаго инструмента, чѣмъ обыкновенные, съ малымъ подъемомъ. Даже простой Фабіановскій инструментъ при большомъ подъемѣ сильно изнашивается. Изнашиваніе это

вполнѣ объяснимо вслѣдствіе высокаго и быстраго паденія, во время котораго развивается большое треніе, а затѣмъ этому еще способствуетъ и сильный ударъ клина о захватывающій аппаратъ при подъемѣ.

Ремонтъ инструмента все же вполнѣ окупается большою производительностью работы; да исключая того является меньше шансовъ закривить скважину, такъ какъ долото при этомъ работаетъ съ большою конечною скоростью и труднѣе можетъ соскользнуть въ бокъ, напр. при твердыхъ и крутопадающихъ пластахъ. Чтобы не происходило остановокъ во время работы, въ случаѣ ремонта инструмента, ихъ необходимо всегда имѣть по два экземпляра на скважину.

Всѣ свободнопадающіе инструменты, дѣйствующіе благодаря давленію воды, находящейся въ скважинахъ, на особые зонтики, оказались слишкомъ сложными для болѣе общаго примѣненія ихъ. Явились попытки устроить сбрасывающіе аппараты, которые могли бы дѣйствовать независимо отъ вертикальнаго движенія штангъ; пробовали подвѣшивать такіе аппараты на канатахъ въ скважинѣ, а Degousée, кажется, даже пробовалъ устанавливать его на забоѣ скважины, по крайней мѣрѣ онъ хвалитъ этотъ принципъ.

Вотъ на послѣднемъ то принципѣ и удалось *Фауку* построить *автоматически-дѣйствующій свободнопадающій инструментъ* [1]). Фиг. 1. (Таб. XII).

Инструментъ этотъ обладаетъ вполнѣ цѣлесообразною и простою конструкціею и приспособленъ для буренія съ большимъ подъемомъ ударнаго инструмента; понятно, при дальнѣйшихъ работахъ, на практикѣ, онъ еще усовершенствуется. Благодаря простотѣ конструкціи, онъ пригоденъ и для буренія шахтъ, діаметромъ отъ 1 до 4 mtr. Такъ какъ въ шахтѣ много мѣста, то всѣ части этого прибора могутъ быть сдѣланы пропорціонально прочными, что дастъ возможность примѣнить высокій подъемъ ударнаго инструмента и при буреніи шахтъ, а тѣмъ самымъ ускорить ихъ углубленіе.

Какъ уже сказано, приборъ этотъ основанъ на принципѣ перенесенія опорной точки сбрасывающаго механизма на забой скважины.

Въ общемъ приборъ этотъ напоминаетъ собою обыкновенный Фабіановскій инструментъ. Ударная штанга *a* съ долотомъ *b*, въ виду прочности и легкости разборки, соединяется съ падающимъ стержнемъ или штокомъ *c* прибора посредствомъ двойнаго клина *a'*.

Инструментъ состоитъ изъ штока *c*, двигающагося въ пустотѣломъ цилиндрѣ, гильзѣ, *d*. Квадратная верхняя часть гильзы служитъ направляющей для особой обоймы *f*, прикрѣпленной къ рамѣ *g*, которая составляетъ основаніе для сбрасывающаго механизма и направляющею для ударной штанги. На верху квадратная часть гильзы имѣетъ обыкновенный винтовой замокъ для соединенія всего прибора съ верхними штангами.

---

[1]) D. R. P. 28.896. Привилегированъ въ Германіи, Австріи и т. д.

Рама инструмента сдѣлана изъ двухъ боковыхъ пластинъ *g* изъ толстаго полоснаго желѣза, соединенныхъ наверху обоймой *f*, а внизу, на извѣстной высотѣ, кольцомъ *i*.

Во время работы рама упирается своими нижними концами въ забой скважины.

Падающій штокъ *c* прибора, имѣетъ два клина, одинъ подвижный *c'* наверху, а другой не подвижный *c''*—внизу. Подвижный клинъ можетъ поварачиваться на извѣстный уголъ въ горизонтальной плоскости на оси, закрѣпленной въ стальныхъ подшипникахъ *h* и *h'*, вставленныхъ въ штокъ; неподвижный же клинъ закрѣпленъ какъ у обыкновеннаго Фабіановскаго инструмента; онъ помѣщенъ немного ниже перваго и служитъ направленіемъ при движеніи штока въ гильзѣ.

При опусканіи прибора, зубцы *d''* подхватываютъ автоматически подвижный клинъ падающаго штока, причемъ верхняя скошенная часть *d'* продольнаго прорѣза гильзы поварачиваетъ подвижный клинъ къ сторону зубцовъ, на которые, затѣмъ, при подъемѣ, онъ и садится. Въ обыкновенномъ же Фабіановскомъ инструментѣ, какъ извѣстно, въ это время поворачивается сама гильза и подводитъ зубцы подъ клинъ.

Когда подхваченный зубцами ударный инструментъ достигаетъ почти наивысшаго своего положенія, тогда двѣ короткія планки *k*, прикрѣпленныя къ обоймѣ рамы, своими скошенными концами сдвигаютъ подвижный клинъ съ зубцовъ, и ударная часть инструмента свободно падаетъ.

Во все это время рама стоитъ неподвижно своими концами на забоѣ скважины. Она должна быть на 0,06 mtr короче подъема и длины самого подхваченнаго зубцами ударнаго инструмента, для того, чтобы послѣ сброса, когда инструментъ достигнетъ наивысшаго положенія, она могла немного подняться и тѣмъ облегчить поворачиваніе инструмента въ скважинѣ.

Инструментъ этотъ работаетъ и въ сухихъ скважинахъ и безъ отбоя балансира. Самыя благопріятныя условія для работы съ нимъ заключаются въ томъ, чтобы подъемъ ударнаго инструмента былъ отъ 1 до 1,52 mtr, и инструментъ дѣлалъ бы отъ 20 до 30 ударовъ въ минуту.

Другой *автоматически-дѣйствующій свободнопадающій инструментъ Фаука, приспособленный для чистки скважинъ водою*, основанъ тоже на перенесеніи опорной точки сбрасывающаго аппарата въ скважину, но въ этомъ приборѣ сбрасывающій аппаратъ подвѣшенъ на пустотѣлыхъ штангахъ, трубахъ (Фиг. 2).

Примѣненіе для этой цѣли трубъ указало на многія преимущества и удобства на практикѣ. Единственно, что можно поставить въ укоръ этой системѣ буренія,—это двойное завинчиваніе и отвинчиваніе штангъ: сперва трубъ, затѣмъ внутреннихъ буровыхъ штангъ. Но за то успѣшность въ работѣ, достигаемая этой системой буренія, больше чѣмъ при какой-либо другой.

ОБЩЕСТВЕННАЯ

Во-первыхъ, сбрасываніе и поворачиваніе буроваго инструмента совершаются автоматически, съ большою аккуратностью; во-вторыхъ, вслѣдствіе неподвижнаго состоянія пустотѣлыхъ штангъ въ скважинѣ во время работы, избѣгается треніе ихъ о стѣнки скважины и, въ третьихъ, благодаря двойнымъ штангамъ, буровой инструментъ имѣетъ большую прочность.

Поломка внутреннихъ (буровыхъ) штангъ не разобщаетъ еще буровой инструментъ съ поверхностью, и онъ можетъ быть тотчасъ же вынутъ изъ скважины посредствомъ пустотѣлыхъ штангъ (трубъ).

Вотъ въ краткихъ чертахъ описаніе этого прибора. (Фиг. 2).

Пустотѣлыя штанги соединяются переводной муфтой *c* съ особымъ кожухомъ *a*, облекающимъ весь буровой снарядъ, и имѣютъ наверху сальникъ, черезъ который проходятъ внутреннія буровыя штанги *s*. На поверхности пустотѣлыя штанги соединяются резиновымъ рукавомъ съ паровымъ насосомъ, нагнетающимъ по трубамъ воду въ скважину.

Вода проходитъ въ кожухъ, вытекаетъ вблизи забоя скважины и затѣмъ поднимается по наружной сторонѣ кожуха и пустотѣлыхъ штангъ, вынося съ собою буровую грязь.

Самъ инструментъ напоминаетъ собою обыкновенный инструментъ Фабіана. Верхняя часть *l* гильзы инструмента *d* соединена съ внутренними, буровыми, штангами *s* посредствомъ вертлюга *w*, находящагося въ особой короткой трубѣ *b'*, имѣющей большій діаметръ, чѣмъ остальныя верхнія трубы, и навинчена на переводную муфту *b* кожуха *a*.

Подъ переводной муфтой кожуха, на верхней части гильзы инструмента, находится весьма остроумно устроенный сбрасывающій аппаратъ. Онъ состоитъ изъ двухъ желѣзныхъ планокъ *e*, служащихъ для сталкиванія клина *k* съ верхнихъ зубцовъ гильзы *d*; планки *e* прикрѣплены къ муфтѣ *g* и направляются при своемъ движеніи особой направляющей муфтой *h*, закрѣпленной на верхнемъ концѣ гильзы *d*. Муфта *g* постоянно прижимается къ муфтѣ *h* спиральною пружиною *o*, причемъ сталкивающія клинъ планки *e* имѣютъ въ это время положеніе, изображенное на чертежѣ. Подхватываніе падающей части прибора зубцами гильзы происходитъ автоматически. Во время опусканія гильзы, послѣдняя поворачивается клиномъ настолько, что при подъемѣ ея зубцы *m* подхватываютъ клинъ *k*, какъ при обыкновенномъ Фабіановскомъ инструментѣ.

Пустотѣлыя штанги подвѣшиваются на хомутѣ на такой высотѣ въ скважинѣ, что когда совершается подъемъ буроваго инструмента посредствомъ внутреннихъ штангъ, то направляющая муфта *h* почти касается переводной муфты *b*, причемъ сбрасывающія планки *e* упираются своими верхними концами въ нижнюю плоскость муфты *b*, чѣмъ сдвигаются книзу.

Въ то же время нижніе скошенные концы этихъ планокъ сталкиваютъ клинъ съ зубцовъ и дозволяютъ, такимъ образомъ, нижней части прибора

свободно падать. Такъ какъ сбрасывающія планки двигаются плотно въ направляющей муфтѣ, то, при сбросѣ ударной части прибора, онѣ заставляютъ послѣднюю повернуться на извѣстный уголъ. При опусканіи гильза поворачивается клиномъ, какъ уже ранѣе сказано, а чтобы это поворачиваніе происходило безпрепятственно, то гильза и соединена вертлюгомъ *w* съ буровыми штангами. Въ случаѣ, если долото поворачивается неравномѣрно, то вертлюгъ закрѣпляютъ и поворачиваніе производятъ отъ руки. Какъ только сбрасывающія планки, при подъемѣ буровыхъ штангъ, перестанутъ упираться въ переводную муфту *b*, а потому и перестанутъ сталкивать клинъ съ зубцовъ, — пустотѣлыя штанги немного опускаютъ; спиральная пружина въ тоже время постоянно поднимаетъ вверхъ сбрасывающія планки при опусканіи гильзы.

При спускѣ и подъемѣ цѣлаго буроваго инструмента, удерживаютъ только пустотѣлыя штанги, такъ какъ буровыя штанги, вмѣстѣ съ буровымъ инструментомъ, держатся вертлюгомъ *w* на переводной муфтѣ *b*.

Достоинства этого прибора заключаются въ слѣдующемъ: имъ достигается автоматическое, надежное дѣйствіе, быстрота работы (можно дать отъ 30 до 40 ударовъ въ минуту) и чистка скважины водою.

Надежность въ работѣ значительно увеличивается примѣненіемъ двойныхъ штангъ; напр. при поломкѣ собственно буровыхъ штангъ, пустотѣлыя штанги остаются въ резервѣ. Благодаря послѣднимъ, стѣнки скважины нисколько не тревожатся буровыми штангами во время работы, а буровыя штанги, въ свою очередь, имѣютъ прекрасное направленіе внутри трубъ. Не менѣе хорошее направленіе даетъ кожухъ буровому инструменту: только одно долото поднимается и опускается на свободѣ, остальныя части буроваго снаряда двигаются въ кожухѣ и въ пустотѣлыхъ штангахъ.

Примѣненіе этого способа буренія и безъ чистки скважинъ водою имѣетъ свои выгоды, благодаря быстротѣ работы, соединенной съ надежнымъ автоматическимъ дѣйствіемъ буроваго снаряда, а также и вслѣдствіе большей увѣренности въ успѣшномъ и надежномъ веденіи работы.

При случаѣ, приборъ этотъ можетъ быть примѣненъ и какъ насосъ, только тогда, вмѣсто кожуха, навинчивается на пустотѣлыя штанги поршневая труба, а на буровыя штанги, вмѣсто буроваго инструмента,—соотвѣтствующій поршень.

Какъ уже ранѣе сказано, Фауку удалось достичь устройства отбойнаго приспособленія въ долбежномъ станкѣ, приводимомъ въ движеніе посредствомъ кривошипа отъ обыкновенной паровой машины. Принципъ этого устройства заключается въ томъ, что кривошипъ во время и тотчасъ послѣ отбоя долженъ идти холостымъ ходомъ и затѣмъ уже, только послѣ его низшаго положенія, долженъ опять начать работать, во избѣжаніе поломки какой либо части станка.

Долбежный станокъ Фаука, [1]) (фиг. 3), имѣетъ слѣдующее устройство. Балансиръ *s* расположенъ такимъ образомъ, что кривошипъ *d* не производитъ прямо подъема буроваго инструмента, и поднимаетъ грузъ *b*, прикрѣпленный на заднемъ длинномъ концѣ балансира.

Грузъ *b* тяжелѣе буроваго инструмента и перетягиваетъ за собою длинный конецъ балансира, а этимъ поднимаетъ короткій конецъ его вмѣстѣ съ буровымъ инструментомъ. Кривошипъ *d* помѣщенъ надъ балансиромъ, а послѣдній довольно близко къ полу буроваго зданія, такъ что необходимо имѣть глубокую и просторную шахту при работѣ съ этимъ станкомъ. Скоба *a*, соединяющая шатунъ съ балансиромъ, устроена такимъ образомъ, что палецъ балансира имѣетъ свободное движеніе по вертикальному направленію въ этой скобѣ, которая имѣетъ, для этой цѣли зазоръ въ 30 mm. При ударѣ балансира объ отбойный брусъ *c*, помѣщенный на полу буроваго зданія, не передается никакого обратнаго удара на шатунъ и остальныя части долбежнаго станка, такъ какъ скоба, послѣ удара балансира объ отбойный брусъ, свободно опускается, при дальнѣйшемъ движеніи кривошипа, къ его низшему положенію, благодаря имѣющемуся въ ней зазору въ 30 mm.

При плотномъ нажимѣ скобы шатуна къ балансиру и пониженіи отбойнаго бруса можно работать и безъ отбоя, напр. при работѣ на клину или съ ножницами.

Балансиръ имѣетъ подвѣски *y*, на которыхъ виситъ на оси, закрѣпленной въ стойкахъ *m* долбежнаго станка. На этихъ подвѣскахъ его можно откатывать назадъ во время спуска и подъема штангъ и чистки скважины желонкою.

Кривошипъ приводится въ движеніе посредствомъ ремневой и зубчатой передачъ *x*, *n*, *o* и *p*.

Регулированіе длины штангъ во время долбленія производится особою уравнительною цѣпью *v*, которая переходитъ по ролику *z* на барабанъ *e*. Къ барабану прикрѣплено зубчатое колесо *f*, приводимое въ движеніе безконечнымъ винтомъ *g*; послѣднему же передается движеніе посредствомъ ролика *h*, шнура или цѣпи *i* отъ уравнительнаго колеса *k*.

Этотъ долбежный станокъ Фаука соединяетъ въ себѣ отбойное приспособленіе, необходимое при работѣ съ свободнопадающими приборами, и раціональное уравнительное приспособленіе. Цѣпь, соединяющая конецъ балансира съ буровыми штангами, проходитъ на концѣ балансира по круговому сегменту, а потому остается постоянно въ центрѣ скважины, чѣмъ избѣгается раскачиваніе штангъ и треніе ихъ о стѣнки скважины во время долбленія.

Конструкція уравнительнаго цѣпнаго приспособленія, при помощи безко-

---

[1]) D. R. P. 29.749 отъ 1-го Іюля 1884.

нечнаго винта, чрезвычайно проста и вполнѣ надежна, такъ какъ предоставляется возможность спускать и поднимать штанги во время долбленія, причемъ безконечный винтъ запираетъ во всякое время уравнительный приборъ самымъ надежнымъ образомъ. При уравнительномъ пенсильванскомъ винтѣ приходится сперва ослабить нажимнымъ болтомъ гайку, затѣмъ вывернуть или ввернуть уравнительный винтъ и опять закрѣпить гайку. Канадскій цѣпной уравнительный приборъ съ храповымъ колескомъ и собачкой не допускаетъ подъема штангъ (укорачиванія) во время работы, а это часто бываетъ необходимо, особенно при буреніи въ рыхлыхъ, обваливающихся породахъ.

Устроенное Фаукомъ отбойное приспособленіе легко приспособить къ любому буровому станку, не измѣняя его подъемныхъ устройствъ и приспособленій для чистки. Станокъ этотъ удобенъ какъ для глубокихъ, такъ и для мелкихъ скважинъ, какъ для скважинъ большаго діаметра, такъ и малаго, и вообще отличается прочностью и компактностью своего устройства.

Приведя описанія весьма остроумныхъ изобрѣтеній Фаука, относящихся къ штанговому буренію, нельзя пройтти молчаніемъ не менѣе остроумныя изобрѣтенія американцевъ *Corbett'a, Clary* и относящихся къ канатному буренію.

Странно, что Фаукъ въ своей брошюрѣ Fortschritte in der Erdbohrtechnik упоминаетъ объ этихъ изобрѣтеніяхъ только мелькомъ, не прилагая даже схематическихъ чертежей этихъ приборовъ. Вообще, во всей этой брошюрѣ проглядываетъ пристрастіе автора къ штанговому буренію и особенно къ своимъ изобрѣтеніямъ, а потому эта брошюра носитъ отчасти рекламный характеръ.

Но хотя канатное буреніе и нельзя сравнивать, по общности примѣненія, со штанговымъ, примѣняющимся при всевозможныхъ геологическихъ условіяхъ и при всякихъ діаметрахъ и глубинахъ скважинъ, все же оно, при извѣстныхъ геологическихъ условіяхъ, напр. при пологопадающихъ пластахъ, въ породахъ не особенно твердыхъ, при скважинахъ средняго діаметра,— вполнѣ можетъ конкурировать со штанговымъ; блистательный примѣръ тому мы видимъ въ Америкѣ, при буреніи на нефть. По имѣющимся свѣдѣніямъ, тамъ пробуриваютъ скважины діаметромъ отъ 0,12 до 0,15 mtr до глубины въ 500 mtr въ теченіе 2—3 недѣль, при стоимости ихъ отъ 15 до 20 тыс. frcs. Можетъ быть это и исключительные случаи такого быстраго буренія, тѣмъ не менѣе они поражаютъ своею быстротою и дешевизною. Поэтому то и всѣ усовершенствованія и изобрѣтенія въ этой системѣ буренія не менѣе важны, чѣмъ и при штанговой.

Corbett изобрѣлъ совершенно своеобразный *буровой станокъ и коперъ* для канатнаго буренія. Сущность перваго заключается въ замѣнѣ балансира особымъ шкивомъ, а шатуна—канатомъ; коперъ же поражаетъ своею простотою, компактностью и прочностью сооруженія.

Этотъ буровой коперъ (Фиг. 4 и 5 а, β, γ) замѣняетъ собою цѣлую

буровую башню, и лучшаго приспособленія въ серіи переносныхъ буровыхъ башенъ пока еще не было изобрѣтено. Коперъ этотъ былъ тщательно испробованъ на практикѣ и оказался, во всѣхъ отношеніяхъ, лучшимъ передъ другими, ему подобными, копрами.

Переносный буровой коперъ Cordett'a можетъ быть быстро устанавливаемъ и снимаемъ. Работая съ нимъ, можно примѣнять ударные инструменты длиною до 31 фута и вѣсомъ около 25 пудовъ; вообще онъ приспособленъ для буренія скважинъ до 600 футовъ глубиною.

Онъ занимаетъ площадь въ 12×20 квадратныхъ футовъ, вѣситъ при полномъ сборѣ 2 тонны и имѣетъ высоту около 35 футовъ.

Двигателемъ при работѣ съ этими копромъ и станкомъ можетъ служить или обыкновенная небольшая паровая машина или же конный приводъ.

Два основныхъ лежня *A*, одинъ квадратнаго сѣченія 10 дюймовъ въ сторонѣ и длиною въ 11 ф. 5 дм., а другой прямоугольнаго сѣченія 8×10 дм., и длиною въ 10 ф., помѣщаются прямо на землю. На эти брусья кладутся другіе два бруса *B*, прямоугольнаго сѣченія 6×8 дм. и длиною въ 8 ф., а на нихъ уже устанавливается станина *C*.

Двѣ вертикальныя стойки *D* закрѣплены въ одной изъ основныхъ лежней *A*, а сама мачта *E* помѣщается въ висячемъ положеніи между этими стойками и закрѣплена въ *F* посредствомъ желѣзной связи, состоящей изъ короткаго куска желѣзной трубы, сквозь которую проходитъ болтъ, стягивающій стойки *D*. Въ точкѣ *G* вставляется еще одинъ болтъ, когда мачта *E* совсѣмъ установлена.

На верху мачты *E* прикрѣплена перекладина *H* для помѣщенія на ней двухъ канатныхъ блоковъ *I* и крючковъ *J* для удерживанія буроваго каната *O* на блокахъ. Въ *K* помѣщенъ поперечный брусъ, скрѣпляющій верхніе концы стоекъ *D*. *L*—подпорки поддерживающія стойки *D*. Всѣ эти деревянныя части копра соединены между собою желѣзными болтами и винтами; гвоздей для скрѣпленія не примѣняется вовсе.

Блокъ *M* для желоночнаго каната подвѣшенъ къ верхней перекладинѣ *H*, а на поперечинѣ *K* подвѣшенъ другой направляющій блокъ *N* для того же каната.

Рабочій канатъ *Q* перекинутъ черезъ долбежный шкивъ *R* и прикрѣпленъ къ короткому шатуну *S* посредствомъ желѣзныхъ зажимовъ *T*. Другой конецъ его снабженъ желѣзнымъ крючкомъ *q*, на который навѣшивается уравнительный винтъ *t*. Короткій шатунъ *S* надѣтъ на палецъ кривошипа *U*, такимъ образомъ, круговое движеніе кривошипа обусловливаетъ вертикальное движеніе вверхъ и внизъ рабочаго каната *Q*.

V—ремневый шкивъ, принимающій движеніе отъ пароваго или коннаго двигателя. На валу этого шкива закрѣпленъ еще фрикціонный шкивъ *W*. Посредствомъ послѣдняго шкива, по желанію, передается движеніе шкиву

X подъемнаго ворота буроваго каната или же шкиву Y подъемнаго ворота желоночнаго каната.

Валъ желоночнаго ворота вставленъ однимъ концомъ въ a въ подвижный брусъ b, прикрѣпленный къ станинѣ C въ точкѣ c. Затѣмъ съ подвижнымъ брусомъ b соединена тяга e, прикрѣпленная въ f къ рычагу g. Наклоняя ручку h впередъ, пажимается шкивъ Y желоночнаго ворота къ фрикціонному шкиву W и такимъ образомъ обусловливается вращеніе ворота и навиваніе каната P. Наклоняя же рычагъ g въ сторону тормаза i, состоящаго изъ желѣзной ленты, обхватывающей $^1/_4$ окружности шкива Y, послѣдній прижимается къ лентѣ и является возможность тормазить. Лента тормаза прикрѣплена къ бруску j такимъ образомъ, что ее можно удлинять и укорачивать.

Одинъ конецъ вала шкива X вставленъ въ подвижный брусъ l, въ точкѣ k, а самъ брусъ l укрѣпленъ къ станинѣ C въ точкѣ m. Посредствомъ желѣзной связи подвижный брусъ l соединенъ съ желѣзнымъ рычагомъ o. Этотъ рычагъ имѣетъ одно длинное плечо и два равныхъ короткихъ, имѣющихъ общую точку опоры. Оба короткихъ плеча рычага расположены почти другъ противъ друга; одинъ направленъ отъ верхней плоскости бруса B кверху, другой же книзу. Подвижный брусъ l соединенъ съ однимъ изъ короткихъ плечей рычага, а тормазная лента p—съ другимъ плечомъ. Тяга r соединяетъ третье, длинное, плечо рычага o съ ручкой s. Тормазная лента p обхватываетъ почти $^3/_4$ окружности шкива X и прикрѣпляется другимъ концомъ къ стержню q', прикрѣпленному къ станинѣ C посредствомъ болта.

Наклоняя ручку s въ ту или другую сторону, мы можемъ нажать шкивъ X къ фрикціонному шкиву W или же къ тормазной лентѣ p.

Обращеніе съ ручками s и h во время работы съ подъемными воротами чрезвычайно просто, получаемое же при этомъ дѣйствіе вполнѣ надежно. Трущіяся поверхности какъ фрикціоннаго, такъ и остальныхъ двухъ шкивовъ сдѣланы вполнѣ правильно, такъ что фрикціонная передача наступаетъ моментально, тормозныя ленты же можно установить такъ, что онѣ будутъ останавливать движеніе въ любой моментъ, при самомъ быстромъ ходѣ.

Установивъ ручки вертикально, ворота могутъ вращаться совершенно свободно, что, напр., бываетъ необходимо при спускѣ желонки.

Долбежный шкивъ R покоится на двухъ подшкивныхъ брусьяхъ t'. Въ каждомъ изъ нихъ сдѣлано по два углубленія для помѣщенія оси шкива, одно впереди стоекъ D, другое позади. Когда шкивъ R въ работѣ, то ось лежитъ въ углубленіяхъ впереди стоекъ D, какъ показано на фиг. 4, 5 а и 7. а если онъ не въ работѣ,—то въ углубленіяхъ позади стоекъ D, фиг. 6

Если необходимо забивать въ скважину трубы, то приспособляютъ для этого небольшой блокъ Z, фиг. 6, который помѣщается по средней линіи стоекъ D подъ подъемнымъ воротомъ буроваго каната O.

Канатъ O обхватываетъ внизу блокъ Z, а на верху проходитъ черезъ

блоки *I* и соединяется на другомъ концѣ съ бабою *u*, которая движется въ направляющихъ *v*, удерживаемыхъ брусками *w*, прикрѣпленными посредствомъ петель къ стойкамъ *D*. Передніе концы брусковъ *w* удерживаются въ опредѣленномъ положеніи перекладинами *x*.

Короткій шатунъ *y* имѣетъ на одномъ концѣ блокъ, по желобу котораго скользитъ канатъ *O*. Шатунъ этотъ прикрѣпленъ къ кривошипу *U* такимъ образомъ, что палецъ кривошипа можетъ свободно вращаться въ отверстіи, просверленномъ въ короткомъ шатунѣ. Вращеніемъ кривошипа достигается попеременное натяженіе и ослабленіе каната *O*, и вслѣдствіе этого подъемъ и опусканіе бабы *u*.

Когда является необходимость приводить въ движеніе поставленный въ скважину насосъ, напр. при выкачиваніи нефти, то коперъ приспособляютъ какъ показано на фиг. 7.

На долбежный шкивъ *R* надѣваютъ короткій канатъ, оба конца котораго прикрѣпляютъ зажимами *r* къ штангѣ насоса *r'*. Одну изъ спицъ шкива *R* соединяютъ посредствомъ планокъ *m* и *n* съ деревяннымъ шатуномъ *M*, приводимымъ въ движеніе кривошипомъ *U*. Мачта *E* можетъ быть опущена книзу.

Движеніе штангъ при качаніи этимъ станкомъ совершается замѣчательно правильно и вполнѣ надежно; штанги движутся вполнѣ отвѣсно, такъ что насосныя трубы не испытываютъ ни малѣйшихъ толчковъ, а вслѣдствіе этого и не раскачиваются.

Толстые крючья ввинчены въ боковыя стороны одной изъ подпорокъ, а также и мачты, чтобы во всякое время было возможно легко всходить на верхъ мачты.

Вокругъ скважины, для удобства рабочихъ, обыкновенно настилается досчатый полъ. Коперъ этотъ можетъ быть собранъ, разобранъ и ремонтированъ при помощи самаго зауряднаго плотника. При осторожномъ обращеніи, онъ можетъ прослужить долгое время и имъ можно пробурить много скважинъ, такъ что стоимость его незначительно падетъ на каждую изъ нихъ, а это очень важно при проведеніи развѣдочныхъ скважинъ.

Не менѣе оригинальное и простое изобрѣтеніе сдѣлалъ Clary. Онъ изготовилъ особаго рода расширительный буръ, нѣчто въ родѣ косаго долота, фиг. 8 α и β.

Расширитель Clary (Clary's patent enlarging bit) служитъ для расширенія скважинъ въ твердыхъ породахъ, съ цѣлью опусканія предохранительныхъ трубъ. Скважина пробуривается въ началѣ на 4 дюйма меньшимъ діаметромъ, чѣмъ наружный діаметръ предохранительныхъ трубъ, чтобы служить затѣмъ направленіемъ расширителю. При работѣ этимъ инструментомъ, предохранительныя трубы *A* приподнимаютъ на 4 фута и закрѣпляютъ ихъ въ кольцѣ *B* клиньями *C*, чтобы дать мѣсто прибору свободно двигаться подъ башмакомъ трубъ.

Расширитель свободно проходитъ сквозь трубы, входитъ своимъ узкимъ концемъ *M* въ пробуренное раньше мѣсто въ скважинѣ, а вслѣдствіе этого боковой рѣзецъ его *N* отжимается къ стѣнкѣ скважины, которую желаютъ расширить.

Приборъ этотъ ввинчивается въ муфту ударной штанги *O*, а послѣдняя, вмѣстѣ съ ножницами (jars), привязывается уже къ канату.

При вращеніи и ударахъ приборъ этотъ расширяетъ скважину до необходимаго діаметра. Работа съ нимъ, по имѣющимся свѣдѣніямъ, идетъ очень успѣшно и самъ приборъ всегда находится въ исправности.

Исключая разсмотрѣнныхъ нами выше приборовъ, за послѣдніе годы изобрѣтено еще много и другихъ; напр. Фаукомъ построены ножницы, приспособленныя для буренія съ чисткою скважинъ водою. Эти ножницы, равно какъ и присобленные къ нимъ долота и расширители, подробно описаны изобрѣтателемъ въ его брошюрѣ „Fortschritte in der Erdbohrtechnik". Но приборы эти, по сложности своей, трудности, а вслѣдстіе этого и дороговизны приготовленія ихъ, наврядъ будутъ имѣть обширное практическое примѣненіе, а потому я и не привожу ихъ описанія.

Между прочимъ, въ той же брошюрѣ, приводится свѣдѣніе, что Sachs примѣнялъ цѣпныя штанги вмѣсто обыкновенныхъ, желая такимъ образомъ ускорить спускъ и подъемъ послѣднихъ, но о результатахъ этой попытки подробностей не приведено.

Въ концѣ прошлаго и въ началѣ настоящаго года, на Балаханской площади, горн. инж. Н. А. Соколовскій примѣнялъ тоже цѣпныя штанги при буреніи одной скважины на нефтяномъ промыслѣ Каспійско-Черноморскаго Нефтепромышленнаго и Торговаго О-ва. Работа велась въ секретѣ, входъ постороннимъ лицамъ въ буровое зданіе былъ воспрещенъ, а потому я и не могу сообщить подробностей объ этомъ буреніи. Извѣстно только, что штанги представляли собою цѣпь, въ родѣ цѣпи Галя, каждое звѣно ея было длиною въ 1 аршинъ. Для подъема штангъ служилъ особый шести-или восьмигранный барабанъ, приводимый въ движеніе посредствомъ ремневой и зубчатой передачъ отъ обыкновенной паровой машины; барабанъ этотъ помѣщался на извѣстной высотѣ отъ пола буровой башни. Цѣпь, проходя черезъ барабанъ, должна была складываться сама въ особый ящикъ, поставленный на полу буроваго зданія. Буреніе шло медленно и скважина (14 дм. діаметромъ) была доведена этимъ способомъ саженъ до 50.

Въ настоящее время этотъ способъ уже болѣе не примѣняется; по всей вѣроятности онъ оказался неудобнымъ. Это неудобство можно было и раньше предвидѣть, т. к. при такой конструкціи штангъ нѣтъ возможности достигнуть точнаго сбрасыванія и поворачиванія буроваго инструмента, благодаря большому углу скручиванія штангъ.

Можетъ быть, работая съ автоматически-дѣйствующими свободно-падающими инструментами, и будетъ удобно работать на этихъ штангахъ; но тогда

прямой разсчетъ замѣнить ихъ проволочнымъ канатомъ; это будетъ проще и дешевле.

Нельзя пройти молчаніемъ курьеза, сообщеннаго Фаукомъ въ его брошюрѣ. Нѣкто Bruckmann предлагаетъ, для достиженія точнаго поворачиванія бураваго инструмента, ставить буровую башню и буровой станокъ на особую платформу, которую и приводить во вращательное движеніе особой паровой машиной. Способъ, какъ видно, вполнѣ раціональный, но ужъ слишкомъ замысловатый и дорогой.

Вообще изъ вышесказаннаго видѣнъ тотъ отрадный фактъ, что послѣдніе годы не прошли безслѣдно въ исторіи развитія буровой техники: изобрѣтено много новыхъ, весьма остроумныхъ и вполнѣ примѣнимыхъ на практикѣ приборовъ и приспособленій. Изобрѣтенія эти основаны на долголѣтнемъ опытѣ изобрѣтателей ихъ въ буровомъ дѣлѣ и подкрѣплены теоретическими разсужденіями о пользѣ ихъ примѣненія. При дальнѣйшемъ примѣненіи этихъ изобрѣтеній, практика укажетъ на существующіе въ нихъ въ настоящее время пробѣлы, которые уже не трудно будетъ пополнить.

ПРАКТИКА ВУРА ВОЙСЛАВА.

Горн. Инж. Д. Л. Иванова.

Быстрота и дешевизна веденія развѣдокъ въ нетвердыхъ породахъ при помощи буренія, сравнительно съ способами изысканій выемкою (шурфы, зухорты, шахты и пр.), хотя и признаны всѣми, но буровыя развѣдки далеко не представляютъ у насъ общераспространеннаго пріема. Буреніе въ Россіи насколько мнѣ извѣстно, предпринималось въ исключительныхъ случаяхъ, при развѣдкахъ мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ, при глубокихъ артезіанскихъ колодцахъ, скважинахъ на нефть, развѣдкахъ на минеральную воду, при нѣкоторыхъ развѣдкахъ золотыхъ розсыпей и изысканіяхъ на желѣзныхъ дорогахъ. Большею частью такія развѣдки велись тяжелымъ буреніемъ съ ударными штангами, сильными копрами, часто машинами съ цѣлымъ сложнымъ ассортиментомъ извѣстныхъ всѣмъ приспособленій. На Кавказѣ, при мелкихъ развѣдкахъ на нефть, прежде употреблялось вращательное буреніе, но вскорѣ было оставлено, какъ не соотвѣтствующее ни характеру породъ, ни требуемой значительной глубинѣ скважинъ. Въ отдѣльныхъ случаяхъ горные инженеры, завѣдывавшіе развѣдками участковъ, пытались примѣнить ручное буреніе на глубинѣ 5—7 саженъ, заказывая на спеціальныхъ заводахъ или создавая по своимъ чертежамъ и въ своихъ мастерскихъ буровые снаряды, соотвѣтствовавшіе ихъ требованіямъ. Среди агрономовъ былъ въ ходу такъ называемый „американскій“ развѣдочный винтовой буръ (Патентован.

буръ Bolken'a), главнѣйше примѣнявшійся для почвенныхъ изысканій на небольшую глубину и преимущественно въ рыхлыхъ породахъ. Встрѣчались развѣдочные буры въ степныхъ губерніяхъ Южной Россіи для изысканій на воду, въ большинствѣ случаевъ самодѣльные и тяжелые. [1]) Изрѣдка попадались весьма тяжелые вращательные заграничные буровые снаряды, напримѣръ S. Owens'a (London), очень мало доступные по цѣнѣ. Но вообще развѣдочное буреніе не представляло обширнаго распространенія, какъ легкій и быстрый способъ изысканій среди новѣйшихъ отложеній, и лишь въ послѣднее время на этотъ способъ развѣдокъ стали обращать все больше и больше вниманія.

Въ іюнѣ 1885 года адъюнктъ Горнаго Института горн. инж. С. Г. Войславъ сдѣлалъ сообщеніе въ Техническомъ Обществѣ объ изобрѣтенномъ имъ буровомъ снарядѣ, причемъ главная цѣль его была въ указаніи выгодъ, съ которыми связано широкое примѣненіе легкаго развѣдочнаго буренія. Какъ всегда случается при нововведеніяхъ, г. Войславъ не избѣжалъ ни неудачъ, ни нѣкоторыхъ ошибокъ и увлеченій. Заводы или не брались исполнять его заказы, или исполняли неудовлетворительно, или требовали несообразную цѣну, такъ что г. Войславу пришлось преодолѣть значительныя затрудненія, прежде чѣмъ его буры попали въ руки практиковъ, желавшихъ воспользоваться его изобрѣтеніемъ.

Навѣрное найдутся люди, которые не признаютъ за г. Войславомъ никакого изобрѣтенія. Дѣйствительно—и ложечный буръ (рѣзакъ, tarière, Schappe—Drehbohrer) и пустотѣлыя трубчатыя штанги извѣстны въ практикѣ давно. Но, помимо всякаго спора объ опредѣленіи изобрѣтательности, для насъ, полагаю, несомнѣнно одно, что въ лицѣ г. Войслава мы въ данномъ случаѣ имѣемъ инженера, который затратилъ не мало труда и энергіи на осуществленіе своей задачи—сдѣлать легкій, укладистый и удобный вращательный буровой снарядъ, приспособленный къ развѣдкамъ на извѣстную глубину и въ породахъ извѣстныхъ качествъ. По его рисункамъ и моделямъ и подъ его непосредственнымъ наблюденіемъ были приготовлены снаряды, поступившіе въ продажу. Все это даетъ намъ несомнѣнное право эти, имѣю-

---

[1]) Во многихъ мѣстахъ, кромѣ того, я встрѣтилъ оригинальное приспособленіе у крестьянъ для развѣдки скважинами на воду. Это „пробойка"—своего рода желонка безъ клапана и на веревкѣ. Мѣстные кузнецы дѣлаютъ ихъ такъ: берутъ старую желѣзную лопату, свертываютъ ее въ трубку и сваривають; въ насадку вставляютъ тяжелый ломъ или приваривають квадр., или кругл. желѣзо арш. въ 2 длиною и дѣлаютъ проушину для веревки. Пробойкой работаютъ ударомъ, сперва держась за рукоять, а потомъ, на глубинѣ, поднимая за веревку и давая свободно падать. Когда, послѣ нѣсколькихъ, ударовъ пробойка набьется полна землею, ее вытягиваютъ и выковыриваютъ породу. Если нѣтъ водоноснаго песчанаго прослойка, пробойка забираетъ легко на любой глубинѣ. Углубленіе ея, по увѣренію работавшихъ идетъ очень успѣшно. Предпочитаютъ ее потому, что при ней не требуется болѣе 2 рабоч. до 10 и болѣе саж. При 5 с. одинъ. Простота инструмента заслуживаетъ того, чтобы на него обратить вниманіе и сдѣлать опыты, постарявшись придать ему правильную форму и соединить его съ желонкой на случай песковъ.

щіе свой особый типъ, снаряды называть его именемъ, а также отнестись съ должнымъ безпристрастіемъ къ ихъ практической оцѣнкѣ.

Отправляясь въ Ставропольскую губернію, для геологическихъ изслѣдованій, я пріобрѣлъ у г. Войслава, съ цѣлью изысканій на воду, два снаряда со штангами, общею длиною до 16-ти саженъ, съ 2 мя ложечными бурами или просто ложками, съ 1 сверломъ, 1 долотомъ, 1 расширителемъ, нарѣзной доской, желонкой, батометромъ и парой клещей, все въ двухъ небольшихъ ящикахъ, за 118 рублей. Результатами, полученными при работахъ съ этими снарядами, я и хочу подѣлиться съ лицами, интересующимися этимъ вопросомъ.

Вкратцѣ устройство пріобрѣтеннаго мною войславовскаго бура состоитъ въ слѣдующемъ: желѣзныя, цинкованныя, газовыя $^1/_2$ д. трубы, въ 4 ф. длиной, служатъ штангами, которыя соединяются кованными, круглыми муфтами съ сквозной нарѣзкой. Такими-же муфтами соединяются со штангами буры и ушко, въ которое продѣвается короткая деревянная ручка для вращенія снаряда. Свинчиваніе и развинчиваніе производится клещами (одни для муфты, другія для штангъ). Ложка въ 2 ф. длиной, полуцилиндрическая, съ двумя лопастями внизу—рѣжущей и поддерживающей забранную породу,—совершенно напоминаетъ столярную перку. Ложка сдѣлана изъ желѣза, но съ наружной части покрыта сталью; рѣзцы тоже стальные, шейка желѣзная и эксцентричная съ осью ложки. Для прохожденія въ породахъ средней твердости имѣется стальное сверло съ двумя подъ угломъ срѣзанными нижними краями (оно совершенно сходно съ слесарными сверлами). На случай же очень крѣпкихъ породъ, при бурѣ есть однолопастное долото съ двумя краевыми зубцами для работы ударомъ Желонка тонкаго цинкованнаго желѣза съ шаровымъ клапаномъ и съ прорѣзью сбоку, которая задвигается заслонкой, движущейся вдоль оси снаряда во внутреннихъ пазахъ. Кромѣ того, для поддержанія штангъ, не развинчивая ихъ во время подъема инструмента, г. Войславъ предложилъ особый крючокъ или кольцо на длинномъ древкѣ (въ родѣ „счастливаго крючка"), въ которое нужно просовывать штангу. Расширитель представляетъ тяжелый стальной цилиндръ оканчивающійся квадратнымъ остріемъ, эксцентричнымъ къ оси. [1]) Одинъ снарядъ съ 16 шт. укладывался въ ящикъ длиною 4 ф., шир. 9 д., выш. 7 д.

Г. Войславъ предлагалъ три № буровыхъ снарядовъ: 1) малый, для небольшихъ геологическихъ развѣдокъ, глубиной на 5 саженъ, при толщинѣ штанги $^1/_4$ дюйм. внутри (діам. скваж.=1 д.); 2) описанный мною $^1/_2$ д., до 15 саженъ (діам. скваж.=$1^1/_2$ д.), и 3) въ $^3/_4$ д. до 30 саженъ (діам. скваж.=2 д.).

---

[1]) Подробное описаніе этого бура, а также и его теоретическіе разсчеты см. г. *Войслава: Развѣдка полезн. ископ. посредств. земляного бура.* Горн. Журн. 1885 г. кн. VII.

Первый, по легкости и портативности (вѣсъ, съ ящикомъ и жестяными трубами на 5 саженъ, 30 фунт., безъ трубъ 22 фунта), хотя на первый взглядъ и представлялъ много удобствъ, но былъ черезчуръ малонадеженъ въ рукахъ простаго рабочаго, а также при встрѣчѣ болѣе или менѣе вязкихъ породъ. [1])

Третій, напротивъ, уже весьма тяжелъ и требуетъ многихъ рабочихъ. При помощи бура Войслава мною пройдено до 80 скважинъ, отъ 3 хъ до 10 саженъ глубиной, всюду безъ трубъ, ибо, по недостатку отпущенныхъ средствъ и при значительной стоимости тогда мѣдныхъ трубъ (10 саженъ—136 р.), я долженъ былъ отказаться отъ удобства пользованія ими.

Работы въ Ставропольскихъ степныхъ мѣстностяхъ въ значительной степени зависятъ отъ погоды, именно оттого, есть вѣтеръ или нѣтъ, ибо сильные тамошніе вѣтры не мало затрудняютъ выемку инструмента безъ развинчиванія штангъ, когда длина ихъ превышаетъ 5 шт. или 22 ф. съ ложкой. Практика показала что 4 шт. можно не развинчивать во всѣхъ случаяхъ; 5 въ тихую погоду и при умѣломъ обращеніи, а при 6 уже требуется разнимать штанги 2 и 4. Поддерживающій крючекъ г. Войслава оказался мало практичнымъ, а при вѣтрѣ—совершенно неудобнымъ, поэтому я, отказавшись отъ него, дополнилъ снарядъ слѣдующими вспомогательными предметами:

a) дубовымъ брускомъ съ дырою, замѣнившимъ матицу (размѣры: дл. 10 вер., шир. 3 вер., выс. 2 вер.).

b) подкладной развилкой или хомутомъ для удержанія инструмента при развинчиваніи и свинчиваніи.

c) треногой, состоящей изъ трехъ березовыхъ жердей, длиною въ 4 саж.; для удобства перевозки жерди были разрѣзаны пополамъ и соединялись при помощи желѣзныхъ трубъ въ смыки косой накладной. Верхніе концы треноги соединялись съ желѣзнымъ кольцомъ около 4 вер. діаметра, въ которое пропускалась веревка съ крюкомъ для подхвата верхней части штангъ во время разъема. При такой треногѣ, поставленной надъ скважиной, можно было поднимать снарядъ въ 9 штангъ безъ разъема, направляя ихъ внутрь кольца. Съ 10-й шт. обыкновенно считали болѣе удобнымъ разнимать ихъ, отвинчивая верхнія 3, 4, 5—6 шт., смотря по общему числу ихъ.

d) Ловильный инструментъ мною былъ сдѣланъ, когда лопнула веревка

---

[1]) Едвали-ли буръ № 1 не былъ результатомъ нѣкотораго увлеченія г. Войслава въ сторону излишняго облегченія инструмента, хотя и вполнѣ отвѣчающаго теоретическому разсчету прочности. Я слышалъ отзывы о практическихъ работахъ съ этимъ буромъ именно такого рода: хорошъ, но слишкомъ нѣженъ. Впрочемъ есть еще болѣе легкіе. Въ только что появившемся новомъ руководствѣ *Handbuch der Tiefbohrkunde von Tecklenburg*. Leipzig 1886 B. I, авторъ описываетъ свой ручной буровой снарядъ до глубины 10 метр., во многомъ напоминающій общій habitus войславовскаго бура. Общій вѣсъ всѣхъ частей снаряда 7 килогр., съ діам. скваж. = 0,022 метра. Изобрѣтатель рекомендуетъ его для самыхъ разнообразныхъ цѣлей и говоритъ, что онъ „быстро получилъ широкое распространеніе“ (стр. 67—69).

у батометра. Я придалъ ему форму двойнаго штопора, вродѣ того какъ дѣлаются у ружей разрядники. Пружинность его спиралей позволяла бы при случаѣ ловить и штанги и инструментъ за муфту.

Практика съ породами Ставропольской губ. заставила сдѣлать одно существенное измѣненіе въ ложкѣ Войслава: придать рѣзцу большій уголъ, чтобы онъ забиралъ глубже; во всѣхъ другихъ отношеніяхъ она оказалась прекрасной. Желонка вышла слаба по тонкости стѣнокъ и быстро мялась; задвижка ходила крайне туго, въ особенности въ плывучемъ крупномъ пескѣ, что составляло важное затрудненіе. Отсутствіе внизу стальнаго башмака тоже было ощутительно, ибо нижній край, при ударахъ желонки о песокъ и камень, быстро смялся, отчего испортилось кольцо клапана и шаръ выпалъ. Кромѣ того смялся верхній край, оторвалась шейка и желонка отказалась служить. Стѣнки батометра также оказались немного тонкими; кромѣ того, чтобы воспользоваться его работой безъ штангъ (на веревкѣ), пришлось сдѣлать къ нему ушко, свинчивавшееся съ инструментомъ муфтой. [1])

Что касается расширителя, то мнѣ не довелось его употреблять: онъ назначенъ, по мысли г. Войслава, для устраненія попадающихся галекъ и небольшихъ валуновъ, которые при ударахъ расширителемъ могли вдавиться въ стѣнку скважины. [2]) Проба съ нимъ при проходѣ скважины въ известнякѣ дала отрицательные результаты: тѣ небольшіе зубья, которые торчали изъ каменныхъ стѣнокъ скважины, заѣдали расширитель, но не устранялись имъ.

Теперь перейду къ ходу самого сверленія скважинъ. Успѣхъ работъ, конечно, зависитъ отъ привычности рабочихъ. Къ сожалѣнію, мнѣ лишь въ очень немногихъ пунктахъ представилась возможность имѣть несмѣнную партію въ теченіе 3—6 дней изъ людей способныхъ. Чаще-же приходилось набирать случайныхъ работниковъ и начинать работу съ ихъ обученія. При работахъ, смотря по глубинѣ, употреблялось отъ 2-хъ до 4-хъ рабочихъ. Распредѣленіе ихъ: одинъ сверлитъ, другой вынимаетъ, чиститъ; одинъ на бурѣ, 2 или 3 вынимаютъ, 1—2 при клещахъ и развилкѣ, онъ же очищаетъ ложку.

Сухія глинистыя почвы Ставропольской губерніи представляли весьма

---

[1]) Всѣ свои практическія замѣчанія я своевременно сообщилъ С. Г. Войславу, и имъ при послѣдующихъ заказахъ буроваго инструмента были сдѣланы соотвѣтствующія измѣненія, какъ и вообще почти каждая новая партія его буровъ отличается нѣкоторыми усовершенствованіями. Теперь желонки дѣлаются изъ толстой латуни, со стальнымъ сильнымъ башмакомъ внизу, а нѣкоторымъ видоизмѣненіемъ затвора облегчено его передвиженіе. Въ ложкѣ сдѣланы такія видоизмѣненія: уголъ рѣзака увеличенъ и на нижнемъ концѣ помѣщенъ эксцентрично шпиль, отчего ложка походитъ на центровку и вполнѣ достигается значеніе внѣ-центренности ея шейки, для увеличенія діаметра скважины. Безъ шпинделя временами ложку сильно заѣдало въ породахъ, на которыя не должно было вліять боковое давленіе.

[2]) Вообще, въ моей практикѣ не приводилось имѣть дѣло съ галечными отложеніями.

значительное сопротивленіе инструменту. Особенной вязкостью отличались лессово-глинистыя почвы Закумскаго плато и сходныя съ ними въ нѣкоторыхъ другихъ мѣстахъ. Работа ложкой была до того неблагодарна, что я замѣнилъ ее на первыхъ 2-хъ 3-хъ саженяхъ поперемѣнной работой двухъ инструментовъ: сперва дѣйствовалъ сверломъ—ударомъ и поворотомъ,—а потомъ очищалъ скважину ложкой. Когда почва на глубинѣ становилась влажной, можно было идти уже одной ложкой. Эти опыты убѣдили въ слѣдующемъ: выгодно при сухихъ почвахъ проходить сверломъ первую штангу, ибо, держа инструментъ на вѣсу и давая ему свободно падать, проходишь скважину отвѣсно, а это обезпечиваетъ и дальнѣйшую ея вертикальность. Продолжать скважины сверломъ далѣе хотя и можно съ успѣхомъ, но зато скважина получается малаго діаметра, а стѣнки ея выходятъ не совсѣмъ правильны, почему при послѣдующей работѣ ложкой инструментъ заѣдаетъ при выемкѣ. Поэтому къ ударо-сверленію на 3—4—5 штангахъ среди глинъ нужно прибѣгать лишь въ крайнихъ случаяхъ. [1])

Въ степныхъ суглинкахъ, переходящихъ постепенно въ вязкую, довольно плотную буроватую глину, и затѣмъ кварцевый песокъ, успѣшность буренія была въ общемъ слѣдующая:

До глубины	въ 4	саж. при	2-хъ прив. раб.	2 и 3 скважины	въ 1	день.	
„	въ $7^1/_2$	саж. „	3-хъ „	1	„	1	„
„	въ $9^1/_2$	саж „	4-хъ нов. раб.	1	„	$1^1/_2$	(сух. почв.)
„	въ $10^1/_2$	саж. „	4 „	1	„	$1^3/_4$	[2])

Съ углубленіемъ скважины затруднялся подъемъ инструмента въ самомъ началѣ, но когда онъ былъ сдвинутъ съ мѣста (на 1 штангу.), выемка шла легко. Въ слабо влажныхъ, крупныхъ, кварцевыхъ пескахъ инструментъ подавался вглубь крайне медленно и приэтомъ замѣтно страдали рѣзцы ложки. [3])

Въ двухъ мѣстахъ я пробовалъ бурить въ раковинномъ пліоценовомъ известнякѣ, довольно слабомъ, идущемъ въ постройки подъ именемъ тесоваго камня. Въ первомъ пунктѣ я велъ работу одинъ, своими руками, и сверломъ (раза два замѣняя его не на долго долотомъ) прошелъ въ день 3 саж. Въ другомъ мѣстѣ двое перемѣнныхъ рабочихъ въ $^1/_2$ дня прошли 2 саж. Работа требуетъ отъ рабочаго значительнаго навыка и осмотрительности.

---

[1]) На случай такихъ работъ необходимо при одномъ снарядѣ имѣть 2 ушка: одно для ложки, другое для сверла.

[2]) Въ рыхлой растительной почвѣ скважина въ $2^1/_2$ саж. проходится не болѣе какъ въ 2—3 часа.

[3]) При прочныхъ желонкахъ, конечно, идти среди песковъ возможно безъ всякаго бура. Но вообще было-бы желательно, чтобы надъ нѣкоторыми сухими и трудно поддающимися ложкѣ породами были сдѣланы опыты сверленія винтовымъ или спиральнымъ буромъ (итальянскій буравъ) съ пологимъ ходомъ, достаточной конусностью и не очень длиннымъ и тонкимъ. Еслибы они оказались удобными то слѣдовало-бы г. Войславу прилагать ихъ къ набору инструментовъ.

Въ отложеніяхъ съ плывучими песками проходить глины, подстилающія плывунъ, безъ крѣпленія скважинъ трубами было очень затруднительно, ибо каждый разъ приходилось проникать плывунъ вновь и, углубившись въ глинахъ на 1 ф., вытягивать инструментъ сквозь песокъ, наполнявшій скважину. Не смотря на это, въ одномъ мѣстѣ удалось пройти подъ плывуномъ сажени 2 слишкомъ.

Съ закрѣпленіемъ скважинъ трубами (не говоря уже о плывучихъ породахъ) достигается значительная быстрота и легкость буренія, что зависитъ отъ незасѣданія инструмента и правильности скважины. Легкость опусканія трубъ, при введеніи у ложки внѣ-центреннаго стержня, объясняется достаточнымъ увеличеніемъ діаметра скважины противъ діаметра ложки. Впрочемъ, опыты съ трубками, сколько мнѣ извѣстно, дѣлались до настоящаго времени на небольшую глубину (не болѣе 8 саж.) и потому слѣдуетъ подождать практическихъ результатовъ болѣе или менѣе глубокаго буренія съ трубами. Въ настоящее время, какъ я знаю изъ личнаго заявленія мнѣ г. Войслава, найдено возможнымъ значительно удешевить его буровые снаряды и въ особенности трубы, цѣна которыхъ падаетъ почти на половину противъ прежней.

Стоимость моего буренія за одинъ годъ можетъ быть въ среднемъ опредѣлена слѣдующими цифрами. Буровые снаряды, съ дополненіями къ нимъ и всѣми приспособленіями, обошлись круглымъ числомъ въ 160 руб., такъ что на каждую скважину средней глубины въ 7 саж. ложатся по 2 руб.; но въ виду того, что снарядъ легко выдержитъ съ ремонтомъ еще вдвое противъ перваго года, можно считать стоимость инструментовъ на скважину (ремонтъ 56 руб.) около рубля (90 к.) Рабочіе обошлись около 2 руб. на скважину, при поденной платѣ въ 40—50 коп. Слѣдовательно, проведеніе средней скважины для одного лѣта=4 руб. и для 240 скважинъ около 3 руб. Конечно, за эту цѣну нечего и думать провести 7-ми саженный шурфъ, безъ всякаго крѣпленія. Чтобы сравнить мѣстныя цѣны на колодцы, скажу, что рытье ихъ въ Ставропольской губерн. обыкновенно производится такъ: первая сажень—рубль, слѣдующія съ накидкой по рублю, т. е. семисаженный шурфъ обошелся бы въ 28 руб. и, конечно, ужъ не могъ быть проведенъ въ 1 день [1])

Такимъ образомъ, въ общемъ выводѣ, практическіе результаты работъ войславовскими бурами сводятся къ слѣдующему:

1) Практика указала необходимость видоизмѣненія нѣкоторыхъ частей снаряда, отчего значительно облегчается успѣшность работы.

2) Укладистость и сравнительная легкость буроваго инструмента дѣлаютъ его весьма удобнымъ при развѣдочномъ буреніи въ породахъ глини-

---

[1]) Для проведенія его въ сухихъ глинахъ нужно не менѣе 8—9 дней. Въ случаѣ крѣпленія шурфа оно обошлось бы рублей около 30 и потребовало-бы конечно болѣе времени.

стыхъ, супесчаныхъ и песчаныхъ, до 10 саженъ безъ трубъ; перевозка его тѣмъ болѣе удобна, что, если позволяютъ мѣстныя средства, отъ постоянной треноги можно отказаться, устраивая на мѣстѣ каждый разъ новую изъ трехъ жердей, соединяющихся двумя веревками—одною въ самомъ верху, другою на $1^1/_2$ аршина ниже, въ видѣ треугольника.

3) Легкость буроваго снаряда позволяетъ не разнимать штангъ, безъ треноги, до 3 саж., съ треногой—до глубины $5^1/_2$ с., и пользоваться при 10 саженной скважинѣ только 4-мя рабочими безъ всякихъ сложныхъ вспомогательныхъ сооруженій.

4) Однако, та-же легкость представляетъ и нѣкоторое замедленіе въ быстротѣ углубленія, ибо давленіе сверху внизъ весьма небольшое, а прибѣгать къ нему со стороны рабочаго опасно, такъ какъ можетъ попортиться инструментъ.

5) Замедленіе это особенно ясно замѣтно на скважинахъ средней глубины (отъ $3^1/_2$ до 5 саж.), въ плотныхъ степныхъ почвахъ, при сравненіи результатовъ съ сельскими самодѣльными буравами или тяжелыми бурами S. Owens & C° (3-хъ вершк. діаметръ при сплошной квадратной штангѣ въ 1 д.); но на глубинахъ, начиная съ 7—8 саженъ и болѣе, всѣ преимущества на сторонѣ бура Войслава, ибо другіе буры становятся крайне тяжелыми и обращеніе съ ними требуетъ много хлопотъ, тогда какъ работа войславовскимъ буромъ остается почти однообразной.

6) Тѣ-же свойства войславовскаго бура обязываютъ обращаться съ нимъ очень аккуратно, не предоставляя работу произволу рабочихъ и ихъ, подчасъ излишнему, усердію. Вообще, прежде всего слѣдуетъ изучить работу этимъ инструментомъ собственноручно и обязать присматривающаго, при всякомъ сомнительномъ случаѣ, останавливать работу и заявлять о происшедшемъ.

7) Хотя примѣненія его для углубленія въ камнѣ и не могутъ быть широкими, но въ не очень твердыхъ породахъ неторопливая работа можетъ быть исполнена удовлетворительно на нѣсколько саженъ, если сверло будетъ забирать безъ усилій. Ударное же буреніе долотомъ можно допускать лишь при весьма нетолстыхъ пропласткахъ и на небольшой глубинѣ, ибо при немъ разстраиваются муфтовыя скрѣпленія.

8) Оба пріобрѣтенные мною буровые снаряды, въ ихъ существенныхъ частяхъ (т. е. штанги, муфты, ложки, сверла и клещи), пробуривши по 40 скважинъ, побывавъ въ самыхъ неопытныхъ и безцеремонныхъ рабочихъ рукахъ и выдержавши длинную перевозку, въ концѣ лѣта оказались въ самомъ исправномъ видѣ, такъ что легко выдержатъ еще по 40 скважинъ, послѣ чего, вѣроятно, придется снова нарѣзать штанги и отчасти осадить, а отчасти и замѣнить новыми муфты. У инструментовъ же отковать и отточить лезвія.

9) Послѣднія цѣны на буры и трубы дѣлаютъ ихъ доступными гораздо большему числу изслѣдователей. [1])

Нельзя не пожелать, чтобы г. Войславомъ были сдѣланы опыты примѣненія, при такихъ же пустотѣлыхъ штангахъ, ложекъ большаго діаметра (дюймовъ до 5—7 и даже болѣе), чтобы буръ его могъ удовлетворять потребностямъ сельскихъ хозяевъ, помимо почвенныхъ развѣдокъ, еще при устройствѣ несложныхъ колодцевъ съ помпой, при рытьѣ ямъ подъ столбы и деревья и т. п.

О НЕФТЯНОМЪ ОТОПЛЕНІИ ПАРОВЫХЪ КОТЛОВЪ.

Студ. Техн. Инст. А. Г. Бессонъ.

Почти ни одна отрасль промышленности въ столь короткое время не развивалась до такихъ грандіозныхъ размѣровъ, какъ наше отечественное нефтяное производство.

Не только главные продукты этого производства,—какъ керосинъ, освѣтительныя, смазочныя и другія масла,—но и, такъ сказать, продукты отброса,—какъ напримѣръ, нефтяные остатки,—получающіеся послѣ отгонки болѣе летучихъ продуктовъ, завоевали себѣ обширный, самостоятельный районъ полезнаго примѣненія. Эти остатки, или мазутъ, какъ ихъ называютъ туземцы, накопляющіеся въ мѣстахъ переработки нефти въ громадныхъ количествахъ, составляли-бы сущее бремя для производителя и самаго края, еслибы не явилась мысль, вызванная впрочемъ мѣстными условіями, примѣнять ихъ какъ топливо.

Въ послѣднее время много говорилось о томъ, что сожиганіе такого драгоцѣннаго матеріала, какъ нефтяные остатки, есть варварство и должно быть запрещено, если не прямо, то хоть косвенными средствами.

Совершенно соглашаясь въ принципѣ съ доводами сторонниковъ такого образа мыслей, нельзя упустить изъ виду и того весьма важнаго обстоятельства, что какъ бы этотъ матеріалъ по существу ни былъ дорогъ, какіе бы цѣнные продукты мы изъ него ни получали,—все получающееся теперь количество остатковъ по отношенію къ количеству ихъ, идущему на полученіе этихъ цѣнныхъ продуктовъ, такъ велико, что ихъ съ лихвой хватаетъ и на то и на другое, т. е. ихъ не только хватаетъ и на выдѣлку упомянутыхъ цѣнныхъ продуктовъ, но является значительный излишекъ, который, при его

---

[1]) Въ настоящее время г. Войславъ готовитъ только два типа снарядовъ съ $^1/_2$ д. ш. т. 1-й на 8 саж. съ мѣдными трубами на ту же глубину стоитъ 150 р.; 2-й на 8 с. безъ трубъ—60 руб.

цѣнѣ на рынкѣ, оказывается выгоднымъ употреблять какъ топливо. Конечно, такой ходъ дѣла обнаруживаетъ то, что оно поставлено неразумно, быть можетъ нѣсколько поспѣшно. Но, оставляя въ сторонѣ эту точку зрѣнія на все нефтяное дѣло въ его совокупности, какъ вопросъ, котораго я не имѣю въ виду здѣсь касаться, я перехожу къ остаткамъ.

Быть можетъ настанетъ у насъ время, когда переработка остатковъ такъ сильно разовьется, что явится нераціональнымъ и невыгоднымъ его сожигать какъ топливо. Предсказать скорое наступленіе его, однако, довольно трудно, и съ увѣренностью даже можно сказать, что, если это золотое время и настанетъ, то не завтра и не послѣ завтра, а потому и самъ вопросъ о нефтяномъ отопленіи пока вовсе не изъ отживающихъ свой вѣкъ, какъ думаютъ нѣкоторые.

Во всякомъ случаѣ для самой колыбели нефтянаго дѣла у насъ, для Баку и его окрестностей, примѣненіе нефтяныхъ остатковъ въ видѣ топлива едва-ли и умретъ, по той простой причинѣ, что тамъ инаго горючаго совсѣмъ и нѣтъ.

Не смотря на громадное количество заводовъ, пароходовъ, паровозовъ, кузницъ и т. д., пользующихся нефтянымъ отопленіемъ, число болѣе или менѣе точныхъ изслѣдованій и наблюденій надъ способами примѣненія и выгодами этого новаго топлива до послѣдняго времени крайне ограничено; да къ тому-же и изъ этихъ то немногочисленныхъ изслѣдованій только самая незначительная часть попала въ печать и сдѣлалась такимъ образомъ общимъ достояніемъ. За исключеніемъ нѣсколькихъ брошюръ и журнальныхъ статей, да и то касающихся лишь спеціальнаго отопленія пароходовъ и паровозовъ, у насъ ничего нѣтъ. Этотъ пробѣлъ литературы объясняется отчасти отдаленностью мѣстъ наибольшаго примѣненія, отчасти отсутствіемъ въ этихъ мѣстахъ техниковъ, имѣющихъ время заниматься подобными изслѣдованіями, и наконецъ тѣмъ обстоятельствомъ, что, въ виду обилія и дешевизны этого топлива, о раціональномъ его сожиганіи и какихъ либо изслѣдованіяхъ, сюда относящихся, на мѣстѣ ея добычи мало кто и помышляетъ.

Лѣто текущаго года я провелъ въ Баку и его окрестностяхъ и посвятилъ свое свободное время нѣкоторымъ наблюденіямъ надъ нефтянымъ отопленіемъ. Полагая, что въ этомъ дѣлѣ каждый новый фактъ можетъ имѣть нѣкоторый интересъ, я позволяю себѣ довести до свѣдѣнія читателей добытые мною результаты.

Мнѣ удалось сдѣлать мои наблюденія благодаря любезности нѣкоторыхъ нефтепромышленниковъ и служащихъ на нефтяныхъ промыслахъ. Считаю долгомъ выразить мою благодарность гг. Льву Мартыновичу Де-Буръ, М. И. Мирзоеву, Г. К. Пелле, И. Я. Пономареву, а особенно Горному Инженеру Александру Адріановичу Булгакову, много помогавшему мнѣ какъ своими совѣтами, такъ и личнымъ участіемъ въ опытахъ.

Употребленія нефти, какъ топлива, относится къ древнѣйшимъ временамъ и точное опредѣленіе времени, когда возникла первая мысль объ этомъ, конечно очень трудно, какъ и вообще опредѣленіе начала какой-бы то ни было отрасли человѣческихъ знаній. Огнепоклонники воздвигли, уже много столѣтій тому назадъ, свой храмъ въ Сураханахъ, въ 12 верстахъ отъ Баку. Окрестные жители съ издавна обжигаютъ известь на нефтяномъ газѣ, и понынѣ выдѣляющемся тамъ изъ нѣдръ земли. Историкъ Истахри (VIII вѣкъ по Р. Х) упоминаетъ о нефтяной землѣ, употребляемой ими вмѣсто дровъ. Но нефтяное отопленіе, въ смыслѣ обширнаго техническаго дѣла, развилось лишь въ самое послѣднее время. Одинъ изъ первыхъ описанныхъ аппаратовъ находится у Peclet въ его Traité de la chaleur, изданіе 1843 года; затѣмъ, вплоть до 1862 года, не смотря на развитіе нефтянаго дѣла въ Америкѣ, вопросъ о нефтяномъ отопленіи мало подвинулся впередъ.

Въ 1862 году Джонъ Бидль получилъ привиллегію на первый аппаратъ для отопленія нефтью пароходовъ.

Съ этого времени начался цѣлый рядъ изобрѣтеній, приведшихъ къ современнымъ намъ, весьма ужь совершеннымъ приборамъ.

Откладывая до слѣдующей главы описаніе приборовъ послѣдней конструкціи, я теперь обращу вниманіе на слѣдующее. При отапливаніи паровыхъ котловъ, въ эконом. отношеніи чрезвычайно важно, какое вѣсовое количество воды можетъ быть испарено данной вѣсовой единицей топлива и, при прочихъ равныхъ обстоятельствахъ, топливо тѣмъ лучше, чѣмъ это число больше. Число это, само собою разумѣется, будетъ зависѣть отъ коэффиціента теплотворной способности топлива. Переходя отъ этихъ общихъ положеній къ конкретному случаю нефтянаго отопленія, мы видимъ, что оно имѣетъ большія преимущества передъ всѣми остальными родами топлива. Опыты Сентъ-Клеръ-Девиля дали для нефти слѣдующую таблицу:

РОДЪ НЕФТИ.	Удѣльный вѣсъ.	Составъ.			Коэффиціентъ теплотворной способности.
		С.	Н.	О.	
Изъ восточной Виргиніи.	0,873	83,5	13,3	3,2	10130
Изъ Пенсильваніи.	0,886	84,9	13,7	1,4	10672
Сырая Балаханская.	0,882	87,4	12,5	0,1	11700
Легкая Бакинская.	0,884	86,3	13,6	0,1	11460
Тяжелая Бакинская.	0,938	87,6	12,3	1,1	10800
Нефтяные остатки Бакинскихъ заводовъ . . .	0,928	87,1	11,7	1,2	10700

Для сравненія привожу слѣдующую таблицу изслѣдованій надъ углями ГГ. Scheurer Kestner & Meunier [1])

РОДЪ УГЛЯ.	Коэффиціентъ теплотворной способности.	Количество воды, испаряемой единицей топлива.
Ronchamp I.	9081	8,72
„ II.	9117	9,16
Friedrichstahl.	8457	7,73
Duttweiler.	8724	8,25
Louisenthal.	8215	7,29
Altenwald.	8633	8,27
Heinitz.	8487	7,83
Soulzbach.	8451	7,76
Von-der-Heydt	8462	7,72
Blanzy I.	8325	7,41
„ II.	9100	8,69
Creusot.	9412	9,15
$^2/_3$ Creusot, $^1/_3$ Ronchamp I.	9310	9,83
„ „ II.	9310	9,68
Древесный уголь	8080	7,62

Изъ этихъ 2-хъ таблицъ ясно видны преимущества нефти въ этомъ отношеніи.

Что касается количества испаряемой воды при нефтяномъ оттопленіи, то прямыхъ опытовъ было по этому вопросу произведено очень немного, или, по крайней мѣрѣ, ихъ не много опубликовано, что и побудило меня произвести рядъ изслѣдованій.

Не буду перечислять всѣхъ сдѣланныхъ опытовъ, укажу изъ нихъ лишь на опыты Уркгардта и Фосса какъ на весьма хорошіе, и перейду прямо къ описанію своихъ наблюденій.

Всѣ приборы, предложенные для нефтянаго отопленія, могутъ быть сведены къ слѣдующимъ типамъ:

1. Нефть сожигается непосредственно въ жидкомъ видѣ.
2. Нефть предварительно обращается въ паръ, затѣмъ сожигается.
3. Нефть пропитываетъ пористыя тѣла и сожигается вмѣстѣ съ ними.
4. Нефть обращается въ мелко-раздробленное состояніе, пульверизируется воздухомъ или паромъ подъ высокимъ давленіемъ, и затѣмъ сожигается.

Въ настоящее время наибольшее, или почти единственное, распространеніе имѣютъ приборы послѣдняго рода, а потому всѣ мои изслѣдованія будутъ касаться исключительно ихъ.

Теоретическія соображенія указываютъ, что вѣсовая единица нефти, при сожиганіи, можетъ дать 16 вѣсовыхъ единицъ сухаго пара; на практикѣ же получается, конечно, меньше.

[1]) Bulletin de la Societé industrielle de Mulhouse, juin et juillet 1869.

Наблюденія Г-на Уркгардта на Грязе-Царицынской дорогѣ дали слѣдующую таблицу [1])

№ ПАРОВОЗА И РОДЪ ОТОПЛЕНІЯ.	Расходъ топлива. На 292 версты включая растопку паровоза.	Расходъ топлива. На 1 версту, включая паровоза.	Расходъ воды, выпаренной всѣмъ количествомъ израсходованнаго топлива.	Количество воды, выпаренной единицей и мѣрой каждаго топлива.
Паровозъ № 24. Антрацитомъ .	350 пуд.	1,198 пуд.	2,140 пуд.	6,11 пуд.
» № 21. Дровами. . .	3,125 куб.с.	0,0107 к. с.	2,225 пуд.	712 п. 1 куб.с.
» № 22. Нефтяными остатками.	200 пуд.	0,684 пуд.	2,289 пуд.	11,44 пуд.

Т. е. одинъ пудъ нефти испарялъ 11,44 пуда воды.

Весьма интересные опыты были сдѣланы на машиностроительномъ заводѣ Бромлея въ Москвѣ, съ колосниковымъ способомъ, давшіе въ результатѣ [2]):

Въ 24 рабочихъ дня израсходовано нефтяныхъ остатковъ 2,174 пуда 30 фунт., причемъ испарено воды 36,555 ведеръ, что даетъ на одинъ фунтъ остатковъ 12,6 фунтовъ воды.

Въ 15 рабочихъ дней израсходовано остатковъ 1,381 пудъ, испарено воды 24,900 ведеръ, т. е. на 1 фунтъ остатковъ 13,52 фунта воды. Эти цифры въ среднемъ даютъ 13,06 фунта воды на 1 фунтъ остатковъ.

Перехожу теперь къ собственнымъ изслѣдованіямъ.

Наблюденія производились на нефтяномъ промыслѣ бр. Мирзоевыхъ, на Балахано-Сабунчинской нефтяной площади, близъ Баку, надъ паровыми котлами при скважинахъ № 16, № 17 и другими.

Во время наблюденій тартали нефть изъ двухъ скважинъ, для чего служила двадцати-сильная машина Tangye's Patent, Birmingham, при ней три котла корнваллійскаго типа слѣдующихъ размѣровъ.

	I.	II.	III.
Діаметръ котла	4′	4′2″	4′3″
Длина по оси	15′9″	13′2″	16′
Діаметръ жаровой трубы .	2′	2′	2′3″
Число силъ.	13	12	16
Рабочее давленіе	60 и.	50 и.	$3^1/_2$ atm.

[1]) Кіевскій Инженеръ 1883 г. № 4 стр. 169. Не привожу другихъ таблицъ этого журнала, ибо онѣ почти даютъ одинаковыя числа.

[2]) „Вѣстникъ Промышленности" 1884 г. № 4. Статья г-на Ф. Фоссъ.

Котлы работали поочередно, попарно, пока третій былъ въ чисткѣ. Паръ проводился къ машинѣ по желѣзной трубѣ, расположенной на воздухѣ на столбахъ; внутренній діаметръ ея $2^1/_2''$, длина паропровода 588 футовъ [1]).

Отопленіе производилось пульверизаторомъ, сдѣланнымъ въ собственныхъ мастерскихъ промысла и который будетъ описанъ ниже.

Контроль расхода воды и нефти производился слѣдующимъ образомъ:

Для нефти, нѣсколько выше котловъ, помѣщался желѣзный прямоугольный резервуаръ, размѣровъ: $43^1/_8'' \times 26^3/_4 \times 28''$. Емкость его соотвѣтствовала 27,45 пуда нефти.

Для воды имѣлись два круглыхъ, желѣзныхъ, сообщающихся резервуара, врытыхъ въ землю; ихъ размѣры:

	I.	II.
Внутренній діаметръ. . . .	$50^1/_2''$	58,8″
Глубина.	55″	56″
Общая емкость	151,67 куб. фута.	

Расходъ нефти и воды опредѣлялся по пониженію уровня въ резервуарахъ въ теченіи времени наблюденія, причемъ это измѣреніе производилось по масштабу.

Пониженію уровня нефти въ резервуарѣ на одинъ дюймъ соотвѣтствовалъ расходъ въ 0,98 пуда.

Пониженію уровня воды въ резервуарѣ на одинъ дюймъ соотвѣтствовалъ расходъ въ 4,716 пуда.

Въ теченіи всего времени наблюденія уровень воды въ котлахъ и показанія манометра оставались по возможности постоянными.

Вслѣдствіе крайне плохой воды, которой приходится питать котлы въ этой мѣстности, вынуждены весьма часто продувать котлы, вслѣдствіе чего каждое наблюденіе не могло быть продолжительнымъ (во время наблюденія продуваніе не производилось).

Температура питающей воды измѣрялась термометромъ Цельзія съ дѣленіями до 0,2°.

Наблюденія надъ этими котлами были начаты 8-го іюня и продолжались до 8-го іюля, т. е. мѣсяцъ; ежедневно производилось нѣсколько наблюденій.

Первыя наблюденія были произведены, ничего не измѣняя въ обычномъ ходѣ работы; но потомъ, регулированіемъ пульверизатора, я старался достигнуть возможно болѣе экономичнаго расхода остатковъ.

Результаты наблюденій привожу въ нижеслѣдующей таблицѣ, въ которую включены наиболѣе точныя и типичныя наблюденія. Надо замѣтить, что, благодаря невѣжеству и недоброжелательству кочегаровъ изъ туземныхъ жителей, работать было не совсѣмъ легко, и можно ручаться лишь за тѣ данныя и тѣ цифры, которыя были получены при личномъ управленіи топкой и при непосредственномъ наблюденіи за котлами. Результаты лишь такихъ опытовъ здѣсь и приведены.

[1]) Такая длина вызвана мѣстными и противопожарными условіями.

№ наблюденія.	Начало наблюденія.	Конець наблюденія.	Продолжительность наблюденія	Расходъ нефти.			Расходъ воды.			Средняя температура питающей воды.	Температура воздуха въ тѣни.	Давленіе въ котлахъ.	Количество воды, испаряемой единицей топлива.	ПРИМѢЧАНІЯ.
				Пониженіе уровня въ резервуарѣ.	Расходъ за время наблюденія.	Расходъ въ часъ.	Пониженіе уровня въ резервуарѣ.	Расходъ за время наблюденія.	Расходъ въ часъ.					
				Дюйм.	Пуды.	Пуды.	Дюйм.	Пуды.	Пуды.	(С°).	(С°).	Фунты.		
1	10 у.	12 у.	2 ч.	$8^{9}/_{16}$	8,39	4,19	$14^{1}/_{8}$	66,66	33,33	36	26	40	8,00	58 обор. машины. Тартали 2 буровыя скваж. Работ. насосъ.
2	2 ч. 30′ п. п.	5 ч. 45′	3 ч. 15′	$11^{1}/_{8}$	10,90	3,35	$22^{1}/_{2}$	106,11	32,65	39,2	28	50	9,74	57 оборотовъ. Тартали 2 бур. насосъ стоялъ.
3	9 ч.	12 ч.	3 ч.	$10^{1}/_{2}$	10,29	3,43	20	94,40	31,47	38	27	45	9,17	Тоже.
4	9 ч. 40′	11 ч. 40′	2 ч.	$5^{1}/_{2}$	5,39	2,69	$11^{1}/_{2}$	54,23	27,11	33,1	30,2	45	10,00	Тоже но малыя желонки.
5	4 ч. 5′	5 ч. 30′	1 ч. 25′	$5^{15}/_{32}$	5,14	3,62	$11^{1}/_{32}$	53,88	37,94	35,3	27,4	35	10,48	Тоже, большія желонки.
6	9 ч. 15′	12 ч.	2 ч. 45′	$10^{7}/_{16}$	10,16	3,68	$22^{3}/_{4}$	107,29	39,01	38	31	45	10,60	Тоже.
7	9 ч. 40′	11 ч. 10′	1 ч. 30′	$6^{3}/_{4}$	6,62	4,41	$14^{9}/_{16}$	68,71	45,81	39,7	25	45	10,38	Тоже и работалъ инжекторъ.
8	2 ч. 50′	4 ч. 50′	3 ч.	12	11,76	3,92	$27^{1}/_{2}$	129,69	43,23	33,3	26	45	11,03	57 обор. маш. Тартали 2 буровыя больш. желонками. Насосъ и инжекторы стояли.
9	4 ч. 15′	6 ч. 30′	2 ч. 15′	$9^{9}/_{16}$	9,37	4,16	23	108,47	28,21	41	25	45	11,57	Тоже.
10	10 ч. 15′	11 ч. 45′	1 ч. 30′	$4^{23}/_{32}$	4,65	3,10	$11^{3}/_{4}$	55,41	36,94	39,2	27,4	45	11,92	Тоже.
11	10	12 ч.	2 ч.	$6^{5}/_{16}$	6,18	3,90	20	94,4	47,20	38.4	28	45	12,10	Тоже.
12	9 ч. 15′	11 ч. 15′	2 ч.	$8^{1}/_{4}$	8,08	4,04	23	108,56	54,28	39,6	29	45	13,43	Тоже.
13	3 ч. 45′	5 ч. 55′	2 ч. 10′	8	6,86	3,17	$20^{1}/_{32}$	94,4	43,32	36	26,2	45	13,65	Тоже.
14	10 ч. 40′	11 ч. 40′	1 ч.	$3^{1}/_{2}$	3,43	3,43	10	47,16	47,16	37	28	45	13,75	Тоже.
15	9 ч.	12 ч.	3 ч.	11	10,78	3,59	$31^{1}/_{2}$	148,67	49,55	39,2	31	45	13,80	Тоже.

Изъ этой таблицы видно, что сперва опредѣляемое число было 8,00, но потомъ, постепенно повышаясь, оно достигло 13,80; далѣе повышенія не было, и при всѣхъ дальнѣйшихъ наблюденіяхъ получались колебанія между 13,65 и 13,80, такъ что за среднее число можно считать 13,725.

И такъ одинъ фунтъ нефти испаряетъ 13,725 фунтовъ воды.

На томъ же промыслѣ мною были произведены наблюденія надъ котломъ при другой скважинѣ. Котелъ былъ уже довольно давно въ работѣ и наблюденія были скоро прерваны потребностью въ чисткѣ.

Результаты этихъ наблюденій приведены въ слѣдующей таблицѣ:

№ наблюденія.	Начало наблюденія.	Конецъ наблюденія.	Продолжительность наблюденія.	Нефть. Понижеціе уровня въ резервуарѣ.	Нефть. Расходъ за время наблюденія.	Нефть. Расходъ въ часъ.	Вода. Понижеціе уровня.	Вода. Расходъ за время наблюденія.	Вода. Расходъ въ часъ.	Давленіе въ котлѣ.	Температура питающей воды.	Темпер. воздуха въ тѣни.	Количество воды испаряемой единицей топлива.	Примѣчанія.
				дюймы.	пуды.	пуды.	дюйм.	пуды.	пуды.	фун.	C°	C°		
1	3 ч. 40′	5 ч. 25′	1 ч. 45′	3	4,38	2,50	$8^1/_2$	43,648	24,370	35	33	27	9,75	Тарталы въ буровой желонкой въ 4 пуда, качалъ насосъ.
2	3 ч. 20′	5 ч. 50′	2 ч. 30′	$3^3/_8$	4,97	1,98	$6^3/_8$	39,161	12,864	35	28	26	6,50	
3	3 ч. 30′	5 ч. 45′	2 ч. 15′	4	5,84	2,60	$11^{11}/_{16}$	60,926	27,078	35	30	26	10,41	
4	10 ч.	12 ч.	2 ч.	$3^1/_2$	5,11	2,55	13	68,153	34,076	35	31	27	13,37	

Эти наблюденія, сдѣланныя при довольно невыгодныхъ условіяхъ, дали однако 13,37.

На основаніи этихъ чиселъ и другихъ моихъ наблюденій, можно смѣло сказать, что при настоящемъ устройствѣ аппаратовъ можно испарять до 13,75 фунтовъ воды фунтомъ нефти и, что при дальнѣйшихъ усовершенствованіяхъ можно будетъ вѣроятно пойдти и дальше.

При такихъ котлахъ, какъ тѣ, надъ которыми производились мои наблюденія, при отопленіи каменнымъ углемъ хорошихъ качествъ нельзя считать, что вѣсовая единица угля дастъ болѣе семи вѣсовыхъ единицъ пара, такъ что отношеніе эквивалентныхъ вѣсовъ нефти и каменнаго угля (при равномъ дѣйствіи) будетъ: 7: 13,75 или 1: 1,96 или почти 1: 2, т. е. одинъ пудъ нефти замѣняетъ собою два пуда каменнаго угля.

Наиболѣе любопытнымъ слѣдствіемъ, вытекающимъ изъ этихъ опытовъ, является то, что коэффиціентъ полезнаго дѣйствія одного и того-же котла, при отопленіи его нефтяными остатками, значительно превосходитъ таковой же при отопленіи его другимъ какимъ либо топливомъ. Дѣйствительно, Шереръ-Кестнеръ при своихъ опытахъ надъ котлами, отапливаемыми каменнымъ углемъ, нашелъ, что коэффиціентъ этотъ измѣняется въ предѣлахъ

отъ 0,5 до 0,62. Мало вѣроятно, чтобы котелъ, которымъ мнѣ пришлось пользоваться, составлялъ въ этомъ отношеніи счастливое исключеніе и имѣлъ своимъ коэффиціентомъ число большее этихъ. Между тѣмъ въ нашемъ случаѣ мы имѣемъ:

Паровой котелъ работаетъ при давленіи въ 45 фунтовъ; этому давленію отвѣчаетъ температура въ 135° Цельзія. При этой температурѣ одинъ килограммъ сухаго пара заключаетъ въ себѣ теплоты $606,5 + 0,305 \times 135 = 648$ калорій.

Затѣмъ, принимая, что остатки имѣютъ теплотворную способность, найденную для нихъ С. К. Девилемъ (10700) въ 11000, мы получимъ, что это количество теплоты равно количеству ея, содержащемуся въ 17 килограммахъ сухаго пара той же температуры. Откуда приблизительно *коэффиціентъ полезнаго дѣйствія котла будетъ*:

$$\frac{13,75}{17} = 0,8 .$$

Въ слѣдующей главѣ я изложу общія условія установки форсунокъ и описаніе послѣднихъ ихъ типовъ.

СИНЕЛОМКОСТЬ ЖЕЛѢЗА И СТАЛИ.

Проф. Ледебура [1])

Въ послѣднія десять лѣтъ многими, весьма серьозными изслѣдованіями констатировано особенное свойство желѣза (и стали), которое, соотвѣтственно словамъ «красноломкость» и «хладноломкость», можетъ быть названо «синеломкостью» (Blaubruch, Blaubrüchigkeit). Свойство это заключается во внѣзапномъ увеличеніи хрупкости желѣза, нагрѣтаго приблизительно до 300, или вообще отъ 250 до 350°, когда оно, по охлажденіи, пріобрѣтаетъ синій цвѣтъ. Тогда какъ хладноломкость и красноломкость зависятъ отъ присутствія въ желѣзѣ извѣстныхъ тѣлъ,—фосфора въ первомъ и сѣры во второмъ случаяхъ,—синеломкость присуща, повидимому, всѣмъ сортамъ желѣза и стали безъ исключенія. Тѣмъ не менѣе, врядъ-ли возможно сомнѣваться, чтобы присутствіе нѣкоторыхъ тѣлъ въ желѣзѣ не оказывало вліянія на его синеломкость, хотя прямыхъ изслѣдованій въ этомъ направленіи и недостаетъ. До сихъ поръ можно съ увѣренностью утверждать только то, что литое желѣзо болѣе склонно къ синеломкости, нежели сварочное.

---

[1]) (Ueber die Blaubrüchigkeit des Eisens und Stahles; von. Prof. A.Ledebur in Freiberg). Переведено изъ «Dingler's Polytechnisches Journal» 1886, 262, 167, горн. инж. Фанъ-деръ-Флаасъ.

Первый, обратившій вниманіе на описываемое свойство желѣза, былъ *Вальтонъ* (Berg-und Hüttenmännische Zeitung, 1877, стр. 25); болѣе подробныя испытанія были произведены *Хустономъ* (1878, 227, 502), позднѣе (въ 1882.) *Вальрандомъ* (ср. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1886, стр. 317) и другими (ср. также Stromeyer и др. 1886, 262, 46, 138). *Вальрандъ* замѣтилъ, что полосы, приготовленныя изъ различныхъ сортовъ желѣза, гнувшіяся безъ всякаго затрудненія, а частію даже и плющившіяся, въ холодномъ состояніи, не выдерживали сгибанія, ломались и давали трещины, если были нагрѣты до 300°. Механическія испытанія, произведенныя *Вальрандомъ*, *Хустономъ* и *Грейнеромъ*, показали единогласно, что вязкость желѣза, судя по удлинненію желѣзной полосы передъ разрывомъ или по сжатію ея поперечнаго сѣченія, при нагрѣваніи приблизительно до 300°—уменьшается. Для выраженія-же сопротивленія нагрѣтой полосы при однихъ испытаніяхъ получались большія числа при другихъ меньшія, нежели при обыкновенной температурѣ,—какъ извѣстно, одновременное увеличеніе сопротивленія и хрупкости другъ друга не исключаютъ. Также изъ таблицъ *Кольмана* (1881, 239, 141) довольно ясно видно внѣзапное уменьшеніе вязкости при извѣстной температурѣ, исчезающее при болѣе сильномъ нагрѣваніи. По Кольману, эта опасная температура нѣсколько больше вышеприведенной, но во всякомъ случаѣ ниже темнокраснаго каленія (500°).

Почти излишне упоминать о томъ, какъ печальны могутъ быть послѣдствія отъ нашего невниманія къ явленіямъ синеломкости желѣза. При ковкѣ, сгибаніи или какой-бы то ни было обработкѣ, производимой при вышепоказанной температурѣ, всегда представляется опасность получить на желѣзѣ трещины, замѣтныя первоначально только при очень внимательномъ изслѣдованіи, но впослѣдствіи могущія послужить поводомъ къ излому. Сюда относятся, какъ я полагаю, многіе, повидимому совершенно непонятные случаи. Здѣсь у мѣста упомянуть объ одномъ подобномъ случаѣ, который въ свое время подвергался многочисленнымъ обсужденіямъ и возбуждалъ можетъ быть всеобщій интересъ.

Для одного рудника сдѣланы были штанги для фаркунста (Kunstgestänge), матеріаломъ для которыхъ послужило бессемеровское желѣзо, приготовленное изъ лучшаго зигенскаго чугуна. Испытаніе на разрывъ дало 50 kgr. при 20 проц. удлинненія; поперечное сѣченіе штангъ было тщательно измѣрено. Въ короткое время послѣ постановки фаркунста, одна изъ штангъ сломалась и затѣмъ та же участь постигла и остальныя штанги въ теченіи одного года. Было рѣшено произвести тщательное изслѣдованіе причинъ этого явленія.

При внимательномъ разсмотрѣніи мѣстъ излома, во всѣхъ случаяхъ заключалась, кромѣ ржавчины, тонкая трещина, направлявшаяся перпендикулярно къ оси штанги и доходящая иногда болѣе чѣмъ до половины поперечнаго сѣченія штанги. Трещина эта ограничивалась совершенно гладкими

стѣнками, тогда какъ остальная поверхность излома представляла, какъ то обыкновенно бываетъ, мелкозернистое сложеніе. На гладкой поверхности излома кое-гдѣ отчетливо выдѣлялись синія пятна; ржавчины же на ней было меньше, чѣмъ на другой части излома.

Проба вытравленіемъ отшлифованной и полированной поверхности излома ничего особеннаго не обнаружила. При помощи хорошей лупы можно было замѣтить многочисленные мельчайшіе газовые пузырьки, число и размѣры которыхъ увеличивались по направленію къ центру. Однако присутствіемъ этихъ пузырьковъ, очень часто наблюдаемыхъ при вытравливаніи литаго желѣза, никоимъ образомъ нельзя было объяснить излома, происшедшаго при такихъ исключительныхъ условіяхъ.

Точный химическій анализъ двухъ образцовъ поломанныхъ штангъ далъ слѣдующіе результаты:

	I.	II.
Углерода.	0,209	0,236
Кремнія	0,090	0,356
Фосфора	0,045	0,009
Сѣры	0,048	0,040
Мышьяка	0,048	0,045
Сурьмы	0,045	0,041
Мѣди	0,101	0,095
Марганца	0,420	0,630

По незначительному содержанію фосфора и умѣренному углерода матеріалъ могъ быть признаннымъ превосходнаго качества; нѣкоторое подозрѣніе внушали только не совсѣмъ ничтожныя количества мышьяка и сурьмы. Присутствіе этихъ послѣднихъ, вмѣстѣ съ сѣрою и мѣдью, дало поводъ предположенію, не было-ли желѣзо красноломкое. Съ цѣлію окончательно выяснить вопросъ, были произведены пробы, причемъ штанга I оказалась весьма ковкой и обнаружила слѣды красноломкости только при весьма рѣзкихъ пріемахъ испытанія; штанга же II оказалась вовсе не красноломкой. Отсюда ясно выходитъ, что найденныя количества мышьяка и сурьмы не имѣютъ вліянія на ковкость желѣза, по крайней мѣрѣ въ присутствіи марганца, какъ это было въ данномъ случаѣ.

Опытъ сварки со штангой I удался безъ всякихъ затрудненій.

Послѣ всѣхъ произведенныхъ изслѣдованій, по моему мнѣнію, остается только одно предположеніе, не производилась-ли обработка желѣза при той температурѣ, при которой оно хрупче, нежели при красномъ каленіи и при обыкновенной температурѣ, т. е. при температурѣ синяго каленія. Трещины были найдены въ недалекомъ разстояніи отъ головокъ штангъ; весьма вѣроятно, что въ то время, когда головки были еще нагрѣты до красна и бковывались, остальныя части штангъ уже охладились; ударъ по нимъ

могъ произвести трещины, которыя увеличивались отъ дальнѣйшихъ сотрясеній, а также отъ напряженія, вызваннаго охлажденіемъ и сжатіемъ головокъ.

Предположить-же, что присутствіе въ желѣзѣ мышьяка и сурьмы благопріятствуетъ его синеломкости,—нѣтъ никакого основанія.

Какъ уже было замѣчено выше, вліяніе химическаго состава желѣза на его синеломкость еще до сихъ поръ не выяснено; практическія изслѣдованія въ этомъ отношеніи были-бы въ высшей степени желательны.

О КОЛИЧЕСТВѢ ТЕПЛОТЫ, ПОТРЕБНОЙ ДЛЯ ПЛАВЛЕНІЯ РАЗЛИЧНЫХЪ ДОМЕННЫХЪ ШЛАКОВЪ.

Профессора Окермана.

(Окончаніе) [1]),

Изслѣдованія шлаковъ, полученныхъ въ большихъ количествахъ.

Результаты этихъ изслѣдованій помѣщены на таблицахъ VII и VIII. Они были произведены надъ 74 доменными шлаками, 3 бессемеровскими и надъ однимъ шлакомъ изъ калильной печи.

Потребность въ теплотѣ, необходимой для плавленія, опредѣляется среднимъ числомъ для всѣхъ 74 доменныхъ шлаковъ въ 388 единицъ, причемъ крайними предѣлами служатъ 340 и 463 ед. теплоты. Шлаки расположены согласно ихъ степенямъ окремненія, или по отношенію кислорода ихъ кремневой кислоты къ кислороду суммы глинозема и всѣхъ основаній съ однимъ атомомъ кислорода. Если далѣе мы распредѣлимъ шлаки такимъ образомъ, что будемъ принимать за моносиликаты тѣ изъ нихъ, въ которыхъ отношеніе кислорода, вычисленное вышеописаннымъ образомъ, колеблется между 0,7 и 1,5, за бисиликаты—такіе шлаки, въ которыхъ это отношеніе измѣняется отъ 1,5 до до 2,5, и за трисиликаты—тѣ шлаки, въ которыхъ помянутое отношеніе не менѣе 2,5 и не болѣе 3,5, то мы получимъ въ среднемъ для 27 моносиликатовъ количество тепла, необходимое для ихъ плавленія, въ 396 единицъ, для 43 бисиликатовъ въ 382 и для 4 трисиликатовъ въ 392 единицы теплоты.

При такой классификаціи, которая вполнѣ пригодна и для минераловъ, могущихъ выкристаллизоваться изъ шлаковъ, обращено вниманіе, такъ ска-

---

[1]) Переводъ Г. Л. изъ „Stahl u. Eisen, 1886 № 6.

зать, только на полные силикаты, которые такимъ образомъ переходятъ предѣлы, установленные нами ранѣе.

Если раздѣлить послѣдніе такимъ образомъ, что принять за моносиликаты только тѣ шлаки, въ которыхъ отношеніе кислорода кремневой кислоты, съ одной стороны, и кислорода глинозема вмѣстѣ съ одноатомными основаніями, съ другой, будетъ измѣняться въ предѣлахъ отъ 0,75 до 1,25; за полуторосиликаты—шлаки съ отношеніемъ кислорода отъ 1,25 до 1,75 и т. д., то мы получимъ слѣдующія среднія величины потребной для плавленія теплоты:

Для	3	номеровъ	0,7	до	0,75-силикатовъ		427	ед.	теплоты
„	12	„	0,75	„	1,25-(1)	„	406	„	„
„	30	„	1,25	„	1,75-(1,5)	„	382	„	„
„	21	„	1,75	„	2,25-(2,0)	„	380	„	„
„	6	„	2,25	„	2,75-(2,5)	„	387	„	„
„	2	„	2,75	„	3,25-(3,0)	„	385	„	„

Изъ этой таблицы видно, что, между всѣми шлаками, бисиликаты требуютъ для своего плавленія наименьшее количество теплоты; за ними слѣдуютъ полуторосиликаты. Равнымъ образомъ, не трудно убѣдиться, что старое предположеніе относительно большей легкоплавкости изъ всѣхъ доменныхъ шлаковъ бисиликатовъ имѣетъ извѣстное основаніе, хотя этого и нельзя сказать относительно рядовъ силикатовъ, коихъ основанія состоятъ исключительно изъ извести и магнезіи или изъ извести и глинозема.

Это обстоятельство, повидимому, зависитъ большею частью отъ того, что въ 1,1 —до 2,0 —силикатахъ, болѣе чѣмъ въ другихъ силикатахъ, взаимодѣйствіе глинозема и магнезіи способствуетъ пониженію потребности теплоты ниже той минимальной потребности, которая имѣетъ мѣсто, когда только одно изъ этихъ веществъ находится вмѣстѣ съ известью, при постоянномъ отношеніи между кремневой кислотой и всѣми основаніями. При опредѣленіи, съ помощью графическихъ изображеній, потребности въ теплотѣ всякаго отдѣльнаго шлака, когда отношеніе въ немъ кислорода кремневой кислоты къ кислороду основаній, въ одномъ случаѣ только извести и магнезіи, а въ другомъ только извести и глинозема, будетъ находиться въ извѣстномъ соотношеніи, въ первомъ случаѣ, между количествами MgO и CaO, а во второмъ, между количествами Al_2O_3 и RO, мы получимъ для различныхъ шлаковъ цыфры, которыя помѣщены въ прилагаемыхъ таблицахъ въ двухъ столбцахъ и слѣдуютъ непосредственно за цыфрами, показывающими дѣйствительную потребность въ теплотѣ, опредѣленную путемъ опыта. Такимъ образомъ оказывается, что изъ 49 шлаковъ, находящихся между 1,12—и 2—силикатами, не менѣе 32 требуютъ для своего плавленія меньше теплоты, чѣмъ одинъ какой либо изъ тѣхъ двухъ шлаковъ, надъ которыми производились вышепомянутыя опредѣленія. Что касается остальныхъ 25 доменныхъ шлаковъ,

помѣщенныхъ въ таблицѣ, то для нихъ это имѣетъ мѣсто только въ 4 случаяхъ.

Благодаря болѣе сильному, сравнительно съ магнезіею, вліянію глинозема на плавкость, особенно основныхъ шлаковъ, вышепомянутыя опредѣленія потребности въ теплотѣ, производившіяся исключительно для известково-глиноземистыхъ силикатовъ, давали такіе низкіе результаты, какъ и вычисленные для известково-магнезіальныхъ силикатовъ. Такимъ образомъ, изъ 74 доменныхъ шлаковъ нашлось только четыре, да и то принадлежавшихъ 2—и $2,_4$ —силикатамъ, для которыхъ необходимое для плавленія количество теплоты, опредѣленное вышеописаннымъ способомъ, оказалось ниже того количества, которое было вычислено для известково-глиноземистаго силиката. Когда имѣются подъ руками изслѣдованія, показывающія, что если силикаты содержатъ въ себѣ, кромѣ значительнаго количества извести, еще магнезію и такое же количество глинозема, то количество теплоты, потребное для ихъ плавленія, всегда представляетъ собою среднюю величину между результатами двухъ вышепомянутыхъ опредѣленій, тогда можно безъ дальнѣйшихъ испытаній силикатовъ извести, магнезіи и глинозема опредѣлить съ достаточною точностью потребность въ теплотѣ, необходимой для плавленія обыкновенныхъ доменныхъ шлаковъ, при помощи приведенныхъ выше таблицъ и графическихъ изображеній. Однако, взаимодѣйствіе магнезіи и глинозема на силикатъ извести отнюдь нельзя считать столь простымъ, ибо можетъ случиться, особенно при довольно основныхъ шлакахъ, что потребность шлака въ теплотѣ окажется даже ниже той потребности, которая опредѣляется для силикатовъ только извести и глинозема.

Такъ какъ тѣ четыре шлака, для которыхъ потребность въ теплотѣ, опредѣленная какъ для силиката извести и магнезіи, оказалась, въ видѣ исключенія, ниже той потребности, которая была вычислена какъ для силиката извести и глинозема, невольно бросаются въ глаза, то опредѣленное для нихъ по первому способу количество теплоты изображено на табл. VIII курсивнымъ шрифтомъ. Изъ этихъ четырехъ шлаковъ два происходятъ съ завода Далькарлсъ и оба принадлежатъ къ такимъ силикатамъ, потребность въ теплотѣ которыхъ оказывается ниже потребности, опредѣленной по тому и другому способу. Отсюда можно вывести заключеніе, что не только замѣщеніе извести смѣсью извести и магнезіи, но и замѣщеніе части извести и магнезіи глиноземомъ влечетъ за собою уменьшеніе количества тепла, потребнаго для плавленія.

Изъ двухъ другихъ изслѣдованныхъ шлаковъ, представляющихъ собою также исключенія, одинъ происходитъ изъ доменной печи завода Гюльдсмедсъ, гдѣ главнѣйше проплавляется та же руда (Stripa), что и на заводѣ Дальскарлсъ, а другой съ завода Зеглингсбергъ. Потребность въ теплотѣ для обоихъ этихъ шлаковъ оказалась близкою или немного выше потребности, опредѣленной для силиката извести и магнезіи. Такимъ образомъ можно ска-

зать, что замѣщеніе извести смѣсью извести и магнезіи въ соотвѣтственномъ силикатѣ глинозема влечетъ за собою уменьшеніе потребности въ теплотѣ, но что замѣщеніе части извести и магнезіи глиноземомъ не производитъ никакого измѣненія въ этой потребности или вызываетъ даже прямо противоположное измѣніе.

Во всѣхъ другихъ случаяхъ, исключая этихъ четырехъ, которые представляются единственными въ своемъ родѣ, потребность въ теплотѣ, опредѣленная по силикату извести и глинозема, всегда оказывалась ниже потребности, опредѣленной на основаніи кривыхъ для силиката извести и магнезіи.

Сверхъ того, ни для одного доменнаго шлака потребность необходимой для плавленія теплоты не оказывалась выше помянутыхъ двухъ потребностей; напротивъ того, весьма часто она была значительно ниже ихъ. Отсюда можно вывести заключеніе, что такія соотношенія, какія имѣютъ мѣсто въ графическихъ изображеніяхъ № 5 на Табл. XI (предыдущая книжка) для 2—и 2,5 —силикатовъ, у которыхъ потребность въ теплотѣ тройного силиката оказывается выше потребностей обоихъ двойныхъ силикатовъ, должны быть причислены къ исключеніямъ, и что несравненно чаще замѣщеніе части извести и магнезіи глиноземомъ обусловливаетъ собою уменьшеніе потребленія теплоты.

Напротивъ того, для большинства шлаковъ потребность въ теплотѣ превосходитъ таковую-же, вычисленную для соотвѣтствующаго силиката только извести и глинозема, и замѣщеніе въ известково-глиноземистомъ силикатѣ части извести эквивалентнымъ количествомъ магнезіи весьма часто обусловливаетъ собою увеличеніе потребности теплоты силиката. Почти также часто случается, что потребность въ теплотѣ сравнительно легкоплавкихъ известково-глиноземистыхъ силикатовъ уменьшается отъ того, что часть извести замѣщается въ нихъ магнезіею или, другими словами, смѣсью извести и магнезіи. Совершенно такой же случай имѣетъ мѣсто для шлаковъ, потребности въ теплотѣ которыхъ оказываются не только ниже потребностей, опредѣленныхъ для соотвѣтственныхъ силикатовъ извести и магнезіи, но и ниже потребности, соотвѣтствующей такому-же силикату только извести и глинозема.

Шлаки, для которыхъ это имѣло мѣсто очень часто и въ значительной мѣрѣ, при производствѣ описываемыхъ опытовъ представляютъ собою кремнекислыя соединенія, занимающія среднее мѣсто между 1,12—и 2—силикатами. Наибольшая разница, въ 72 единицы теплоты, наблюдалась для шлака съ завода Мёльнебо, оказавшагося, по анализу, 1,59—силикатомъ. За нимъ слѣдуетъ одинъ изъ шлаковъ завода Сандвикенъ, представляющій собою 1,42—силикатъ и давшій разницу въ 62 ед. теплоты. Далѣе идутъ: шлакъ, полученный въ 1874 г. на заводѣ Вестанфорсъ—1,45—силикатъ—съ разницею въ 49 ед. теплоты, шлакъ, полученный также въ 1874 г. на заводѣ Форсбакка, —1,38—силикатъ—съ разницею въ 45 ед. теплоты и одинъ шлакъ съ завода Сандвикенъ—1,49—силикатъ—съ разницею въ 42 ед. теплоты.

Отношеніе кислорода различныхъ основаній въ этихъ шлакахъ показано въ нижеслѣдующей табличкѣ:

	Мёльнебо	Сандвикенъ	Вестанфорсъ	Форсбакка	Сандвикенъ
$\frac{MgO}{CaO}$	0,47	0,48	0,95	0,19	0,40
$\frac{Al_2O_3}{\Sigma RO}$	0,11	0,13	0,07	0,12	0,13
$\frac{MnO и FeO}{CaO}$	0,11	0,13	0,15	0,08	0,10

Шлакъ изъ Мёльнебо и оба шлака съ завода Сандвикенъ замѣчательны по большому согласію отношеній кислорода соотвѣтственныхъ основаній, равно какъ по необыкновенно малому различію между числами единицъ теплоты, опредѣленными двоякимъ способомъ. Однако, это отнюдь не имѣетъ мѣста для всѣхъ шлаковъ, потребность которыхъ въ теплотѣ, необходимой для ихъ плавленія, меньше двухъ опредѣленныхъ чиселъ единицъ теплоты. Вообще, въ зависимости отъ отношенія кислорода между магнезіей и известью, равно какъ между глиноземомъ и прочими основаніями, различіе между потребностью въ теплотѣ, опредѣленною двоякимъ способомъ, значительно менѣе у тѣхъ шлаковъ, которые потребляютъ при своемъ плавленіи меньше теплоты сравнительно съ количествомъ ея, опредѣленнымъ двумя способами, чѣмъ у тѣхъ шлаковъ, потребность въ теплотѣ которыхъ занимаетъ среднее мѣсто между таковыми-же потребностями, опредѣленными вышепомянутымъ образомъ. Для находящихся въ таблицахъ доменныхъ шлаковъ, помѣщенныхъ между 1,12—и 2—силикатами, за исключеніемъ двухъ шлаковъ, которые при отсутствіи глинозема должны быть не плавки, получены слѣдующія среднія величины для вычисленной и найденной потребности въ теплотѣ:

	Средняя величина потребленія теплоты, опредѣленная по отношенію кислорода:		
	$MgO:CaO$	$Al_2O_3:RO$	найденная
для 32 шкаковъ, потребность въ теплотѣ которыхъ меньше вычисленныхъ потребностей. .	440	397	372 ед. тепл.
для 15 шлаковъ, потребность въ теплотѣ которыхъ занимаетъ среднее мѣсто между двумя вычисленными потребностями. .	461	379	295 „

Безъ производства цѣлаго ряда опытовъ относительно вліянія, которое оказываютъ замѣщенія въ известково-глиноземистыхъ силикатахъ части извести магнезіею и въ известково-магнезіальныхъ силикатахъ части обоихъ этихъ основаній глиноземомъ, нѣтъ возможности уяснить себѣ какимъ-нибудь образомъ эти крайне запутанныя отношенія. Однако, не смотря на недостатокъ

подобныхъ опытовъ, въ большинствѣ случаевъ можно сдѣлать извѣстныя заключенія относительно плавкости доменнаго шлака. Для этой цѣли опредѣляютъ сперва плавкость шлака на основаніи различныхъ отношеній кислорода, о вліяніи которыхъ было сказано выше, а затѣмъ сравниваютъ его съ доменными шлаками, помѣщенными на табл. VII и VIII, составъ которыхъ наиболѣе близко подходитъ къ составу изслѣдуемаго шлака.

Веществами, которыя оказываютъ существенное вліяніе на потребленіе теплоты нѣкоторыми изъ изслѣдованныхъ шлаковъ, являются еще закись марганца, закись желѣза и щелочи. На этомъ основаніи на табл. VII и VIII имѣются столбцы, въ которыхъ показано, съ одной стороны, отношеніе кислорода закиси марганца и желѣза къ кислороду извести, а съ другой,—отношеніе кислорода щелочей къ кислороду извести. Среднее отношеніе кислорода [(MnO+FeO): CaO] въ 32 шлакахъ съ меньшею потребностью въ теплотѣ, сравнительно съ одною изъ опредѣленныхъ ранѣе потребностей, которые помѣщены въ таблицахъ между $1,_{12}$— и 2—силикатами, оказывается равнымъ $0,_{212}$, тогда какъ соотвѣтствующее среднее отношеніе кислорода 17 шлаковъ, занимающихъ среднее мѣсто между помянутыми степенями окремненія и потребность которыхъ въ теплотѣ лежитъ между двумя вычисленными потребностями, не превышаетъ $0,_{107}$.

Однако, легко убѣдиться, что помянутыя вещества вовсе не играютъ здѣсь такой важной роли, какъ можетъ казаться при первомъ взглядѣ на приведенныя цыфры. Если исключить изъ 31 изслѣдованныхъ шлаковъ 5 наиболѣе богатыхъ марганцемъ, въ которыхъ отношеніе кислорода [(MnO+FeO): CaO]=$0,_{49}$ и болѣе, то для остальныхъ 27 шлаковъ среднее отношеніе кислорода [(MnO+FeO):CaO] составитъ только $0,_{113}$, т. е. будетъ не многимъ болѣе соотвѣтственнаго отношенія въ другихъ 17 шлакахъ. Если прибавить къ этому, что потребность въ теплотѣ 5 исключенныхъ шлаковъ, богатыхъ марганцемъ, оказывается только на столько меньше таковой-же потребности, вычисленной для соотвѣтственнаго известково-глиноземистаго силиката, что въ среднемъ для первыхъ она равняется 380, а для послѣднихъ 393 единицамъ теплоты, въ то время какъ для 5 шлаковъ, потребность которыхъ въ теплотѣ остается болѣе чѣмъ на 40 единицъ ниже потребности, вычисленной для двойного силиката при наименьшемъ отношеніи кислорода (MnO+FeO):CaO], средняя величина этого отношенія, какъ показано выше, лежитъ между 0,8 и 0,15, не трудно видѣть, насколько болѣе должно зависѣть уменьшеніе числа единицъ теплоты ниже минимума, полученнаго путемъ вычисленія для соотвѣтственнаго двойного силиката, отъ взаимодѣйствія магнезіи и глинозема, чѣмъ отъ присутствія такихъ веществъ, каковы закись марганца или желѣза, если только эти послѣднія будутъ находиться не въ большемъ количествѣ, чѣмъ онѣ обыкновенно встрѣчаются въ шлакахъ. Вышеприведенные же опыты, имѣвшіе цѣлью опредѣлить дѣйствіе закиси марганца на силикаты извести, уже показали намъ, что вліяніе закиси

Таблица VII. Составъ доменныхъ и другихъ шлаковъ и потребленіе ими теплоты при плавленіи.

к. — крипчный чугунъ. п. — пудлинговый чугунъ. б. — бессемеровскій чугунъ. л. — литейный чугунъ.

Составъ шлаковъ (%)

Названіе доменной печи, въ которой полученъ шлакъ, и сорта выплавленнаго чугуна	Горючій материалъ, употр. при доменной плавкѣ	Фамилія аналитика	SiO_2	TiO_2	Va_2O_5	Al_2O_3	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	MnO	FeO	Fe_2O_3	CaS	Сумма
Кларенсъ близъ Мидлесбро 1889. п.	Коксъ	Джонсонъ	31,40	—	—	22,32	0,12	1,17	30,92	10,02	0,96	0,03	—	3,85	100,79
Кольтнесъ въ Шотландіи 1879. л.	„	Лидверъ	30,08	—	—	15,13	—	—	35,46	12,33	0,59	0,47	—	5,72	99,78
Гёрде 1880. Марганцовистый чугунъ	„	Зернштремъ	27,84	—	—	8,96	—	—	33,27	3,87	22,02	0,32	—	4,03	100,31
Фродингамъ въ Линкольншайрѣ 1879	Коксъ	Зернштремъ	34,65	—	—	19,80	—	—	37,32	2,62	1,20	0,26	—	4,93	100,78
Финедонъ въ Нортамптонширѣ 1879	„	„	34,85	—	—	19,32	—	—	38,61	2,30	0,31	0,26	—	3,91	99,56
Довлей въ Южномъ Валлисѣ 1879 п.	„	„	35,90	—	—	11,69	—	—	42,31	5,04	0,84	0,19	—	3,91	99,88
Довлей въ Южномъ Валлисѣ 1879 б.	„	Адельсвердъ	36,24	—	—	10,10	0,29	0,32	42,99	4,77	0,66	0,39	—	3,95	99,71
Мойро въ округѣ Табергъ 1883. к.	древ. уголь	Зернштремъ	37,05	10,22	—	7,43	—	—	15,05	27,65	0,45	2,34	—	—	100,19
Шлакъ изъ калильной печи зав. Зедерфорсъ 1884	—	„	31,40	—	—	2,78	—	—	1,45	0,07	0,82	57,27	6,31	—	100,10
Шисгюттанъ 1869. Зеркальный чугунъ	то-же съ неб. кол. к.	„	36,15	—	—	5,93	—	—	29,35	6,08	18,95	0,19	—	2,92	99,57
Линдефорсъ въ округѣ Табергъ к.	древ. уголь	„	39,20	8,50	0,25	9,59	—	—	12,65	27,25	0,53	1,54	—	—	99,51
Тобо 1865. к.	„	Винквистъ	41,20	—	—	4,48	—	—	28,79	22,02	2,88	0,47	—	—	99,84
Эйзенерцъ въ Штейермаркѣ 1884. к.	„	Зернштремъ	40,60	—	—	11,35	—	—	25,77	10,60	10,54	0,64	—	—	99,50
Тобо 1879. к.	„	„	41,15	—	—	3,69	—	—	31,60	19,96	2,30	0,40	—	—	99,10
Гагфорсъ 1883. б.	„	Вибель	41,99	—	—	5,21	0,67	0,30	31,35	18,40	0,73	0,76	—	0,52	99,6.
Фордернбергъ № 9 въ Штейермаркѣ 1881. к.	„	Зернштремъ	42,90	—	—	9,97	—	—	26,35	12,20	4,32	0,77	—	—	99,57
Домнарфветъ 1879. б.	древ. уголь	Зернштремъ	43,85	—	—	8,34	—	—	35,00	7,81	2,43	0,90	—	—	98,33
Фордернбергъ № 13 въ Штейермаркѣ, 1884. к.	„	„	44,40	—	—	8,92	—	—	24,35	11,41	8,59	1,03	—	—	98,70
Никроппа 1879. б.	„	Далерусъ	47,16	—	—	5,82	—	—	21,79	22,18	2,14	0,77	—	—	99,87
Лонгсгюттанъ 1881. б.	„	Зернштремъ	45,15	—	—	5,14	—	—	36,85	10,26	2,24	0,29	—	—	99,93
Форсбакка 1874. б.	„	Изеусъ и Лейонгельмъ	43,51	—	—	3,92	0,28	0,16	40,82	5,80	3,22	0,78	—	0,63	99,12
Гагфорсъ 1879. к.	„	Зернштремъ	47,60	—	—	8,43	—	—	26,10	15,42	0,99	0,84	—	—	99,38
Сандвикенъ 1885. б.	„	Эриксонъ	46,01	—	—	4,34	—	—	32,93	11,46	4,72	0,87	—	—	100,33
Вестанфорсъ 1879. б.	„	Далерусъ	46,72	—	—	4,36	—	—	19,10	18,37	11,16	0,70	—	—	100,41
Вестанфорсъ 1874. б.	„	Таммъ	47,00	—	—	2,40	0,62	0,41	26,75	18,10	4,46	0,45	—	—	100,19
Карльсдаль 1871. б.	„	Торильдъ	48,50	—	—	3,40	—	—	20,14	23,79	0,85	2,00	—	—	99,28
Гофорсъ 1867. к.	„	Форсманъ	46,32	—	—	4,57	—	—	34,05	10,25	2,68	0,52	—	0,76	99,15
Сандвикенъ 1885. б.	„	Эриксонъ	46,91	—	—	4,25	—	—	34,64	9,83	3,51	0,60	—	—	99,95
Гаммарби 1879. к.	„	Зернштремъ	48,95	—	—	7,75	—	—	21,55	18,18	0,91	0,77	—	—	98,11
Фансгюттанъ 1879. к.	„	„	48,90	—	—	10,00	—	—	22,70	15,24	1,09	1,16	—	—	99,09
Бонгбро 1884. б.	„	Таммъ	47,56	—	—	5,48	—	—	32,26	8,65	5,06	0,38	—	1,08	100,47
Густавсфорсъ 1879. к.	„	Зернштремъ	50,10	—	—	7,75	—	—	23,80	16,34	1,48	0,50	—	—	99,97
Бонгбро 1884. б.	„	Таммъ	47,70	—	—	5,80	—	—	30,71	8,47	5,67	0,54	—	0,50	99,39
Гарнесъ 1879. к.	„	Зернштремъ	49,77	—	—	2,80	—	—	18,40	21,81	5,85	0,81	—	—	99,50
Мольнебо 1866. к.	„	Лундбергъ	48,9	—	—	5,5	—	—	30,7	10,2	4,0	0,4	—	—	99,7
Дагерфорсъ 1879. к.	„	Зернштремъ	49,60	—	—	8,67	—	—	32,60	7,72	0,49	0,64	—	—	99,72
Грензинка 1884. к.	„	„	52,32	—	—	5,77	—	—	15,05	24,39	1,53	0,81	—	—	99,87
Верхне-Туринскій заводъ 1878	„	„	51,25	—	—	17,30	—	—	26,25	2,25	1,26	0,64	—	—	98,95
Гофорсъ № 3 1879. к.	„	„	49,40	—	—	5,46	—	—	31,15	9,16	3,37	1,50	—	—	100,04
Зедерфорсъ 1879. к.	„	„	50,20	—	—	4,41	—	—	22,20	16,61	3,28	2,75	—	—	99,1[illegible]
Свартнесъ 1867	„	„	52,10	—	—	5,74	—	—	13,40	23,34	2,76	1,16	—	—	98,50
Гаммелькроппа 1884	„	„	53,20	—	—	7,15	—	—	17,40	20,39	0,40	0,82	—	—	99,45
Бонгбро 1879. п.	„	„	50,20	—	—	8,10	—	—	32,30	5,34	2,51	0,79	—	—	99,24
Мокернисгюттанъ 1866. к.	„	„	52,65	—	—	8,54	—	—	20,65	15,73	0,59	0,64	—	—	98,80
Флакъ 1876. к.	„	Ротъ	51,40	—	—	3,86	—	—	25,00	16,06	1,76	0,95	—	—	99,03
Бонгбро 1879. б.	„	Далерусъ	50,20	—	—	3,86	—	—	27,22	10,88	5,44	1,80	—	—	99,40

Содержаніе кислорода въ … / **Отношенія между кислородомъ въ** …

Названіе	SiO_2	Al_2O_3	K_2O и Na_2O	CaO	MgO	MnO	FeO	Сумма RO	SiO_2 и въ Al_2O_3 вмѣстѣ съ ΣRO	SiO_2 и въ ΣRO	MgO и въ CaO	MnO и FeO вмѣстѣ съ CaO	K_2O, Na_2O вмѣстѣ съ CaO	Al_2O_3 и въ ΣRO	Номеръ опыта, служившаго для опредѣленія количества теплоты
Кларенсъ близъ Мидлесбро 1889. п.	16,75	10,40	0,32	8,83	4,00	0,22	0,01	13,38	0,70	1,25	0,45	0,03	0,04	0,78	CXVIII.
Кольтнесъ въ Шотландіи 1879. л.	16,04	7,05	—	10,13	4,93	0,18	0,10	15,29	0,72	1,05	0,49	0,02	—	0,46	CXIX.
Гёрде 1880. Марганцовистый чугунъ	14,85	4,17	—	9,51	1,55	4,96	0,07	16,09	0,73	0,90	0,12	0,53	—	0,26	CVIII.
Фродингамъ въ Линкольншайрѣ 1879	18,48	9,22	—	10,66	1,05	0,27	0,06	12,04	0,87	1,53	0,10	0,03	—	0,77	CXVI.
Финедонъ въ Нортамптонширѣ 1879	18,58	9,00	—	11,03	0,92	0,07	0,06	12,08	0,88	1,54	0,08	0,01	—	0,75	CXVII.
Довлей въ Южномъ Валлисѣ 1879 п.	19,15	5,45	—	12,09	2,01	0,19	0,04	14,33	0,97	1,34	0,17	0,02	—	0,38	CIV.
Довлей въ Южномъ Валлисѣ 1879 б.	19,33	4,71	0,13	12,28	1,91	0,15	0,09	14,56	1,60	1,33	0,16	0,02	0,01	0,32	CIII.
Мойро въ округѣ Табергъ 1883. к.	19,76	3,46	—	4,30	11,05	0,10	0,52	15,97	1,02	1,24	2,57	0,14	—	0,22	CXXVIII.
Шлакъ изъ калильной печи зав. Зедерфорсъ 1884	16,75	1,29	—	0,41	0,03	0,22	13,99	14,65	1,05	1,14	0,07	34,66	—	0,09	CXCIX.
Шисгюттанъ 1869. Зеркальный чугунъ	19,28	2,76	—	8,39	2,43	4,27	0,04	15,13	1,08	1,27	0,29	0,51	—	0,18	CVI.
Линдефорсъ въ округѣ Табергъ к.	20,89	4,48	—	3,61	10,90	0,07	0,34	14,92	1,08	1,40	3,02	0,11	—	0,30	CXI.
Тобо 1865. к.	21,97	2,09	—	8,23	8,80	0,65	0,10	17,78	1,11	1,24	1,07	0,09	—	0,12	CV.
Эйзенерцъ въ Штейермаркѣ 1884. к.	21,65	5,29	—	7,36	4,24	2,37	0,14	14,11	1,12	1,53	0,58	0,34	—	0,37	LXXII.
Тобо 1879. к.	22,11	1,72	—	9,03	7,98	0,52	0,10	17,63	1,14	1,25	0,88	0,07	—	0,10	XCVIII.
Гагфорсъ 1883. б.	22,39	2,43	0,21	8,96	7,35	0,16	0,08	16,76	1,17	1,34	0,82	0,03	0,02	0,11	51
Фордернбергъ № 9 въ Штейермаркѣ 1881. к.	22,58	4,64	—	7,53	4,40	1,65	0,17	14,25	1,21	1,61	0,65	0,24	—	0,33	CXXXIII. LXXIV.
Домнарфветъ 1879. б.	23,38	3,88	—	10,00	3,12	0,55	0,20	13,87	1,32	1,68	0,31	0,07	—	0,28	LXXIX.
Фордернбергъ № 13 въ Штейермаркѣ, 1884. к.	23,68	4,15	—	6,96	4,56	1,94	0,23	13,69	1,33	1,73	0,66	0,31	—	0,30	CXXXIV.
Никроппа 1879. б.	25,15	2,72	—	6,23	8,87	0,48	0,17	15,75	1,36	1,60	1,42	0,10	—	0,17	XCVI.
Лонгсгюттанъ 1881. б.	24,08	2,40	—	10,53	4,10	0,50	0,06	15,19	1,37	1,58	0,39	0,05	—	0,16	CXXIV.
Форсбакка 1874. б.	23,21	1,83	0,09	11,66	2,32	0,73	0,17	14,97	1,38	1,55	0,19	0,08	0,01	0,12	43
Гагфорсъ 1879. к.	25,39	3,93	—	7,76	6,16	0,22	0,19	14,33	1,39	1,70	0,79	0,05	—	0,27	XCIII.
Сандвикенъ 1885. б.	24,54	2,02	—	9,41	5,58	1,06	0,19	15,24	1,42	1,61	0,48	0,13	—	0,13	55
Вестанфорсъ 1879. б.	24,92	2,03	—	5,46	7,34	2,51	0,16	15,47	1,42	1,61	1,34	0,49	—	0,13	XCIX.
Вестанфорсъ 1874. б.	25,07	1,12	0,22	7,64	7,23	1,01	0,10	16,20	1,45	1,55	0,95	0,15	0,03	0,07	CII.
Карльсдаль 1871. б.	25,87	1,58	—	5,75	9,51	0,19	0,58	16,03	1,47	1,61	1,65	0,13	—	0,10	53
Гофорсъ 1867. к.	24,70	2,13	—	9,73	4,10	0,60	0,12	14,55	1,48	1,70	0,42	0,07	—	0,15	XV.
Сандвикенъ 1885. б.	25,02	1,97	—	9,91	3,93	0,80	0,18	14,82	1,49	1,69	0,40	0,10	—	0,13	54
Гаммарби 1879. к.	26,10	3,61	—	6,16	7,27	0,20	0,17	13,80	1,50	1,89	1,18	0,06	—	0,26	LXXXIX.
Фансгюттанъ 1879. к.	25,60	4,66	—	6,48	5,09	0,25	0,26	12,08	1,53	2,12	0,79	0,08	—	0,39	LXXXIII.
Бонгбро 1884. б.	25,36	2,55	—	9,22	3,46	1,14	0,08	13,90	1,54	1,82	0,38	0,13	—	0,18	CXXI.
Густавсфорсъ 1879. к.	26,92	3,61	—	6,80	6,23	0,33	0,10	13,76	1,54	1,94	0,96	0,06	—	0,26	XCV.
Бонгбро 1884. б.	25,44	2,70	—	8,78	3,39	1,28	0,12	13,57	1,56	1,87	0,39	0,16	—	0,20	CXXII.
Гарнесъ 1879. к.	26,51	1,33	—	5,26	8,72	1,32	0,18	15,48	1,58	1,71	1,66	0,28	—	0,09	XCVII.
Мольнебо 1866. к.	26,08	2,56	—	8,77	4,08	0,90	0,09	13,84	1,59	1,88	0,47	0,11	—	0,11	CXXXI.
Дагерфорсъ 1879. к.	26,45	4,04	—	9,31	3,08	0,11	0,14	12,64	1,59	2,09	0,33	0,03	—	0,32	LXXXI.
Грензинка 1884. к.	27,90	2,69	—	4,30	9,75	0,34	0,18	14,57	1,62	1,91	2,27	0,12	—	0,18	CXXXVI.
Верхне-Туринскій заводъ 1878	27,33	8,06	—	7,50	0,89	0,28	0,14	8,81	1,62	3,10	0,12	0,06	—	0,91	CXX.
Гофорсъ № 3 1879. к.	26,35	2,44	—	8,90	3,66	0,76	0,33	13,65	1,64	1,93	0,41	0,12	—	0,18	LXXVII.
Зедерфорсъ 1879. к.	26,76	1,92	—	6,34	6,64	0,74	0,61	14,33	1,65	1,87	1,05	0,21	—	0,13	LXXX.
Свартнесъ 1867	27,78	2,68	—	3,83	9,34	0,61	0,26	14,04	1,66	1,98	2,44	0,23	—	0,19	CVII.
Гаммелькроппа 1884	28,87	3,38	—	4,97	8,23	0,11	0,18	13,49	1,69	2,10	1,66	0,06	—	0,25	CXXIII.
Бонгбро 1879. п.	26,76	3,77	—	9,23	2,13	0,56	0,17	12,09	1,69	2,21	0,23	0,08	—	0,31	XCI.
Мокернисгюттанъ 1866. к.	28,08	3,98	—	5,90	6,29	0,13	0,14	12,46	1,71	2,25	1,07	0,05	—	0,32	CIX.
Флакъ 1876. к.	27,42	1,80	—	7,14	6,42	0,40	0,21	14,17	1,72	1,94	0,90	0,04	—	0,13	CXXXV.
Бонгбро 1879. б.	26,77	1,80	—	7,78	4,35	1,23	0,40	13,76	1,72	1,95	0,56	0,21	—	0,13	XCII.

Изъ взвѣшеннаго шлака / **Число единицъ теплоты на вѣсовую единицу вылитаго шлака** / **Потребность въ теплотѣ, опредѣленная изъ отношенія кислорода въ $SiO_2:(Al_2O_3+\Sigma RO)$ и** / **Свойства шлаковъ**

Названіе	Вылилось въ трубку калориметра, гр.	Осталось въ тиглѣ, гр.	Число единицъ теплоты	только MgO: CaO	только Al_2O_3: ΣRO	Передъ плавленіемъ: Кристаллическій =К, стекловидн.=ст., эмалевидн. =эм.	Передъ плавленіемъ: Цвѣтъ	При выливаніи изъ тигля	По охлажденіи въ трубкѣ калориметра: Кристаллическій =К, стекловидн.=ст., эмалевидн.=эм.	По охлажденіи въ трубкѣ калориметра: Цвѣтъ	По охлажденіи въ тиглѣ: Кристаллическій =К, стекловидн.=ст., эмалевидн.=эм.	По охлажденіи въ тиглѣ: Цвѣтъ
Кларенсъ близъ Мидлесбро 1889. п.	101,64	108,6	411	520	397	К.	пепельно сѣр	скл. тян. въ н.	К. ст.	Сѣрый. желт. сѣрый	К. ст.	Сѣрый. желт. сѣрый
Кольтнесъ въ Шотландіи 1879. л.	124,21	91,2	458	515	440	К.	Сѣрый.	почти корот.	К. ст.	голуб. сѣрый желт. сѣрый	К. ст.	голуб. сѣрый желто-зелен.
Гёрде 1880. Марганцовистый чугунъ	111,09	102,4	412	не плавкій	470	К.	буроват. сѣр.	быстро твердѣетъ и кор.	К.	желт. зеленый	К.	желт. зеленый
Фродингамъ въ Линкольншайрѣ 1879	98,62	84,6	399	не плавкій	364	К. эм.	Сѣрый. голуб. сѣрый	скл. тян. въ н. почти корот.	К. ст.	голуб. сѣрый краснов. бур.	К. ст.	Сѣрый. желт. бурый
Финедонъ въ Нортамптонширѣ 1879	112,84	104,7	395	„	363	К.	Сѣрый.	короткій	К.+ст.	Сѣрый,	К.+ст.	Сѣрый.
Довлей въ Южномъ Валлисѣ 1879 п.	129,85	87,9	388	„	367	К.	„	„	К. Ст.	Сѣрый. желт. сѣрый	К. ст.	Сѣрый. желт. сѣрый
Довлей въ Южномъ Валлисѣ 1879 б.	67,83	50,4	395	„	376	К.	„	кор. и густой	К. Ст.	Сѣрый. желт. сѣрый	К.+ст.	Сѣрый.
Мойро въ округѣ Табергъ 1883. к.	53,00	151,8	433	„	418	К.	темно сѣрый	короткій	К.	темно-сѣрый	К.	темно сѣрый
Шлакъ изъ калильной печи зав. Зедерфорсъ 1884	96,35	217,4	400	—	—	К.	черный	„	К.	черный	К.	черный
Шисгюттанъ 1869. Зеркальный чугунъ	67,00	96,5	399	167	423	К.	желт. зелен.	кор. и густой	К. Ст.	желт. зелен. желт. бурый	К.	желто-зелен.
Линдефорсъ въ округѣ Табергъ к.	69,28	150,0	463	не плавкій	378	К.	темно сѣрый	быстро тверд.	К.	темно-сѣрый	К.	темно сѣрый
Тобо 1865. к.	68,46	149,6	457	500	445	К.	сѣр. и ж. зел.	и короткій	К.	сѣрый и желт.	К.	сѣрый и желт.
Эйзенерцъ въ Штейермаркѣ 1884. к.	99,81	104,0	346	470	365	К.	сѣров. желт.	почти корот.	К. Ст.	сѣров. зелен. буров. зелен.	К. ст	сѣров. зелен. буров. зелен.
Тобо 1879. к.	89,11	133,0	439	482	450	К.	сѣров. желт.	быстр. тв. и к.	К. Ст.	Сѣрый.	К.Ст.	Сѣрый.
Гагфорсъ 1883. б.	89,05	81,7	415	175	435	К.	внутри ж.-сѣр. снар. сѣрый	короткій	К. Ст.	зелен. желт. Сѣрый.	К. ст.	зелен. желт. Сѣрый.
Фордернбергъ № 9 въ Штейермаркѣ 1881. к.	104,68	107,9	340	463	370	К.	желт. бурый	нитевидный	Ст.+К.**	Сѣрый.	Ст.+К.	Сѣрый.
Домнарфветъ 1879. б.	55,07	52,2	369	442	378	К.	сѣров. бурый	почти корот.	К.**+Ст.	сѣрый	К. ст.	зелен. бурый сѣрый
Фордернбергъ № 13 въ Штейермаркѣ, 1884. к.	108,4	108,4	342	445	371	К. Ст.	желт. сѣрый зеленый	нитевидный	Ст.+К.**	зелен.-сѣрый	Ст.+К.	сѣров. зелен.
Никроппа 1879. б.	87,23	180,7	409	485	408	К.	свѣтло-сѣрый	короткій	Ст.+К.	сѣрый	К.Ст.	сѣрый
Лонгсгюттанъ 1881. б.	98,40	114,9	332	435	410	Ст.К.	зеленов. сѣрый	„	К. ст.	сѣрый почти безцв.	К.ст.	зелен. сѣрый
Форсбакка 1874. б.	90,27	71,0	381	443	426	К.	желтовато зеленовато сѣр	„	К. Ст.	сѣрый зелен. сѣрый	К. ст.	сѣр. ж. зел. сѣрый
Гагфорсъ 1879. к.	115,10	105,9	362	444	378	К. Ст.	сѣрый свѣтло зел.	нитевидный	Ст.	„	Ст.+к.	сѣрый
Сандвикенъ 1885. б.	83,19	80,8	358	425	420	К. Ст.	желт. зел. с. сѣрый	„	Ст.	сѣрый	К ст.	желт. зел. с. сѣрый
Вестанфорсъ 1879. б.	99,06	118,1	388	465	410	К. ст.	свѣтло сѣр. сѣрый	короткій	К.+Ст.К.	„	К.+ст.	сѣрый
Вестанфорсъ 1874. б.	91,10	77,3	379	440	423	К. ст.	свѣтл. зел. с. сѣрый	„	Ст.+к.	„	К+К.Ст.+ст	„
Карльсдаль 1871. б.	79,61	86,3	431	485	420	К.+ст.	сѣрый	скл. т. въ нит.	К. Ст.	„	К.+К.Ст.	свѣтло сѣрый
Гофорсъ 1867. к.	57,89	63,8	368	413	405	К.Ст.	зелен. сѣрый	нитевидный	Ст.+К.	зелен. сѣрый	Ст.+К.	зеленов.-сѣрый
Сандвикенъ 1885. б.	99,36	68,0	367	415	409	К. Ст.	желт. зел. с. сѣрый	короткій	Ст.+Ст.к.	свѣтло-сѣрый	К.	желт.-сѣрый
Гаммарби 1879. к.	147,83	75,3	384	452	375	К.Ст.	гол. зел. сѣр.	нитевидный	Ст.	сѣрый	Ст	сѣрый
Фансгюттанъ 1879. к.	118,54	100,0	376	430	358	К. Ст.	свѣтло сѣр. свѣтло зел.	„	Ст.+К.**	„	Ст.	„
Бонгбро 1884. б.	128,19	90,3	364	415	395	К. Ст.	свѣтл. зел. с. сѣрый	„	Ст.	„	Ст.+к.	„
Густавсфорсъ 1879. к.	112,19	102,6	368	440	375	К. Ст.	сѣрый сѣров. зел.	короткій	К.+ст.	„	К.+Ст.	„
Бонгбро 1884. б.	109,12	103,7	348	418	387	К. Ст.	свѣтл. зел. с. сѣрый	нитевидный	Ст.	„	Ст.+К.	„
Гарнесъ 1879. к.	110,11	90,0	449	490	420	К.	буров. сѣрый	короткій	К ст	свѣтло-сѣрый сѣрый	К.	желт. зел. сѣр.
Мольнебо 1866. к.	139,63	81,60	343	420	416	К. Ст.	свѣтло сѣр. сѣрый	нитевидный	Ст.	сѣрый	Ст.	сѣрый
Дагерфорсъ 1879. к.	124,02	77,5	351	424	362	К. Ст.	сѣрый сѣров. зел.	„	Ст.+К.**	„	Ст.+к.	„
Грензинка 1884. к.	136,75	84,1	435	не плавкій	392	К.	свѣтло сѣрый	короткій	К.+Ст.к.	свѣтло-сѣрый	Ст.К.	„
Верхне-Туринскій заводъ 1878	75,59	141,8	368	445	379	Ст.	сѣрый	нитевидный	Ст.	сѣрый	Ст	„
Гофорсъ № 3 1879. к.	109,36	149,4	367	420	390	К. Ст.	сѣрый зеленый	почти корот.	К.+Ст.	„	К.+ст.	„
Зедерфорсъ 1879. к.	81,13	101,3	405	460	409	К. Ст.	пепельн. сѣр зеленый	„	К. Ст.	пепельно сѣр. сѣров.-зелен.	К. ст.	пепельн. сѣр. сѣрый
Свартнесъ 1867	80,86	144,6	428	не плавкій	385	К.	свѣтло сѣр.	короткій	К.+ст.	сѣрый	К.	сѣрый
Гаммелькроппа 1884	88,82	127,6	401	500	371	К. К.Ст.	пепельн. с. голуб. сѣр.	„	К ст	пепельно-сѣр. сѣрый	К ст.	пепельн. сѣр. сѣрый
Бонгбро 1879. п.	108,94	107,4	366	442	360	К. Ст.	свѣтло сѣр. сѣрый	нитевидный	Ст.	сѣрый	Ст.	сѣрый
Мокернисгюттанъ 1866. к.	96,64	116,2	377	465	359	К. Ст.	желто сѣр. сѣрый	вѣск. тян. въ н.	К.+Ст.	„	К.+Ст.	„
Флакъ 1876. к.	50,62	166,8	414	460	408	К. Ст	свѣтло сѣр. сѣрый	кор. и густой	К.+ст.	„	К.+Ст.	„
Бонгбро 1879. б.	100,09	118,0	370	434	408	К. Ст.	свѣтло сѣр. сѣрый	едва т. въ н.	К.+Ст.	„	К.+Ст.	„

*) Включая въ это число кислородъ FeO, соотвѣтствующей 6,31 Fe_2O_3, причемъ предполагается, что окись желѣза возстановилась въ угольномъ тиглѣ.
**) Частью распадается въ порошокъ.

Таблица VIII. Составъ доменныхъ и другихъ шлаковъ и потребленіе ими теплоты при плавленіи.

Названіе доменной печи, въ которой полученъ шлакъ, и сорта выплавленнаго чугуна.
к. — кричный чугунъ. п. — пудлинговый чугунъ. б — бессемеровскій чугунъ. л. — литейный чугунъ.

Названіе доменной печи, въ которой полученъ шлакъ, и сорта выплавленнаго чугуна	Горючій матеріалъ, употр. при доменной плавкѣ	Фамилія аналитика	Составъ шлаковъ: SiO_2 %	Al_2O_3 %	K_2O %	Na_2O %	CaO %	MgO %	MnO %	FeO %	CaS %	Сумма
Гаммельбо 1865. к.	древ. уголь	Линдбергъ	53,57	6,46	—	—	22,12	16,42	0,57	0,68	—	99,81
Гаммарбю 1867. к.	„	Абрамсенъ	52,3	5,0	—	—	26,0	14,2	0,5	1,1	—	99,1
Лёллингъ въ Каринтіи 1884. к.	„	Зернштремъ	52,45	12,80	—	—	19,15	3,47	11,53	0,45	—	99,85
Хорткварнъ 1879. к.	(2/3 др. угля 1/3 торфа)	Виттъ и Эссенъ	51,76	6,83	—	—	27,27	4,35	0,44	8,69	0,59	99,93
Кленсгюттанъ 1879. к.	древ. уголь	Зернштремъ	53,45	10,69	—	—	30,60	2,99	0,38	1,29	—	99,40
Норнъ 1879. к.	„	„	52,25	3,20	—	—	36,15	6,22	1,30	0,58	—	99,70
Старбо 1879. к.	„	„	53,40	5,71	—	—	31,70	7,54	0,53	1,03	—	99,91
Омингъ 1867. л. изъ озерныхъ рудъ	„	Зернштремъ	57,84	24,92	—	—	4,21	3,85	6,18	2,72	—	99,72
Вакмансгюттанъ 1879. к.	„	Эриксонъ	53,70	7,00	—	—	30,50	6,19	1,89	0,64	—	99,92
Хефтъ въ Каринтіи 1884. б.	„	„	55,20	10,20	—	—	15,15	7,20	10,35	0,40	—	98,50
Бофорсъ 1879. к.	„	„	55,70	6,33	—	—	19,75	16,18	1,05	0,90	—	99,91
Лефсьонъ 1854. л.	„	„	54,00	5,37	0,51	0,53	27,75	8,67	0,91	2,06	—	99,80
Бессемеровскій шлакъ изъ Лонгсгюттанъ 1884.	—	„	47,34	3,52	—	—	0,45	0,03	39,42	9,06	—	99,82
Далькарльсгюттанъ 1879. к.	„	„	53,15	1,16	—	—	35,95	6,82	0,48	1,67	—	99,73
Суппемо 1866. к.	„	„	55,60	5,86	—	—	24,90	11,07	1,09	1,30	—	99,82
Саткинскій заводъ 1878	„	„	57,10	11,27	—	—	15,20	10,02	4,68	0,90	—	99,17
Форсбакка 1877.	„	Лундквистъ	53,95	2,57	0,06	0,61	35,82	4,12	2,11	0,74	—	99,98
Бьорнсгюттанъ 1879. к.	„	Зернштремъ	55,70	10,95	—	—	27,25	2,27	0,42	1,90	—	98,49
Зеглисбергъ 1879. к.	„	„	56,30	3,09	—	—	22,20	13,82	8,19	1,29	—	99,89
Гассельфорсъ 1884. к.	„	„	57,20	4,79	—	—	24,70	10,89	0,82	1,63	—	100,03
Бессемеровскій шлакъ изъ Сандвикена 1885.	—	Эриксонъ	49,71	2,69	—	—	0,36	—	36,26	11,49	—	100,71
Далькарльсгюттанъ 1877. к.	„	Сьефаль	56,0	1,9	—	—	34,7	7,0	0,1	0,2	—	99,9
Бессемеровскій шлакъ изъ Сандвикена 1885.	—	Эриксонъ	50,11	3,33	—	—	0,21	0,11	31,46	15,[illegible]2	—	100,64
Гефорсъ 1879. к.	„	Зернштремъ	56,00	3,20	—	—	29,65	5,15	4,04	1,41	—	99,45
Гульдсмедсгюттанъ 1879. б.	древ. уголь	Зернштремъ	56,35	1,88	—	—	33,60	6,26	0,59	1,03	—	99,71
Ульфсгюттанъ 1879. б.	„	„	58,50	3,70	—	—	25,60	10,13	0,71	1,29	—	99,93
Зеглингсбергъ 1873. к.	„	Бергендаль	57,80	1,48	—	—	27,60	9,55	1,47	1,13	—	99,03
Зедерфорсъ 1879. л.	„	Форсгренъ	60,5	4,3	—	—	19,5	10,9	2,2	2,3	—	99,7
Зедерфорсъ 1877. л.	„	Шарлевиль	62,69	4,81	—	—	16,46	13,73	1,83	1,93	—	99,95
Карльсдаль 1849	„	Порселіусъ	61,97	4,20	—	—	17,35	13,26	0,29	1,10	1,44	99,61
Таизо 1852	древ. уголь	Зеттерфоль	63,55	3,86	—	—	27,00	2,24	0,75	1,98	—	99,38
Финспонгъ 1827. л.	„	Зернштремъ	64,80	4,67	—	—	22,05	4,64	1,80	1,98	—	99,94

Названіе доменной печи	Содержаніе кислорода въ: SiO_2	Al_2O_3	K_2O и Na_2O	CaO	MgO	MnO	FeO	Въ суммѣ RO	Отношенія между кислородомъ въ: SiO_2 и въ Al_2O_3 вмѣстѣ съ ΣRO	SiO_2 и въ ΣRO	MgO и въ CaO	MnO и FeO вмѣстѣ съ CaO	K_2O, Na_2O вмѣстѣ съ CaO	Al_2O_3 и въ ΣRO
Гаммельбо 1865. к.	28,57	3,01	—	6,32	6,56	0,13	0,15	13,16	1,77	2,17	1,04	0,04	—	0,23
Гаммарбю 1867. к.	27,9	2,3	—	7,4	5,7	0,1	0,2	13,4	1,78	2,08	0,77	0,04	—	0,17
Лёллингъ въ Каринтіи 1884. к.	27,97	5,96	—	5,47	1,39	2,60	0,10	9,56	1,80	2,93	0,25	0,49	—	0,62
Хорткварнъ 1879. к.	27,61	3,18	—	7,79	1,74	0,10	1,93	11,56	1,87	2,39	0,22	0,26	—	0,28
Кленсгюттанъ 1879. к.	28,51	4,96	—	8,74	1,19	0,08	0,29	10,30	1,87	2,77	0,14	0,04	—	0,18
Норнъ 1879. к.	27,86	1,49	—	10,33	2,49	0,29	0,13	13,24	1,89	2,10	0,24	0,04	—	0,11
Старбо 1879. к.	28,45	2,66	—	9,06	3,01	0,12	0,23	12,42	1,89	2,29	0,33	0,04	—	0,21
Омингъ 1867. л. изъ озерныхъ рудъ	30,82	11,61	—	1,20	1,54	1,39	0,60	4,73	1,89	6,52	1,28	1,66	—	2,47
Вакмансгюттанъ 1879. к.	28,64	3,26	—	8,71	2,47	0,42	0,14	11,74	1,91	2,44	0,28	0,06	—	0,28
Хефтъ въ Каринтіи 1884. б.	27,44	4,75	—	4,33	2,88	2,33	0,10	9,64	1,91	2,84	0,68	0,56	—	0,49
Бофорсъ 1879. к.	29,71	2,95	—	5,62	6,47	0,23	0,20	12,52	1,92	2,37	1,15	0,08	—	0,24
Лефсьонъ 1854. л.	28,80	2,50	0,23	7,93	3,46	0,22	0,46	12,30	1,95	2,34	0,14	0,09	0,03	0,20
Бессемеровскій шлакъ изъ Лонгсгюттанъ 1884.	25,25	1,64	—	0,13	0,01	8,88	2,01	11,03	1,99	2,29	0,08	83,77	—	0,15
Далькарльсгюттанъ 1879. к.	28,34	0,77	—	10,17	2,72	0,11	0,37	13,37	2,00	2,12	0,27	0,05	—	0,16
Суппемо 1866. к.	29,65	2,73	—	7,11	4,42	0,24	0,30	12,07	2,00	2,46	0,62	0,08	—	0,23
Саткинскій заводъ 1878	30,45	5,25	—	4,34	4,00	1,05	0,20	9,59	2,05	3,18	0,92	0,29	—	0,55
Форсбакка 1877.	28,77	1,20	0,17	10,23	1,65	0,48	0,16	12,69	2,07	2,27	0,16	0,06	0,02	0,09
Бьорнсгюттанъ 1879. к.	29,71	5,10	—	7,78	0,91	0,09	0,42	9,20	2,08	3,23	0,12	0,07	—	0,55
Зеглисбергъ 1879. к.	30,03	1,41	—	6,34	5,52	0,72	0,29	12,87	2,10	3,23	0,87	0,16	—	0,11
Гассельфорсъ 1884. к.	30,51	2,28	—	7,06	4,35	0,18	0,36	11,95	2,15	2,55	0,62	0,08	—	0,19
Бессемеровскій шлакъ изъ Сандвикена 1885.	26,51	1,35	—	0,10	—	8,17	2,56	10,82	2,18	2,45	—	107,20	—	0,12
Далькарльсгюттанъ 1877. к.	29,9	0,9	—	9,90	2,60	0,03	0,04	12,77	2,19	2,34	0,28	0,01	—	0,07
Бессемеровскій шлакъ изъ Сандвикена 1885.	26,73	1,55	—	0,06	0,04	7,09	3,43	10,62	2,20	2,52	0,67	175,33	—	0,15
Гефорсъ 1879. к.	29,87	1,49	—	8,47	2,06	0,99	0,13	11,83	2,21	2,52	0,24	0,15	—	0,13
Гульдсмедсгюттанъ 1879. б.	30,05	0,88	—	9,60	2,50	0,13	0,23	12,46	2,25	2,41	0,26	0,04	—	0,07
Ульфсгюттанъ 1879. б.	31,20	1,72	—	7,30	4,04	0,16	0,29	11,79	2,31	2,65	0,55	0,06	—	0,15
Зеглингсбергъ 1873. к.	30,83	0,69	—	7,89	3,82	0,33	0,25	12,29	2,38	2,51	0,48	0,07	—	0,06
Зедерфорсъ 1879. л.	32,27	2,00	—	5,57	4,36	0,50	0,51	10,94	2,49	2,95	0,78	0,18	—	0,18
Зедерфорсъ 1877. л.	33,44	2,01	—	4,42	5,49	0,41	0,42	10,74	2,62	3,11	1,28	0,19	—	0,19
Карльсдаль 1849	33,05	1,96	—	4,96	5,30	0,06	0,24	10,56	2,64	3,13	1,07	0,06	—	0,19
Таизо 1852	33,89	1,80	—	7,71	0,90	0,17	0,44	9,22	3,08	3,68	0,12	0,08	—	0,20
Финспонгъ 1827. л.	34,56	2,15	—	6,30	1,85	0,50	0,44	8,99	3,09	3,84	0,29	0,13	—	0,24

Названіе доменной печи	Номеръ опыта, служившаго для опредѣленія количества теплоты	Изъ полученнаго шлака: Вылилось въ трубку калориметра, гр.	Осталось въ тиглѣ, гр.	Число единицъ теплоты на плавку единицу вылитаго шлака	Потребность въ теплотѣ, опредѣленная изъ отношенія кислорода въ $SiO_2:(Al_2O_3+\Sigma RO)$ и только MgO: CaO	только $Al_2O_3:\Sigma RO$	Свойства шлаковъ. Передъ плавленіемъ: Кристаллическій =К, стекловидн.=ст., эмалевидн.=эм.	Цвѣтъ	При выливаніи изъ тигля	По охлажденіи въ трубкѣ калориметра: Кристаллическій =К, стекловидн.=ст., эмалевидн.=эм.	Цвѣтъ	По охлажденіи въ тиглѣ: Кристаллическій =К, стекловидн.=ст., эмалевидн.=эм.	Цвѣтъ
Гаммельбо 1865. к.	44	96,28	72,9	410	465	370	К.	свѣтло-сѣрый	вѣск. нитев.	Ст. к.	Сѣрый бѣлый	К. ст.	свѣтло сѣр. сѣрый
Гаммарбю 1867. к.	CXIV	91,33	127,8	396	450	392	К. Ст.	сѣрый сѣров. зел.	нитевидный	К. Ст.	сѣрый сѣр. зелен.	Ст к.	сѣров. зел. сѣрый
Лёллингъ въ Каринтіи 1884. к.	LXXVI	133,71	67,6	353	448	361	К.	желто-зелен.	тяг. нити	Ст. к.	сѣр. бурый желт. зелен.	Ст. к.	сѣр. бурый желт. сѣрый
Хорткварнъ 1879. к.	52	80,54	82,0	374	415	357	К. Ст.	черный темно-зел.	нитевидный	Ст.	темно зеленый	Ст.	темно-зелен.
Кленсгюттанъ 1879. к.	LXXXVII	79,86	135,4	361	455	355	Ст.	сѣров. зелен.	тяг. нити	Ст. к. *)	сѣр.зеленый сѣрый	Ст.	сѣров.зеленый
Норнъ 1879. к.	C	76,04	141,4	403	440	420	К. Ст.	сѣрый сѣров. зел.	короткій	К.+ст.	сѣрый	К.+ст.	сѣрый
Старбо 1879. к.	CI	138,47	80,2	361	422	370	К. Ст.	свѣтло сѣр. свѣтло зел.	нитевидный	Ст	сѣр. зеленый	Ст.	сѣров.зеленый
Омингъ 1867. л. изъ озерныхъ рудъ	CCXX	76,43	61,2	406	470	415	Ст.	Сѣрый.	в. вязкія нит.	Ст.	темно-зелен. и непрозрачный	Ст.	темно сѣрый и непрозрачн.
Вакмансгюттанъ 1879. к.	LXXXVI	92,25	96,9	342	433	355	К. Ст.	Сѣрый сѣров. зелен.	нитевидный	Ст.+к.	сѣрый	Ст.+к.	сѣрый
Хефтъ въ Каринтіи 1884. б.	LXXV	130,88	94,4	354	440	355	К. Эм.	желто-зелен. голуб.сѣрый	короткій	Ст К. *)	сѣр. бурый сѣрый	Ст. К.	сѣр. бурый сѣрый
Бофорсъ 1879. к.	LXXVIII	98,71	133,7	403	465	364	Ст. К.	сѣрый сѣр. зелен.	короткій	К. ст.	сѣрый сѣр. зелен.	К. ст.	сѣрый сѣр. зелен.
Лефсьонъ 1854. л.	CXV	114,30	107,9	362	380	369	Ст.	пепельно сѣр.	нитевидный	Ст. к.	сѣр. зелен. сѣрый	Ст. к.	сѣр. зелен. сѣрый
Бессемеровскій шлакъ изъ Лонгсгюттанъ 1884.	CXXV	104,86	111,7	350	—	395	К. Эм.	желт. красн желт. зелен.	короткій	К. Эм.	красн. сѣр желт. зелен	К.	красн. сѣрый
Далькарльсгюттанъ 1879. к.	LXXXV	102,61	112,2	405	431	447	К. Ст.	сѣрый голубо сѣр.	„	К Ст.	сѣрый голуб. зел.	К. Ст.	сѣрый голуб. зел.
Суппемо 1866. к.	CX	93,62	142,6	378	426	362	К. Ст.	сѣрый сѣр. зелен.	нитевидный	Ст. к.	сѣров. зел. свѣтло сѣр.	К. Ст.	свѣтл. сѣрый сѣр. зелен.
Саткинскій заводъ 1878	CXXIX	85,70	129,1	380	440	359	Ст.	Сѣрый.	вязкія нити	Ст.	сѣрый	Ст.	сѣрый
Форсбакка 1877.	50	76,85	88,6	421	440	416	Ст.К. К.	сѣр.зеленый пепельн.сѣр.	короткій	К.Ст.	„	К.Ст.	„
Бьорнсгюттанъ 1879. к.	CXXXII	99,16	70,2	357	450	359	К. Ст.	зеленов сѣрый сѣров.-зелен.	нитевидный	Ст.	„	Ст.	„
Зеглисбергъ 1879. к.	XC	71,69	159,5	404	435	404	К. Ст.	свѣтло сѣр. сѣр. зелен.	почти коротк.	К Ст	свѣтло сѣр. сѣров. зел.	К. Ст.	свѣтло сѣр. сѣров. зел.
Гассельфорсъ 1884. к.	CXXVI	116,31	105,0	376	380	364	К. Ст	зелен.сѣрый сѣр. зелен.	нитевидный	Ст К	зелен. сѣр. свѣтло сѣр.	Ст К.	сѣр. зелен. свѣтл.сѣрый
Бессемеровскій шлакъ изъ Сандвикена 1885.	57	46,44	119,8	373	—	387	К. Эм.	бур. красн. желт. зел.	короткій	Эм.	желт. зелен	К. Эм.	бур. красн. желт. зелен.
Далькарльсгюттанъ 1877. к.	CXII	40,63	175,5	389	400	412	К. Ст.	Сѣрый. сѣр. зелен.	„	К.Ст.+ст.	сѣрый	К.+ст.	сѣрый
Бессемеровскій шлакъ изъ Сандвикена 1885.	56	72,08	89,5	370	—	376	К. Эм.	буров. красн желт. зел.	„	Эм.	желт. зелен	Эм.	желт. зеленый
Гефорсъ 1879. к.	XCIV	126,48	91,4	350	404	376	—	—	нитевидный	Ст.	сѣрый	Ст.	сѣрый
Гульдсмедсгюттанъ 1879. б.	LXXXIV	89,99	130,8	400	403	412	К. Ст.	сѣрый сѣров. зелен.	почти коротк.	К.+Ст.	голуб. сѣрый	К.+ст.	голуб. сѣрый
Ульфсгюттанъ 1879. б.	LXXXII	102,91	110,8	365	380	365	К. Ст.	голуб. сѣрый сѣр. зелен	нитевидный	Ст.	сѣр. зеленый	Ст.	сѣров. зелен.
Зеглингсбергъ 1873. к.	CXIII	104,67	103,7	373	370	410	К.	свѣтл.зел-сѣр.	„	Ст.	сѣрый	Ст.	сѣрый
Зедерфорсъ 1879. л.	CXXVII	85,87	136,3	388	388	348	Эм. к.	голубой свѣтло сѣр	вязкія нити	Ст.эм.	сѣр. зеленый	Эм.	голубой
Зедерфорсъ 1877. л.	45	79,33	87,9	395	407	319	Эм.	голуб. сѣрый	„	Эм.	гол. сѣрый	Эм.	голуб. сѣрый
Карльсдаль 1849	36	95,13	73,13	403	404	349	Эм. к.	св. гол. сѣр. свѣтло сѣр	„	Эм ст.	голубой сѣрый	Эм.	„
Таизо 1852	37	81,74	80,3	383	388	355	Эм.	голуб. сѣрый	в. вязкія нити	Эм. ст.	голубой сѣрый	Эм.	голубой
Финспонгъ 1827. л.	CXXX	69,30	88,07	387	397	365	Эм. к.	гол. сѣрый черный	„	Эм. ст.	голубой зеленый	Эм.	голуб. зелен.

*) Легко распадается въ порошокъ.

марганца на потребность въ теплотѣ, необходимой для плавленія доменныхъ шлаковъ, вовсе не такъ велико, какъ обыкновенно думаютъ.

Что касается вліянія щелочей, то оно оказывается слишкомъ незначительнымъ, въ чемъ легко убѣдиться, взглянувъ на табл. VII и VIII, которыя не дозволяютъ замѣтить рѣшительно никакой зависимости между содержаніемъ щелочей и уменьшеніемъ потребности въ теплотѣ.

Минералогическія соображенія даютъ основаніе предполагать, что закись желѣза и, въ большинствѣ случаевъ, также закись марганца замѣщаютъ въ шлакахъ магнезію На этомъ основаніи въ табл VII и VIII показано отношеніе кислорода этихъ веществъ къ кислороду извести, такъ-что, прилагая это отношеніе къ отношенію кислорода (MgO:CaO), весьма часто удается получить, съ минералогической точки зрѣнія, болѣе вѣрное пропорціональное число, чѣмъ то, которое получается исключительно на основаніи отношенія извести къ магнезіи. Однако, числовыя величины, относящіяся до теплоты, которыя противорѣчатъ полученнымъ описаннымъ образомъ суммамъ отношеній, не могутъ быть разсматриваемы какъ результатъ недостатка опытовъ касательно дѣйствія закиси марганца на силикаты извести и магнезіи.

Температуры плавленія и теплоемкость доменныхъ шлаковъ.

При первыхъ опытахъ надъ двумя наиболѣе легкоплавкими доменными шлаками были получены весьма низкія цыфры для числа единицъ теплоты, именно 320. При этомъ, однако, выливалось въ калориметръ, гораздо меньше шлака, сравнительно съ количествомъ его, остававшимся въ тиглѣ въ затвердѣвшемъ состояніи. При повтореніи этого опыта было получено вмѣсто 320—340 ед. теплоты и еще болѣе высокія цыфры. Такъ-какъ далѣе самыя низкія минимальныя значенія въ рядахъ шлаковъ различнаго состава, полученныхъ синтетическимъ путемъ, колебались между 340 и 350 единицами теплоты, то можно съ большою увѣренностью сказать, что потребность въ теплотѣ для полнаго сплавленія такихъ силикатовъ, какими представляются доменные шлаки, только въ рѣдкихъ случаяхъ оказывается ниже 340 единицъ теплоты. Съ другой стороны, ни для одного изъ доменныхъ шлаковъ не было получено числа, превосходящаго 463 ед. теплоты, а потому можно сказать, что при доменной плавкѣ только въ весьма рѣдкихъ случаяхъ можно встрѣтить шлаки болѣе трудноплавкіе, чѣмъ богатый магнезіею шлакъ, выплавленный на заводѣ Линдефорсъ изъ рудъ Таберга, который и далъ вышеприведенный результатъ.

Чтобы представить далѣе еще одно доказательство, въ дополненіе ко многимъ уже приведеннымъ, въ пользу того, на сколько болѣе вліяетъ на плавкость, въ извѣстныхъ границахъ, отношеніе основаній другъ къ другу, чѣмъ степень окремненія,—достаточно указать на то, что наиболѣе

легкоплавкіе и наиболѣе трудноплавкіе изъ всѣхъ изслѣдованныхъ шлаковъ принадлежатъ къ 1,21—и 1,08 силикатамъ, между тѣмъ какъ изслѣдованные шлаки представляли собою вообще различные силикаты, отъ 0,5 —до 4— силикатовъ включительно, съ мало различавшеюся потребностью въ теплотѣ, отъ 369 до 424 ед. теплоты, слѣд. они обнимали собою крайнія степени окремненія.

Съ нѣкоторыми рядами шлаковъ, полученныхъ синтетическимъ путемъ, опыты продолжались до такой трудноплавкости, что потребность въ теплотѣ значительно превзошла тѣ 436 ед. теплоты, которыя были необходимы для плавленія шлаковъ завода Линдефорсъ. Наивысшее число единицъ теплоты, оказавшееся необходимымъ для плавленія подобныхъ шлаковъ, составляло 540. Однако, многіе опыты надъ плавленіемъ силикатовъ, которые, по всей вѣроятности, должны были дать меньшее число единицъ теплоты, не удавались, ибо шлакъ не получался столь жидкимъ, чтобы могъ быть вылитъ въ трубку калориметра. Не смотря на всѣ старанія вести опыты такимъ образомъ, чтобы шлаки подвергались возможно сильному жару, далеко не всегда удавалось получить столь высокую температуру, чтобы въ извѣстныхъ рядахъ опытовъ предѣльные силикаты сложнаго состава могли-бы выливаться изъ тигля.

Какъ выше было упомянуто, сплавъ изъ двухъ частей платины и одной части золота не плавился ни при одномъ изъ опытовъ, при которыхъ этотъ сплавъ помѣщался въ печь, хотя были употребляемы всѣ мѣры, чтобы получить возможно сильный жаръ. Однако, я нисколько не сомнѣваюсь въ томъ, что этотъ сплавъ сплавился-бы, если-бы находился въ печи въ то время, когда была опредѣлена наибольшая потребность въ теплотѣ—въ 540 ед. теплоты, хотя есть основаніе предполагать, что операція вставленія маленькой чашечки, въ которую помѣщаются сплавы, препятствовало-бы полученію столь сильнаго жара, котораго можно было достичь безъ вышеупомянутаго условія. Съ другой стороны, сплавъ изъ равныхъ частей золота и платины плавился при всѣхъ опытахъ, при которыхъ онъ только употреблялся, даже въ тѣхъ случаяхъ, когда имѣла мѣсто наименьшая степень накаливанія при данномъ опытѣ. Отсюда можно вывести заключеніе, что жаръ въ печи, при производствѣ описываемыхъ опытовъ, достигалъ 1400° и 1500°. По этой причинѣ, многіе изъ наиболѣе легкоплавкихъ шлаковъ должны были быть передъ выливаніемъ въ калориметръ довольно долго охлаждаемы; въ то-же время, съ другой стороны, не смотря на большую скорость производства опыта, далеко не всегда удавалось вылить достаточное количество наиболѣе трудноплавкаго шлака, прежде чѣмъ онъ затвердѣвалъ.

При этомъ необходимо замѣтить, что многіе шлаки, которые частью вслѣдствіе избытка кремневой кислоты, частью вслѣдствіе большаго содержанія глинозема, оказывались особенно густоплавкими, выливались въ кало-

риметръ съ большимъ трудомъ, хотя они и не обнаруживали такой большой потребности въ теплотѣ, какъ многіе другіе шлаки, обладавшіе противоположными свойствами. На основаніи вышесказаннаго, я не могу не указать на одинъ фактъ, который не считаю однако вполнѣ доказаннымъ, именно, что теплоемкость шлаковъ, богатыхъ кремневой кислотой и глиноземомъ, вообще нѣсколько ниже теплоемкости основныхъ и бѣдныхъ глиноземомъ шлаковъ. Говоря другими словами, кажется, что температура плавленія нѣкоторыхъ шлаковъ вовсе не настолько ниже температуры плавленія другихъ шлаковъ, такъ какъ количества теплоты, поглощаемыя при плавленіи первыми, оказывались меньше таковыхъ-же количествъ для послѣднихъ шлаковъ. Такъ-какъ въ настоящее время мы часто употребляемъ выраженіе плавкость, то необходимо замѣтить, что подъ этимъ словомъ надо разумѣть не температуру плавленія, но количество теплоты, необходимое для полнаго расплавленія шлака, которое опредѣлялось при посредствѣ описываемыхъ опытовъ.

Конечно, было-бы лучше знать точно то и другое, но опредѣленіе температуры плавленія связано съ такими большими затрудненіями, преодолѣть которыя я не надѣялся. Къ счастью, можно сказать, что знаніе количества теплоты, необходимаго для плавленія шлака, имѣетъ для практики большее значеніе. Если-бы теплоемкость или удѣльная теплота различныхъ шлаковъ была-бы одинакова, то температуру плавленія ихъ можно было-бы опредѣлить съ точностью, раздѣливъ потребность въ теплотѣ, необходимой для плавленія извѣстнаго шлака, на число, выражающее собою теплоемкость. Но такъ-какъ теплоемкость различныхъ шлаковъ не одинакова въ чемъ убѣждаютъ насъ и описываемые опыты, то во всѣхъ случаяхъ знаніе количества теплоты, потребной для плавленія, оказывается болѣе важнымъ, чѣмъ знаніе температуры плавленія, въ особенности, когда распредѣленіе теплоты по самой массѣ, если теплоемкость вещества незначительна, требуетъ само по себѣ болѣе высокой температуры.

Ринманъ (Ofversigt af Vetenskaps—Akademiens Förhandlingar 1865, 333), на основаніи своихъ опытовъ надъ доменнымъ шлакомъ съ завода Bredsjo, опредѣляетъ теплоемкость только что расплавившагося доменнаго шлака въ 0,31. Почти такую-же или нѣсколько меньшую величину получилъ *Шинцъ* (Documente betreffend den Hochofen 1, 31), тогда какъ *Грунеръ* (Annales des mines, 7 ser. Tome IV, p. 251) опредѣляетъ теплоемкость расплавленнаго шлака въ 0,325.

Если мы желаемъ знать, какія температуры имѣли-бы наиболѣе легкоплавкіе и наиболѣе трудноплавкіе шлаки въ моментъ ихъ плавленія, если-бы теплоемкость всѣхъ шлаковъ равнялась 0,31, то, раздѣливъ 340:0,31, получимъ для болѣе легоплавкихъ 1097°, а для болѣе трудноплавкихъ 540:0,31 = 1742°. Изъ этихъ двухъ чиселъ едва-ли хоть одно будетъ вѣрнымъ, ибо 1097° вызываетъ только умѣренно-желтое каленіе, а между тѣмъ и легко-

плавкіе шлаки должны издавать болѣе яркій свѣтъ, для того, чтобы можно было ихъ вылить въ калориметръ. Такое явленіе зависитъ, вѣроятно, отъ того, что теплоемкость нѣкоторыхъ расплавленныхъ шлаковъ можетъ опуститься до 0,29; это число соотвѣтствуетъ, въ случаѣ легкоплавкихъ шлаковъ, температурѣ плавленія въ 1172°.

Еще вѣроятнѣе, что многіе шлаки въ расплавленномъ состояніи должны имѣть теплоемкость выше 0,31. Дѣйствительно, температура въ печи, если производятся опыты при ея дѣйствіи, никогда не превосходитъ 1500°, а такъ-какъ шлакъ при выливаніи, естественно, долженъ быть далеко не такъ горячъ, какъ въ печи, гдѣ онъ имѣетъ наивысшую температуру, то можно допустить съ большою вѣроятностью, что если температура въ печи при нѣкоторыхъ опытахъ и превосходила 1500°, то всетаки ни одинъ изъ изслѣдованныхъ шлаковъ не имѣлъ при выливаніи въ калориметръ температуру выше 1500°.

Если такое предположеніе справедливо, то теплоемкость тѣхъ изъ изслѣдованныхъ шлаковъ, которые требовали наибольшаго количества теплоты, должна быть 540:1500=0,36. Если мы остановимся на наиболѣе трудноплавкомъ изъ настоящихъ доменныхъ шлаковъ, именно на шлакахъ завода Линдефорсъ, которые имѣли, какъ надо думать, при выливаніи въ калориметръ, температуру не свыше 1400°, то теплоемкость ихъ, присказанномъ предположеніи, должна равняться 463:1400=0,33. На этомъ основаніи можно принять, что теплоемкость доменныхъ шлаковъ въ моментъ ихъ плавленія измѣняется отъ 0,29 до 0,33, а въ обыкновенныхъ случаяхъ лежитъ между 0,30 и 0,32.

Въ эту теплоемкость, естественно, входитъ и скрытая теплота, которая, безъ сомнѣнія, для различныхъ шлаковъ обнаруживаетъ большія измѣненія, чѣмъ теплоемкость. *Ринманъ* (Oevrs. af Vet. Akad. Förh. 1865, 335) опредѣлилъ для шлака, нѣсколько кислаго и богатаго магнезіею, скрытую теплоту плавленія въ 120 ед. теплоты, а для богатаго магнезіею, основнаго шлака изъ Даннемора—въ 91 ед. теплоты, тогда какъ *Грунеръ* (Ann. des mines. 7 ser. T. IV. 239) нашелъ для доменнаго шлака, еще болѣе богатаго магнезіею, но менѣе основнаго, скрытую теплоту плавленія 50 ед. теплоты.

Такъ какъ опытъ скоро показалъ мнѣ, на сколько трудно съ точностью опредѣлить, когда шлакъ представляется вполнѣ расплавившимся, и такъ какъ, кромѣ того, для опредѣленія скрытой теплоты плавленія необходимо умѣть опредѣлить, когда тотъ же самый шлакъ, сохраняя одну и ту же температуру, постепенно затвердѣетъ, что рѣшительно невозможно даже не при слишкомъ незначительномъ количествѣ шлака, такъ какъ наружный слой, затвердѣвающій первымъ, всегда уже охладится до температуры плавленія, прежде чѣмъ затвердѣютъ внутреннія части,—то я рѣшилъ отказаться отъ всякихъ опытовъ съ цѣлью опредѣлить съ большею точностью скрытую теплоту плавленія.

Я держусь, между прочимъ, того мнѣнія, что наибольшая потребность въ теплотѣ соотвѣтствуетъ такимъ шлакамъ, которые переходятъ изъ совершенно жидкаго въ совершенно твердое состояніе вдругъ. Напротивъ того, для большаго числа шлаковъ, частью кислыхъ, а частью съ большимъ содержаніемъ глинозема, вслѣдствіе того, что они должны пройти всѣ степени вязкости, переходъ изъ жидкаго состоянія въ твердое такъ незамѣтенъ, что я не рѣшаюсь опредѣлить, гдѣ у подобнаго шлака находится граница между твердымъ и жидкимъ состояніемъ. Мнѣ казалось неоднократно, что въ случаѣ такихъ шлаковъ можно говорить объ особой скрытой теплотѣ плавленія. Эта особенность для помянутыхъ шлаковъ должна выражаться скорѣе всего только въ постепенномъ увеличеніи теплоемкости, которое при повышеніи температуры всегда имѣетъ мѣсто. Другими словами: я убѣжденъ, что скрытая теплота различныхъ шлаковъ можетъ измѣняться, быть можетъ, отъ нуля у наиболѣе вязкихъ до болѣе или менѣе значительной величины у затвердѣвающихъ скоро или внезапно. Чтобы вывести изъ этого заключенія какіе нибудь положительные результаты, необходимо произвести опыты, но я думаю, что время и трудъ, потраченные на подобные опыты, не окупятся, такъ какъ рѣшаемый ими вопросъ практическаго значенія не имѣетъ. Будетъ-ли эта скрытая теплота больше или меньше, она всегда обнаружится при плавленіи и будетъ заключаться въ тѣхъ числахъ единицъ теплоты, которыя получатся при опытахъ, если только весь введенный въ калориметръ шлакъ былъ въ совершенно расплавленномъ состояніи, чего постоянно стараются достичь при опытахъ, хотя это и не всегда удается съ перваго раза.

Содержаніе теплоты въ кристаллическихъ шлакахъ обыкновенно больше чѣмъ въ другихъ.

Гораздо большій практическій интересъ имѣетъ вопросъ, развивается-ли теплота, когда въ періодъ охлажденія расплавленнаго шлака образуются въ столь большомъ количествѣ кристаллы, что шлакъ въ холодномъ состояніи оказывается кристаллическимъ.

Чѣмъ въ большей мѣрѣ будетъ имѣть мѣсто это условіе, тѣмъ большее число единицъ теплоты соотвѣтствуетъ кристаллическимъ шлакамъ, такъ что послѣдніе превосходятъ потребность въ теплотѣ, необходимую на самомъ дѣлѣ для образованія этихъ шлаковъ въ доменной печи, ибо получающаяся при образованіи кристалловъ теплота, которая, естественно, будетъ заключаться въ томъ количествѣ единицъ теплоты, которое опредѣляется путемъ вычисленія изъ результатовъ калориметрическихъ опытовъ, не могла быть доставлена доменною печью, ибо въ ней проплавляются не предварительно приготовленные кристаллическіе шлаки, но, какъ это бываетъ въ большинствѣ случаевъ, въ ней образуются шлаки путемъ сплавленія различныхъ минера-

раловъ. На выдѣленіе нѣкотораго количества тепла при кристаллизаціи шлаковъ указываетъ то обстоятельство, что, когда получаются существенно различные результаты при повторенномъ плавленіи одного и того же шлака, наивысшія числа единицъ теплоты соотвѣтствуютъ вообще шлакамъ съ болѣе кристаллическимъ сложеніемъ, тогда какъ наименьшія числа единицъ теплоты наблюдаются при шлакахъ, смотря по составу ихъ, болѣе стекловидныхъ или эмалевидныхъ.

Что трудноплавкость шлаковъ часто зависитъ отъ склонности ихъ принимать кристаллическое сложеніе,—доказывается, между прочимъ, тѣмъ, что различные ряды шлаковъ, будучи продолжены до предѣльныхъ шлаковъ, требующихъ для своего плавленія довольно значительнаго количества теплоты, обыкновенно имѣютъ на обоихъ, такъ сказать, болѣе трудно плавкихъ концахъ, шлаки, обнаруживающіе съ большею ясностью кристаллическое сложеніе. Особеннаго вниманія заслуживаетъ то обстоятельство, что это (см. таб. II, стр. 230—231, въ 11 книжкѣ Гор. Жур., за 1886 г.), имѣетъ значеніе даже для крайнихъ кислыхъ членовъ такихъ рядовъ ,которые имѣли цѣлью изслѣдованіе измѣняющихся силикатовъ съ постоянными отношеніями между основаніями. Такъ, нѣкоторыя данныя представляютъ намъ ряды какъ силикатовъ извести—и ($2\ CaO+MgO$), такъ и силикатовъ ($CaO+MgO$). Напротивъ того, рядъ силикатовъ ($3\ CaO+MgO$) не былъ продолженъ такъ далеко въ кислотную сторону, чтобы могъ получиться какой нибудь кристаллическій шлакъ.

Если шлаки, которые заключаютъ въ себѣ наибольшее количество теплоты, имѣютъ склонность къ кристаллизаціи болѣе чѣмъ другіе, то это не даетъ еще права выводить заключеніе, что при кристаллизаціи необходимо должна развиваться теплота, ибо подобное явленіе, напротивъ того, можетъ быть прямымъ слѣдствіемъ большаго содержанія теплоты, тогда какъ охлажденіе, производимое одинаковымъ образомъ и при одинаковыхъ условіяхъ, должно продолжаться тѣмъ дольше, чѣмъ больше заключалось теплоты въ матеріалѣ передъ началомъ охлажденія. Далѣе, какъ извѣстно, склонность къ кристаллизаціи должна прежде всего зависѣть отъ состава шлаковъ, такъ какъ въ зависимости отъ него же измѣняется и потребность въ теплотѣ а то, при одинаковомъ способѣ охлажденія, химическій составъ шлака долженъ самъ по себѣ служить причиною полученія большаго количества единицъ теплоты и проявленія кристаллическаго сложенія. Однако, этимъ путемъ не объясняется, почему тотъ же самый шлакъ послѣ плавленія и совершенно одинаковаго охлажденія такъ часто обнаруживаетъ кристаллическое сложеніе, если соотвѣтствующее ему число единицъ теплоты оказывается выше того числа, которое даетъ шлакъ только сплавленный.

Образованіе минераловъ въ зависимости отъ состава шлаковъ, ихъ строеніе и свойства въ расплавленномъ состояніи.

Образованіе минераловъ въ шлакахъ. Еще до начала этихъ изслѣдо-

ваній, *Фохтъ* большую часть своихъ микроскопическихъ работъ произвелъ надъ опредѣленіемъ минераловъ, находящихся въ кристаллическихъ шлакахъ. Результаты этихъ работъ были помѣщены въ Jernk. ann. 1855, 232. Различные доменные шлаки, потребность которыхъ въ теплотѣ, необходимой для плавленія, показана на табл. VII и VIII, были изслѣдованы въ этомъ направленіи *Фохтомъ*. Къ сожалѣнію, недостатокъ времени не дозволилъ ему произвести болѣе двухъ микроскопическихъ опредѣленій тѣхъ шлаковъ, которые находятся въ другихъ рядахъ.

Чтобы дать общій обзоръ тѣхъ минераловъ, которые находятся обыкновенно въ доменныхъ шлакахъ, я позволю себѣ представить прилагаемую таблицу *Фохта*, относящуюся до этихъ минераловъ и условій, при которыхъ они образуются, съ тѣмъ только различіемъ, что тѣ шлаки, для которыхъ потребность въ теплотѣ опредѣлена, обозначены здѣсь номерами опытовъ, относящихся къ Таб. VII и VIII.

Относительно этой таблицы, въ которой шлаки расположены согласно степенямъ ихъ окремненія по направленію снизу вверхъ, должно замѣтить, что закись желѣза, заключающаяся въ шлакахъ, всегда причислялась къ магнезіи, и что ни одинъ изъ шлаковъ, находящихся въ красномъ оливиновомъ полѣ, ниже красной пунктирной линіи, изображающей шпинелевую границу, не представляетъ собою настоящаго доменнаго шлака, за исключеніемъ № 59, подъ которымъ помѣщенъ доменный шлакъ изъ Виѳлеема, въ Пенсильваніи. Прочіе шлаки въ названномъ отдѣленіи происходятъ изъ кричныхъ горновъ или представляютъ собою силикаты желѣза, полученные инымъ путемъ. Исключеніемъ являются два шлака, заключающіе въ себѣ шпинель, которые поэтому окружены краснымъ кольцомъ; они были получены при синтетическихъ опытахъ надъ образованіемъ минераловъ. Закись марганца въ большинствѣ случаевъ также причислялась къ магнезіи; но при силикатахъ высшихъ 1,5 — силиката, если эквивалентное отношеніе $(MgO+FeO):CaO$ превосходило 1, закись марганца, наоборотъ, причислялась къ извести. Ссылаясь относительно прочаго на самый мемуаръ *Фохта*, представляющій много интереснаго, я хочу только, для освѣщенія этой таблицы, представить краткое извлеченіе важнѣйшихъ результатовъ, къ которымъ пришелъ *Фохтъ* относительно минераловъ, кристаллизующихся изъ доменныхъ шлаковъ.

Изъ шлаковъ, которые представляются болѣе основными, чѣмъ полуторосиликатъ, выкристаллизовывается оливинъ ($2\,RO.\,SiO_2$) и другіе близкіе къ нему минералы ромбической системы; затѣмъ меллилитъ ($12RO.2AL_2O_3 9SiO_2$) и другіе минералы квадратной системы, между коими есть одинъ очень бѣдный глиноземомъ или совсѣмъ его не содержащій и менѣе основной, который въ природѣ не встрѣчается; далѣе слѣдуетъ болѣе основной геленитъ ($3RO.Al_2O_3\,2SiO_2$) и шпинель ($RO.Al_2O_3$), кристаллизующаяся, какъ извѣстно, въ правильной системѣ.

Шпинель выкристаллизовывается ранѣе вышепомянутыхъ минераловъ,

но она выдѣляется только изъ доменныхъ шлаковъ, содержащихъ глиноземъ и магнезію, которые, въ то-же время, представляются болѣе основными, чѣмъ моносиликаты.

Минимальный предѣлъ содержанія Al_2O_3 и MgO, ниже котораго шпинель изъ доменныхъ шлаковъ обыкновенно не выкристаллизовывается, составляютъ 20% и 10%, притомъ такъ, что если шлакъ содержитъ только 10% одного изъ этихъ веществъ, то онъ долженъ заключать другое вещество въ количествѣ по крайней мѣрѣ 20%.

Изъ минераловъ квадратной системы, которые выкристаллизовываются изъ очень основныхъ доменныхъ шлаковъ, геленитъ съ отношеніемъ кислорода ($SiO_2:Al_2O_3:RO$)=1,0 : 0,75: 0,75 есть наиболѣе основной—0,667 - силикатъ и въ то-же время онъ особенно богатъ глиноземомъ. За нимъ слѣдуетъ также богатый глиноземомъ меллилитъ, представляющій собою моносиликатъ, съ отношеніемъ кислорода ($SiO_2:Al_2O_3:RO$)=1,0 : 0,333: 0.677, и наконецъ новый силикатъ квадратной системы, который бѣденъ глиноземомъ и занимаетъ, повидимому, среднее мѣсто между 1,3—и 1,5 силикатомъ. Меллилитъ можетъ выдѣлиться только изъ шлаковъ, степень окремненія которыхъ лежитъ между 1,3 и 0,8, а геленитъ—изъ шлаковъ, очень богатыхъ глиноземомъ, которые при этомъ настолько основны, что степень окремненія ихъ лежитъ ниже 0,8.

Сколько можетъ выкристаллизоваться изъ довольно основнаго доменнаго шлака какого нибудь изъ этихъ минераловъ квадратной системы или оливина,—это зависитъ большею частью отъ содержанія глинозема и магнезіи, ибо чѣмъ болѣе въ шлакѣ перваго и чѣмъ менѣе послѣдней, тѣмъ легче выдѣляются квадратные минералы, и наоборотъ, чѣмъ болѣе послѣдней и чѣмъ менѣе перваго, тѣмъ легче выкристаллизовывается оливинъ. Граница между этими группами минераловъ, если обозначеніе RO относится только до MgO,FeO и MnO, лежитъ, повидимому, при эквивалентномъ отношеніи $RO:CaO$=0,8 , когда шлакъ содержитъ только около 5% глинозема. Если содержаніе глинозема превзойдетъ 10%, то склонность къ выдѣленію квадратныхъ минераловъ возрастетъ на столько, что для того, чтобы могъ также выкристаллизоваться и оливинъ, содержаніе извести должно уменьшиться на столько, чтобы эквивалентное отношеніе $RO:CaO$ достигло по крайней мѣрѣ 0,9 . RO обозначаетъ здѣсь, какъ сказано, прежде всего MgO, а потомъ FeO и MnO. Изъ этихъ минераловъ первымъ выкристаллизовывается оливинъ, а потомъ уже, когда остатокъ шлаковой массы сдѣлается бѣднѣе магнезіею и богаче известью и глиноземомъ, можетъ выкристаллизоваться изъ нея меллилитъ или какой нибудь другой силикатъ квадратной системы.

Изъ шлаковъ, занимающихъ среднее мѣсто между 1,5 —и 2—силикатами, выкристаллизовываются преимущественно минералы пироксеновой группы, но также и силикатъ извести, который кристаллизуется въ шестиугольной системѣ и въ природѣ не встрѣчается. Чаще всего выдѣляется моноклиноэдрическій авгитъ, который выкристаллизовывается изъ силикатовъ между 1,53—и

2,5—силикатами, имѣющими эквивалентное отношеніе ($MgO:CaO$)=0.4 до 1,5. Если эквивалентное отношеніе ($MgO:CaO$) не достигаетъ 0,31, то въ довольно основныхъ или 1,5—до 2,0 - силикатахъ находятъ новый силикатъ извести шестиугольной системы, а въ кислыхъ 2,0—до 2,8—силикатахъ встрѣчается частью послѣдній минералъ, а частью моноклиноэдр. волластонитъ $CaO.SiO_2$). Напротивъ того, если эквивалентное отношеніе ($MgO:CaO$) превзойдетъ 2,4, то получается ромбическій энстатитъ ($MgO.SiO_2$).

Если въ шлакахъ, представляющихъ собою бисиликаты, будетъ преобладать закись марганца такъ, что, когда RO изображаетъ собою другія одноатомныя основанія, кромѣ MnO, эквивалетное отношеніе ($MnO:RO$) достигнетъ 1,0 или превзойдетъ эту величину, то выкристаллизовывается триклиноэдрическій родонитъ (орлецъ), что весьма часто имѣетъ мѣсто въ бессемеровскихъ шлакахъ. Напротивъ того, въ доменныхъ шлакахъ содержаніе MnO никогда не бываетъ такъ велико. Не смотря на это, родонитъ, въ видѣ исключенія, можетъ въ нихъ встрѣчаться, ибо этотъ минералъ выкристаллизовывается изъ нейтральныхъ шлаковъ даже при эквивалентномъ отношеніи ($MnO:RO$)=0,53.

Шлаки болѣе кислые, чѣмъ 2,5 силикаты, обыкновенно эмалевидны, причиною чего служитъ то обстоятельство, что изъ стекловидной массы ихъ выдѣляются столь мелкіе зачатки кристалловъ, глобулиты и т. д., что ихъ нельзя разсмотрѣть надлежащимъ образомъ даже при помощи микроскопа.

Чѣмъ больше составъ шлака соотвѣтствуетъ составу одного изъ минераловъ, которые обнаруживаютъ склонность выкристаллизовываться изъ шлака, тѣмъ послѣдній имѣетъ большее стремленіе къ кристаллизаціи. Образованіе минераловъ оказываетъ также существенное вліяніе на плавкость, и то обстоятельство, что, когда силикатъ содержитъ въ себѣ кромѣ извести въ опредѣленномъ количествѣ также магнезію и глиноземъ, взаимное отношеніе этихъ трехъ веществъ обусловливаетъ собою образованіе минераловъ, можетъ служить главнымъ основаніемъ для измѣненія въ потребленіи теплоты, которое обнаруживается съ измѣненіемъ состава.

Съ наибольшею ясностью проявляется вліяніе на теплоту плавленія при образованіи меллилита, ибо бѣглый взглядъ на графическое изображеніе № 3 на Таб. XI тотчасъ показываетъ, что чѣмъ болѣе отношеніе кислорода (Al_2O_3: CaO) приближается къ 0,5 до 0,7, тѣмъ легкоплавче моносиликаты этихъ веществъ; меллилитъ-же представляетъ собою прямо моносиликатъ извести и глинозема съ отношеніемъ кислорода ($Al_2O_3:CaO$)=0,5. Если это отношеніе сдѣлается менѣе 0,5, то потребленіе теплоты быстро возрастаетъ; съ другой стороны, если отношеніе кислорода превзойдетъ 0,7, то также происходитъ увеличеніе потребленія теплоты при плавленіи моносиликата. Однако, это увеличеніе идетъ сперва медленнѣе, причиною чего служитъ то обстоятельство, что въ этотъ періодъ образуется гелинитъ, съ отношеніемъ кислорода ($Al_2O_3:RO$)=1,0, а такъ-какъ помянутый минералъ представляетъ собою 0,67—

силикатъ, то и минимальныя количества потребленія теплоты рядовъ съ высшимъ отношеніемъ кислорода (Al_2O_3:CaO) перемѣщаются далѣе въ основную сторону.

Для шлаковъ, состоящихъ изъ кремнекислой извести, очень основныхъ и богатыхъ глиноземомъ, минимумы потребленія теплоты имѣютъ мѣсто при составѣ, почти соотвѣтствующемъ составу меллилита и геленита; но для шлаковъ, представляющихъ собою нейтральный силикатъ извести и магнезіи, эти минимумы отнюдь не имѣютъ мѣста при составѣ шлаковъ, соотвѣтствующемъ составу минераловъ, которые выдѣляются изъ такого силиката. Эти минералы представляютъ собою частью шестиугольный силикатъ извести и волластонитъ, при особенно бѣдныхъ магнезіею бисиликатахъ, а частью авгитъ, при бисиликатахъ извести и магнезіи съ одинаковыми эквивалентами послѣднихъ. Въ дѣйствительности наименьшія потребности въ теплотѣ, необходимой для плавленія такихъ шлаковъ, составъ которыхъ соотвѣтствуетъ составу одного изъ этихъ минераловъ, лежатъ такъ далеко, что минимумы, напротивъ того, занимаютъ почти среднее мѣсто между потребностями въ теплотѣ, необходимой для плавленія помянутыхъ минераловъ.

Далѣе, потребность въ теплотѣ силикатовъ извести и магнезіи оказывается меньше при 1,5-силикатѣ, чѣмъ при болѣе или нѣсколько менѣе основныхъ силикатахъ, при одинаковомъ отношеніи между обоими помянутыми основаніями; но менѣе трудноплавкій 1,5-силикатъ лежитъ на границѣ между пироксеномъ, съ одной стороны, и квадратнымъ силикатомъ извести и оливиномъ съ другой.

Равнымъ образомъ, бѣглый взглядъ на графическое изображеніе № 4, Таб. XI, (см. ноябрь) тотчасъ показываетъ, что кривая для силиката извести и закиси марганца, представляющаго собою 1,5-силикатъ, лежитъ на всемъ своемъ протяженіи между кривыми для 2,0- и еще болѣе для 1,0-силиката. Отсюда явствуетъ, что изъ марганцовыхъ силикатовъ тѣ, составъ которыхъ соотвѣтствуетъ составу марганцоваго оливина или тефроита и марганцоваго пироксена или родонита, также оказываются болѣе трудноплавкими, чѣмъ тѣ, составъ которыхъ занимаетъ среднее мѣсто между составомъ помянутыхъ минераловъ.

Свойства шлаковъ въ расплавленномъ состояніи и поверхности ихъ излома послѣ охлажденія.

На таблицахъ показана поверхность излома шлаковъ, какъ вылитыхъ въ трубку калориметра, такъ и затвердѣвшихъ въ тиглѣ. Послѣдніе, вслѣдствіе болѣе быстраго охлажденія, обнаруживаютъ кристаллическое сложеніе съ нѣсколько большею ясностью, но такъ какъ трубка калориметра, въ періодъ охлажденія, находится въ непрерывномъ соприкосновеніи съ водою,

то можно было-бы ожидать, что различіе въ помянутомъ отношеніи будетъ болѣе, чѣмъ оно есть въ дѣйствительности. Это зависитъ отъ того, что шлакъ, остающійся въ тиглѣ, затвердѣваетъ вблизи стѣнокъ болѣе тонкимъ слоемъ, чѣмъ шлакъ, находящійся въ трубкѣ калориметра, и если первые изъ помянутыхъ слоевъ будутъ тоньше обыкновеннаго, то шлакъ, затвердѣвшій въ трубкѣ, можетъ, въ видѣ исключенія, обнаружить кристаллическое сложеніе даже съ большею ясностью. Другими словами, скорость охлажденія шлака, вылитаго въ калориметръ, надо считать болѣе равномѣрною, чѣмъ скорость охлажденія шлака въ тиглѣ.

Обозначенія структуры шлаковъ можно видѣть на приложенныхъ таблицахъ. Здѣсь слѣдуетъ указать только на то, что прежде всего большая буква, а потомъ буква стоящая впереди или съ правой стороны обозначаетъ высшую степень изображаемаго ею строенія, сравнительно съ маленькою буквою, поставленною позади или въ серединѣ; далѣе, что буквы, поставленныя рядомъ или несоединенныя +, указываютъ на промежуточныя стадіи изображаемыхъ ими свойствъ; напротивъ того, буквы, стоящія другъ надъ другомъ, равно какъ соединенныя +, показываютъ, что структуры, изображаемыя этими буквами, наблюдаются въ шлакѣ одновременно.

Въ такихъ силикатахъ, которые не содержатъ въ себѣ въ значительномъ количествѣ никакихъ другихъ основаній, кромѣ извести, магнезіи и глинозема, не имѣется собственно никакихъ красящихъ веществъ, а потому естественно, что большинство шлаковъ, полученныхъ мною синтетическимъ путемъ, имѣло сѣрый цвѣтъ. Но лишь только получалась эмаль, цвѣтъ измѣнялся въ голубовато-сѣрый.

Изъ таблицы I видно, что всѣ изслѣдованные 1,5 —силикаты извести и магнезіи при выливаніи даютъ короткій шлакъ—выраженіе, противоположное вязкому; сверхъ того, образуемые ими шлаки представляются б. ч. кристаллическими. При эквивалентномъ отношеніи ($MgO:CaO$)=почти 0,44, при которомъ потребленіе теплоты оказывается наименьшимъ, образуется, однако, въ замѣтномъ количествѣ и стекло.

При 2—силикатахъ имѣетъ мѣсто почти то-же самое, съ тѣмъ только существеннымъ различіемъ, что при вышеупомянутомъ эквивалентномъ отношеніи, или вѣрнѣе при отношеніи кислорода ($MgO:CaO$)=0,33 до 1, шлакъ не представляется болѣе короткимъ, но тянется нѣсколько въ нити, почему этотъ шлакъ не обнаруживаетъ уже въ такой мѣрѣ кристаллическаго сложенія; напротивъ того, при болѣе легкоплавкихъ шлакахъ стекло начинаетъ преобладать надъ частицами кристаллическими.

Въ ряду 2,5 —силикатовъ склонность къ образованію нитей и вязкость на столько увеличиваются, что только на крайнихъ границахъ является шлакъ короткій и только въ болѣе легкоплавкихъ промежуточныхъ шлакахъ этого рода преобладаетъ стекло. Это послѣднее, въ сторону, болѣе богатую магнезіею, является даже смѣшаннымъ немного съ эмалью, пока кристаллическій

шлакъ опять не возьметъ перевѣса; но содержаніе магнезіи не увеличивается здѣсь въ такой мѣрѣ, чтобы послѣднее явленіе могло выразиться съ ясностью.

Въ ряду 3,0 —силикатовъ вязкость и склонность къ образованію нитей увеличиваются еще болѣе, и эмаль начинаетъ преобладать въ такой мѣрѣ, что только вблизи концовъ ряда шлакъ опять становится нѣсколько болѣе кристаллическимъ.

Наибольшею легкоплавкостью обладаютъ тѣ силикаты, которые обнаруживаютъ наименьшее стремленіе къ кристаллизаціи, что опять, какъ это показываетъ сравненіе съ таблицею *Фохта*, при 1,5 —до 2,5 силикатахъ имѣетъ мѣсто въ промежуточныя стадіи образованія шестиугольнаго силиката извести и авгита.

Изъ Табл. II (см. ноябрь) мы видимъ, что между силикатами извести образованіе нитей имѣетъ мѣсто только при такихъ кислыхъ шлакахъ, какими являются 2 63—до 3,50—силикаты. Наименьшее потребленіе теплоты наблюдается для 2,87—силиката, который даетъ также наиболѣе стекловидный шлакъ. При слѣдующемъ затѣмъ уменьшеніи кислотности, шлакъ постоянно становится болѣе кристаллическимъ, почему болѣе кислые силикаты извести даютъ шлаки болѣе или менѣе смѣшанные съ эмалью. Если шлакъ будетъ приближаться по своему составу къ 4,0 —силикату, то онъ опять становится короткимъ, причемъ всегда является густымъ и по охлажденіи обнаруживаетъ въ большей мѣрѣ кристаллическое сложеніе. У силикатовъ $3CaO+MgO$ наименьшее потребленіе теплоты обнаруживается нѣсколько ранѣе, при 2,5 —силикатѣ, согласно съ чѣмъ, выдѣленіе нитей и образованіе стекла начинается при болѣе низкомъ силикатѣ, чѣмъ въ предыдущемъ случаѣ. Для силикатовъ $2CaO+MgO$ имѣетъ мѣсто почти то-же самое, но выдѣленіе нитей и наименьшее потребленіе теплоты обнаруживаются еще нѣсколько ранѣе. Стекло въ этомъ и въ предыдущемъ ряду занимаетъ болѣе видное мѣсто, чѣмъ въ силикатахъ извести, такъ что, по крайней мѣрѣ при отношеніи кислорода $(MgO:CaO)=0,5$, можно сказать, что содержаніе магнезіи способствуетъ образованію стекла.

Въ слѣдующемъ ряду, гдѣ отношеніе кислорода $(MgO:CaO)$ достигаетъ 1,0, напротивъ того, имѣетъ мѣсто такое большое отступленіе въ этомъ отношеніи, что силикаты $CaO+MgO$ оказываются еще болѣе кристаллическими, чѣмъ силикаты CaO, и когда эквивалентныя количества магнезіи и извести сдѣлаются равными, то кристаллическое сложеніе шлака обнаруживается еще съ большею ясностью, что легко видѣть изъ табл. VII и VIII, относящихся къ настоящимъ доменнымъ шлакамъ. Относительно этихъ рядовъ слѣдуетъ еще замѣтить, что эмаль появляется здѣсь нѣсколько ранѣе, чѣмъ при силикатахъ бѣдныхъ магнезіею, и что это вполнѣ согласуется съ вышеописаннымъ свойствомъ 2,5 — силикатовъ. Наиболѣе кислый силикатъ въ этомъ ряду также коротокъ, густъ и болѣе кристалличенъ.

Изслѣдованія *Фохта* даютъ намъ указанія, почему моносиликатъ извести не плавится. Для образованія столь основнаго минерала известь должна быть замѣщена такимъ количествомъ глинозема, чтобы могъ образоваться одинъ изъ квадратныхъ минераловъ, или такимъ количествомъ магнезіи, чтобы сдѣлалось возможнымъ образованіе оливина.

Силикаты извести и глинозема обнаруживаютъ въ своей структурѣ и въ общемъ видѣ, при выливаніи въ расплавленномъ состояніи, такъ много сходства, что нѣтъ никакого основанія разсматривать ихъ отдѣльно.

Для нихъ, какъ и для разсмотрѣнныхъ ранѣе силикатовъ извести и магнезіи, имѣло-бы мѣсто, въ случаѣ продолженія ряда до предѣльныхъ шлаковъ, съ довольно значительною потребностью въ теплотѣ, то явленіе, что шлаки, по мѣрѣ приближенія къ концамъ рядовъ съ болѣе богатымъ содержаніемъ глинозема, стали-бы принимать кристаллическое сложеніе. Но уже 1,5 — силикаты, а болѣе кислые силикаты еще въ сильнѣйшей степени, становятся, прежде чѣмъ содержаніе глинозема увеличится въ значительной степени, столь вязкими, что они не могутъ уже быть вылиты въ калориметръ, но только вытягиваются въ нити.

Въ общемъ, какъ это можно видѣть изъ таблицы III, число стекловидныхъ шлаковъ и образующихъ нити для глиноземъ—содержащихъ силикатовъ оказывается значительно больше, чѣмъ для силикатовъ извести, содержащихъ въ себѣ магнезію. Другими словами: глиноземъ въ особенно сильной степени способствуетъ вязкости шлаковъ и образованію стекла; однако стекло это, съ увеличеніемъ содержанія глинозема, становится все болѣе и болѣе непрозрачнымъ. Охлажденіе при этихъ опытахъ совершалось такъ быстро, что меллилитъ и другіе квадратные минераллы не имѣли возможности выкристаллизоваться, что же касается шпинели, то выдѣленія ея, естественно, ожидать было нельзя, такъ какъ основаніями въ шлакахъ служитъ главнѣйше известь и глиноземъ.

Особеннаго вниманія заслуживаетъ то обстоятельство, что въ рядахъ съ отношеніемъ кислорода ($Al_2O_3 : RO$) = 1,5 и 2,0 потребленіе теплоты 1,2 — и 1,0 — силикатовъ поднимаются до 416 и 430 ед. теплоты, образованіе нитей уменьшается, пока совершенно не прекратится, и стекло въ кристаллическомъ шлакѣ появляется все въ большомъ количествѣ; между тѣмъ, не только менѣе основные и немного болѣе кислые, но и значительно болѣе основные силикаты того же ряда тянутся въ нити и даютъ вполнѣ стекловидные шлаки при меньшемъ числѣ единицъ теплоты сравнительно съ вышеприведеннымъ.

Согласно съ этимъ, при опредѣленіи рядовъ пробъ въ тиглѣ, увеличивая постоянно присадку извести къ одной и той же рудѣ, можно получить иногда при извѣстной присадкѣ извести шлакъ кристаллическій, тогда какъ не только малая, но и значительная прибавка извести исключительно способствуетъ при пробѣ въ тиглѣ образованію стекла. И такъ, стекловидные

шлаки не образуются въ опредѣленномъ, послѣдовательномъ порядкѣ, но могутъ замѣниться иногда шлакомъ кристаллическимъ, послѣ чего начинаютъ опять получаться стекловидные шлаки. Изъ сказаннаго можно видѣть, что въ подобномъ случаѣ имѣютъ дѣло со шлакомъ, который обнаруживаетъ большую потребность въ теплотѣ, чѣмъ сосѣдніе съ нимъ болѣе или менѣе основные или даже кислые шлаки.

Далѣе, изъ этихъ изслѣдованій можно видѣть, насколько ненадежно основываться на одной только тигельной пробѣ при рѣшеніи вопроса, требуется-ли для извѣстнаго силиката прибавка извести или кварца. Если имѣются руды очень бѣдныя глиноземомъ, то склонность къ образованію стекла бываетъ всегда незначительна; въ наибольшей степени она проявляется въ данномъ случаѣ почти при 2,5 — силикатѣ, когда отношеніе кислорода въ ($MgO:CaO$) равняется 0,2 до 0,6. Если при этомъ содержаніе магнезіи также весьма незначительно, такъ что шлакъ будетъ представлять собою почти чистый силикатъ извести, то склонность къ образованію стекла достигаетъ своего максимума не ранѣекакъ между 2,8 и 2,9 — силикатомъ, а эмаль начинаетъ получаться только при 3,0 — силикатѣ. По этой причинѣ, при силикатахъ извести съ большею примѣсью магнезіи, съ отношеніемъ кислорода въ ($MgO:CaO$)=0,7 до 1,0, эмаль появляется уже при 2,5 — силикатѣ.

Глиноземъ увеличиваетъ склонность къ образованію стекла въ весьма значительной степени и распространяетъ свое вліяніе особенно въ основную сторону на столько, что даже 0,5 — силикаты даютъ стекло, хотя и не прозрачное, если случится, что содержаніе глинозема будетъ довольно велико. Напротивъ того, 3,0 — силикаты даютъ эмаль, по крайней мѣрѣ до тѣхъ поръ, пока содержаніе глинозема не сдѣлается столь значительнымъ, что отношеніе кислорода въ ($Al_2O_3:RO$) превзойдетъ 0,5. Если это отношеніе достигнетъ 1,0 , то 3,0 — силикатъ также даетъ стекло.

ГЕОЛОГІЯ ГЕОГНОЗІЯ И ПАЛЕОНТОЛОГІЯ

СООТНОШЕНІЕ ПЛОЩАДЕЙ СУШИ И МОРЯ НА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.

Профессора Доктора Альбрехта Пенкъ [1]).

Съ тѣхъ поръ какъ наша земля признана за шаръ, установились границы для океана, который передъ тѣмъ считали безпредѣльнымъ, и зародилось желаніе вывести численное соотношеніе между сушею и моремъ. Но, не смотря на всю давность появленія этой задачи, разрѣшеніе ея могло начаться только съ недавняго, сравнительно поздняго времени, ибо, прежде чѣмъ высказать какое либо мнѣніе по этому вопросу, необходимо было хотя приблизительно опредѣлить контуры суши, что стало возможнымъ только послѣ экспедицій новѣйшаго времени.

Извѣстно, что знаменитые путешественники среднихъ вѣковъ были не чужды заблужденія, перешедшаго къ нимъ еще изъ глубокой древности, въ силу котораго полагали, что Индія, въ западномъ направленіи, удалена значительно менѣе, чѣмъ это существуетъ въ дѣйствительности; они принимали, сверхъ того, не менѣе ошибочно, что поверхность суши должна быть болѣе поверхности моря. Колумбъ [2]) вмѣстѣ со своими современниками, принималъ, основываясь на книгѣ Ездры (Книга IV, Гл. 6, ст. 42), $^6/_7$ земной поверхности за сушу и $^1/_7$ за море, хотя какъ его собственныя путешествія, такъ и путешествія Magelhaes'а мало помогли разъясненію этого вопроса. Географы и космографы 16-го столѣтія, привыкшіе къ постояннымъ открытіямъ

---

[1]) Переводъ студента Горнаго Института Н. Брудерера.

[2]) Сравн. съ Emil Wisotzki: „Die Vertheilung von Wasser und Land auf der Erdoberflache" Konigsbergi. Pr. 1879.

новыхъ земель, хотя и знали протяженія Атлантическаго и Великаго океановъ, держались почти всѣ того мнѣнія, что площадь моря значительно менѣе площади суши. Такъ напр. Riccioli [3]) находитъ, причисляя всѣ неизвѣстныя пространства къ сушѣ, что площадь послѣдней относится къ площади моря какъ 400 : 250, а Buache младшій говоритъ, такъ какъ почти ежедневно открываются новыя пространства суши, то надо полагать, что и еще большая площадь ея подлежитъ открытію, откуда вытекаетъ, что поверхность суши больше поверхности моря [4]).

Нельзя не замѣтить, что на мнѣніе о преобладаніи суши на земномъ шарѣ въ значительный степени оказали вліяніе теологическія воззрѣнія, въ силу которыхъ полагали, что Создатель поступилъ бы не цѣлесообразно, сотворивъ сушу меньше моря, такъ какъ она есть главное мѣстопребываніе одушевленныхъ существъ [5]). Людей, не раздѣлявшихъ этого мнѣнія, считали даже глупцами и послѣдователями вредныхъ идей.

На ряду съ этимъ воззрѣніемъ, уже съ давнихъ поръ установилось еще другое, хотя отчасти и имѣющее теоретическую подкладку. Многіе географы съ Gerhard Mercator'омъ во главѣ, предполагали, что на земной поверхности должно существовать равновѣсіе между моремъ и сушею, а такъ какъ въ сѣверномъ полушаріи вода и суша въ дѣйствительности занимаютъ одинаковыя по величинѣ пространства, то предположеніе, что и въ южной гемисферѣ громадные океаны уравновѣшиваются неизвѣстными намъ пространствами суши,—имѣло нѣкоторое основаніе. Varenius [6]) присоединился къ этому теоретическому воззрѣнію, между тѣмъ какъ другіе географы, какъ на то указываетъ Высотскій въ своей брошюрѣ, оставивъ въ сторонѣ теологическіе и теоретическіе взгляды, старались вывести общій результатъ, опредѣляя отношеніе суши къ морю на уже извѣстной части земной поверхности. Sir Jonas Moore въ 1681 г., Halley въ 1693 и Dr. Long въ 1740 доказали, что извѣстная поверхность воды болѣе извѣстной поверхности суши; послѣдній нашелъ даже, что вода втрое превышаетъ сушу. Между тѣмъ экспедиціи распространялись все далѣе и далѣе, знаменитое путешествіе Abel Tasmans'a опредѣлило границы мало извѣстной Австраліи, а Antanius Leenwenhock 1722, равно какъ и Struyk, приписываютъ послѣ того морювдвое бо̀льшую площадь, нежели сушѣ. Но только великія путешествія Кука (Cook) положили конецъ неизвѣстности Австраліи и дали новый толчокъ къ вопросу о распредѣленіи суши и моря.

Joh. Elert Bode [7]) первый вычислилъ поверхность земли на основаніи

---

[3]) Geographiae et Hydrographiae reformatae, libri XII 1661. Cap. VII.

[4]) Geographie èlementaire, Paris 1772. Vol. I p. 71.

[5]) Columbus; цитированный у Wisotzki, a. a. O. S. 7.

[6]) Geographia generalis. Cap XVIII.

[7]) Anleitung zur allgemeinen Kenntnis der Erdkugel 1786.

путешествій Кука. Онъ находитъ:

Европа	171834	□ миль
Азія	641093	
Африка	531638	
Америка	572110	
Нов. Голландія. . . .	143000	
Сумма суши. . .	2.059675	
Неизвѣстная площадь. .	1.000000	
Море.. . .	6.222385	
Вся земная поверхность	9.282060	

Такимъ образомъ отношеніе суши къ морю будетъ 1:3, если не принимать во вниманіе неизслѣдованныя пространства, согласно мнѣнію Becchet-i [8]) полагавшаго, что извѣстныя страны занимаютъ лишь четверть земной поверхности, изъ которой Австралія обнимаетъ еще неизвѣстныя площади.

Такимъ образомъ въ высшей степени важный вопросъ землевѣдѣнія былъ подвинутъ впередъ, и не безъинтересно замѣтить, какъ въ этихъ, полученныхъ послѣ долгихъ заблужденій, результатахъ, находятъ подтвержденіе теологически важнаго факта. Gaspari [9]) и позже Heinrich Berghaus [10]) видятъ въ преобладаніи моря надъ сушей, премудрость Творца, создавшаго первое столь обширнымъ для того, чтобы воздухъ могъ съ избыткомъ насыщаться парами, которые онъ въ видѣ атмосферныхъ осадковъ снова возвращаетъ сушѣ; а великій океанографъ Maury [11]) восхищается мудростью, съ какою Всевышній съумѣлъ привести все,—землю, воду и пустыни,—въ полнѣйшее равновѣсіе, т. е. установить между ними соотношеніе, весьма практичное на взглядъ знаменитаго мореплавателя.

Вычисленныя Bode данныя, часто приводились въ началѣ нынѣшняго столѣтія, до тѣхъ поръ, пока ни были произведены новыя вычисленія площадей суши и моря. Rigaud [12]) въ Оксфордѣ, въ 1838 году, получилъ для ихъ отношенія болѣе точное число 1:2,76, раздѣляемое и распространяемое Humboldt'омъ и Ritter'омъ; Engelhardt [13]) въ 1853 году опредѣлилъ его равнымъ 1:2,$^{8}_{26}$, а Dove [14]) 1862 — 1:2,76; Hermann Wagner [15]) затѣмъ

---

[8]) Teoria generale della terra 1782. Lex. X.

[9]) Lehrbuch der Erdbeschreibung 1799 p. 55. Anm.

[10]) Allgemeine Landerkunde 1837. Bd. 1 S. 405.

[11]) Die physische Geographie des Meeres. Deutsch. von Boettger. Leipzig 1856 S. 58.

[12]) On the relative quantitiʳ of lund and water on the surface of the terraqueous globe Transact. Cambr. Philos. Soc. vol VI, 1838 p. 289—300.

[13]) Der Flechenraum der einzelnen Staaten in Europa und der übrigen Länder der Erde. Berlin 1833.

[14]) Ueber die Verhlatnisse des Festen und des Flüssigen auf der Erdoberflache. Zeitschr. f. Erdkunde. Berlin № 3. Bd. XII. 1862. p. 111—118.

[15]) Geogr. lahrb. Bd. III 1870 S. 587.

въ 1870 году, обнародовалъ свои весьма важныя таблицы о размѣрахъ земнаго шара, значительно облегчившія вычисленія площадей, и самъ, выполнивъ эту задачу для суши, опредѣлилъ, на основаніи своихъ таблицъ, отношеніе послѣдней къ морю равнымъ 2:2,765 [16]). Krummel взялъ на себя трудъ вычислить площади морей, и нашелъ отношеніе суши къ морю равнымъ 1:2,75 [17]). Тотъ-же географъ нашелъ возможнымъ впослѣдствіи дать болѣе точныя числа для площадей морей и пришелъ къ результату, почти тождественному съ результатомъ Wagner'a [18]), такъ что опредѣленное послѣднимъ отношеніе 1:2,76 принимается за наиболѣе вѣроятное [19]).

Не смотря однако на столь значительный трудъ, потраченный на опредѣленіе этого числа, послѣднее можетъ насъ удовлетворить только отчасти, такъ какъ содержитъ въ себѣ ошибку, едва ли менѣе значительную, чѣмъ ошибка древнихъ географовъ, принимавшихъ всѣ неизвѣстныя части земнаго шара за сушу. Какъ Hermann Wagner, такъ и Krummel принимаютъ, въ своихъ вычисленіяхъ, невѣдомыя пространства за море; пространства же эти составляютъ не малый процентъ всей земной поверхности, ибо какъ далеко ни углублялись полярные путешественники на сѣверъ, все-таки остается еще площадь болѣе $6^1/_2$ милліоновъ квадр. километровъ, т. е. величиною съ Австралію, незатронутою ни одной экспедиціей; а около южнаго полюса находится площадь въ $16^1/_2$ милліоновъ кв. килом., т. е. больше чѣмъ Европа, на которую еще не ступала нога человѣка, и такимъ образомъ въ обѣихъ полярныхъ странахъ, пространства, почти съ Африку величиною, подлежатъ еще изслѣдованію. Столь значительныя площади, не могутъ быть безъ разбора отнесены къ морю, а должны быть изъяты изъ вычисленій; т. е. данная Krummel'емъ для поверхности океана величина въ 374.057.912 квадр-килом. должна быть уменьшена приблизительно на 22.800,000 кв. килом.; тогда площадь моря получится равною 351.257,912 кв. килом., которымъ противустоитъ площадь суши въ 136.055,371 кв. килом., и отношеніе суши къ морю отсюда будетъ 1:2,58. Смотря потому, стало быть, будутъ ли всѣ неизвѣстныя пространства отнесены къ сушѣ или къ морю, мы получимъ отношенія или 1:2,76 или 1:2,21, между которыми долженъ заключаться истинный результатъ. Такимъ образомъ наши настоящія свѣдѣнія объ отношеніи суши къ морю колеблятся еще въ значительныхъ предѣлахъ, а такъ какъ это отношеніе является фундаментомъ дальнѣйшаго развитія географіи, то и изслѣдованіе неизвѣстныхъ пространствъ земнаго шара, въ особенности въ полярныхъ странахъ, является необходимостью.

---

[16]) Guthe's Lehrbuch der Geographie 1877. S. 28.
[17]) Morphologie der Meeresraume. S. 101.
[18]) Zeitschr. fur wissensch. Geogr. Bd. II 1881 S. 73.
[19]) Guthe's Lehrbuch der Geogr. 5. Aufl. Bd. I S. 50.

Однако отношеніе 1 : 2,58, найденное при исключеніи изъ вычисленій неизвѣстныхъ частей земной поверхности, въ свою очередь, имѣетъ только приблизительное, а отнюдь не абсолютное значеніе. Береговыя измѣренія, на которыхъ только и могутъ основываться данныя о площадяхъ суши и моря, еще не вездѣ доведены до конца [20]), а окончены только въ Европѣ, причемъ ими опредѣлено во всякомъ случаѣ приблизительное, а не абсолютно точное очертаніе береговъ. На сколько неточны морскія карты, представляющія контуры этой наилучше измѣренной части свѣта, показываетъ, напр., то обстоятельство, что, благодаря поднятію суши въ Португаліи, береговая линія уже передвинулась въ среднемъ на 7—10 килом. противъ положенія ея, указаннаго картами [21]), что въ свою очередь, конечно, измѣняетъ величину площади суши. Въ Африкѣ измѣрены только сѣверные берега; восточные-же и западные извѣстны только мѣстами. Южные и восточные берега Азіи, по частямъ, измѣрены весьма точно, тогда какъ весь сѣверный берегъ этого континента можетъ быть вычерченъ только приблизительно, и уже одна экспедиція Веги дала для сѣверной Азіи совершенно новый контуръ, отличающійся отъ прежде извѣстнаго въ среднемъ, на 50 километровъ [22]). Америка сравнительно хорошо извѣстна, хотя нѣкоторыя части береговъ Южной Америки требуютъ еще точныхъ измѣреній; сѣверный берегъ, однако, какъ и у Азіи, установленъ только въ общихъ чертахъ его протяженія. Что касается береговой линіи Австраліи, то остается точнѣе измѣрить только незначительныя ея части. Изъ всего вышесказаннаго слѣдуетъ, что съ точностью намъ извѣстно всего $^2/_3$ общей береговой линіи всей суши, простирающейся на 200.000 километровъ, т. е. круглымъ числомъ 140.000 килом., тогда какъ 60.000 килом. требуютъ еще болѣе точныхъ изслѣдованій.

Если, какъ выше упомянуто, положеніе хорошо извѣстной береговой линіи неточно въ размѣрѣ нѣсколькихъ километровъ, то понятно, что положеніе не вполнѣ извѣстныхъ береговъ варьируетъ еще въ большихъ предѣлахъ. Не надо забывать, что опредѣленія мѣстъ съ моря, дѣлаются съ точностью не болѣе 1′, и что поэтому постоянныя точки, только приблизительно извѣстныхъ береговъ, не точныя по крайней мѣрѣ на эту величину, равную 1,8 килом.; но еще бо̀льшая неточность относится къ между ними лежащимъ частямъ, и едва ли мы преувеличимъ, если примемъ, что ихъ положеніе можетъ быть обозначено только съ точностью до 10 килом. Отсюда слѣдуетъ, что, благодаря лишь болѣе точному измѣренію, площадь суши можетъ быть измѣнена на 600.000 кв. килом., что составляетъ 0,572 всей суши, а потому отношеніе суши къ морю колеблется между 1 : 2,57 и 1 : 2,6 и отсюда ясно,

---

[20]) v. Bugulawski Ozeanographie S. 41, 42.

[21]) Сравн. Vogel's Karte in Petermann's Mittheilung. 1871. Tafel 17.

[22]) Taf 2, Petermann's Mittheilungen 1879.

Библиотека

что наиболѣе вѣроятная величина его 1 : 2,58 уже не точна въ первомъ десятичномъ знакѣ.

Неточность этой величины отношенія суши къ морю вытекаетъ еще изъ невполнѣ вѣрныхъ свѣдѣній о размѣрахъ земнаго шара. Отнюдь не все равно, принимать ли за основаніе, при вычисленіяхъ, эллипсоидъ Бесселя съ $^1/_{299}$ сжатія, или Кларка съ $^1/_{294}$, или наконецъ Листинга съ $^1/_{288}$, ибо каждый изъ этихъ эллипсоидовъ даетъ разнящіяся другъ отъ друга величины для поверхностей, въ особенности относящихся до странъ, лежащихъ близь полюсовъ, но для странъ экваторіальныхъ, всѣ они позволяютъ вывести почти тождественные результаты; а такъ какъ масса суши расположена не симметрично относительно экватора, то всякое новое исчисленіе размѣровъ земли, повлечетъ за собой измѣненіе въ отношеніи суши и моря.

Но геометрическая земная поверхность не есть эллипсоидъ вращенія, а особая поверхность—„геоидъ", который частью поднимается надъ внутри ею содержащимся идеальнымъ сфероидомъ, частью погружается въ него. Погруженныя части въ большинствѣ случаевъ представляютъ моря, возвышающіяся же—суши. Опредѣленіе площадей земной поверхности производятся по идеальному эллипсоиду вращенія, который ни въ общемъ, ни въ частностяхъ не представляетъ одинаковую поверхность съ геоидомъ, и съ перваго взгляда ясно, что возвышающіеся надъ сфероидомъ части геоида имѣютъ большую поверхность, чѣмъ соотвѣтственныя, подъ ними лежащія части сфероида, равно какъ тоже самое, только наоборотъ, относится и до погруженныхъ частей. Погруженныя же части соотвѣтствуютъ поверхностямъ морей, возвышающіяся—поверхностямъ суши, а потому при планиметрическомъ способѣ, т. е. при измѣреніи, и на сфероидѣ, получатся слишкомъ большія поверхности морей и наоборотъ слишкомъ малыя поверхности суши. Съ другой стороны, нельзя не принять во вниманіе, что въ силу повсемѣстнаго отклоненія отвѣса на краю суши, о чемъ Dr. Eduard Bruckner изложилъ въ особомъ сообщеніи, протяженіе континентовъ во всѣхъ направленіяхъ получается въ значительной степени (около 2') увеличеннымъ, а потому и планиметрически полученныя площади суши, будутъ также увеличенными, что нѣсколько парализуетъ вышеуказанную ошибку. На сколько именно эти оба аргумента вліяютъ на отношеніе суши къ морю, опредѣлить нельзя. Интересно однако, что изслѣдованіе этого соотношенія затрогиваетъ труднѣйшія геодезическія задачи.

Такимъ образомъ принимаемое до сихъ поръ число, выражающее отношеніе суши къ морю, во всѣхъ отношеніяхъ неточно, и является прискорбнымъ фактомъ, что съ самаго начала нынѣшняго столѣтія не достигли никакой стоющей вниманія точности въ рѣшеніи этого вопроса. Хотя и сняты, береговыя полосы значительнаго протяженія, но всетаки существуютъ обширныя, еще вполнѣ неизвѣстныя площади, и то обстоятельство, что часть земной поверхности, почти величиною съ Африку, еще совершенно не изслѣдована,

должно болѣе, чѣмъ всѣ другіе доводы, направить наше вниманіе къ полярнымъ изслѣдованіямъ, въ особенности въ антарктическихъ странахъ. Только тогда будетъ возможно установить въ болѣе узкихъ предѣлахъ, цифровыми данными, это отношеніе суши къ водѣ, имѣющее громадное значеніе для теоретическаго землевѣдѣнія. Обзоръ отдѣльныхъ фазъ развитія, которыя претерпѣлъ выводъ этого отношенія, знакомитъ насъ не только съ исторіей землевѣдѣнія,—ибо всякое относящееся къ этому вопросу число есть выраженіе всѣхъ знаній о землѣ въ разсматриваемую эпоху,—но показываетъ также, что только помощью положительнаго опредѣленія площадей суши и моря будетъ возможно узнать существуетъ ли между ними какое либо опредѣленное соотношеніе, какъ это часто предполагаютъ.

Не будемъ здѣсь выяснять касающіяся этого вопроса гипотезы, но обратимъ вниманіе только на слѣдующія два обстоятельства: во первыхъ, что въ настоящее время, какъ кажется, пространства суши и моря рѣзко разграничены, и что одни изъ нихъ представляютъ глубоко,—другія — высоколежащія части земной коры, которыя не имѣютъ постепенныхъ переходовъ, а какъ бы прикасаются одна къ другой. При этихъ обстоятельствахъ границы воды и суши должны быть понимаемы какъ главныя структурныя линіи земной поверхности и соотношеніе ихъ получаетъ и морфологическое значеніе.

Этотъ важный фактъ является слѣдствіемъ вычисленій отдѣльныхъ поясовъ земныхъ высотъ, предпринятыхъ de Lapparent'омъ, который нашелъ, что отдѣльныя ступени высотъ земной поверхности занимаютъ различныя площади. Изъ его относящихся до этого данныхъ [23]) можно вывести слѣдующія числа:

На высотѣ	2000 метровъ	лежатъ	1,3 %	земной	поверхности.
„ „	1000—2000 „	„	4,2 „	„	„
„ „	0—1000 „	„	20,6 „	„	„
На глубинѣ	0—1000 „	„	5,9 „	„	„
„ „	1000—2000 „	„	4,4 „	„	„
„ „	2000—3000 „	„	7,4 „	„	„
„ „	3000—4000 „	„	10,4 „	„	„
На глубинѣ	4000—5000	метровъ	лежатъ 15,5 %	земной	поверхности.
„ „	3000—6000	„	„ 21,4 „	„	„
„ „	6000—7000	„	„ 7,4 „	„	„
за	7000	„	„ 1,5 „	„	„
			100,0		

[23]) Traité de geologie. Paris. 1883 p. 62, 63—2. Вып., p. 66 и 67.

т. е. изъ 11 приведенныхъ ступеней высотъ, двѣ заключаютъ 40% всей земной поверхности. Одна изъ нихъ обнимаетъ глубины отъ 5000 до 6000 метровъ, другая высоты отъ 0 до 1000 метровъ; первая представляетъ среднія высоты материковъ, послѣдняя — морскія глубины, а между этими обѣими ступенями земная кора обнаруживаетъ значительное крупное паденіе.

Это паденіе можно себѣ представить кривой, построенной по предыдущимъ даннымъ, откладывая найденные проценты на оси абсциссъ, а полученная такимъ образомъ кривая показываетъ, между глубинами отъ 0—3000 метровъ крупное паденіе, т. е. паденіе континентовъ, выше него постепенное возвышеніе, т. е. среднія высоты суши, подъ нимъ—постепенное паденіе морскихъ глубинъ.

Если материки и моря рѣзко разграничены, то поверхности ихъ должны быть заранѣе обозначены въ структурѣ земнаго шара, а потому чрезвычайно важно знать ихъ взаимное отношеніе. Нашли равновѣсіе между сушей и моремъ въ томъ, что послѣднее во столько же разъ больше суши, во сколько суша тяжелѣе воды; въ самомъ дѣлѣ, удѣльный вѣсъ большей части горныхъ породъ колеблется между 2 и 3-мя, т. е. между тѣми же предѣлами, какъ и найденное отношеніе суши и моря. Krummel [24]) расширилъ еще это воззрѣніе, говоря о равновѣсіи между массою воды и массою твердой части земли, т. е. онъ указалъ, что вѣсъ земной массы, возвышающейся надъ средней морской глубиной, равенъ вѣсу всей воды. Собственно говоря, одно изъ этихъ положеній, вытекаетъ изъ другаго, такъ какъ поверхность моря чрезвычайно велика, сравнительно съ поверхностью суши, и средняя морская глубина не многимъ менѣе земныхъ высотъ надъ морскимъ дномъ.

Слѣдующее исчисленіе подтверждаетъ сказанное:

Поверхность суши=1	Поверхность моря=2,76.
Земныя высоты считая отъ средней морской глубины=4900 метр.	по H. Wagner'у. Средняя глубина моря=4250 метр.
	оба данныя по de Lapparent'у.

Объемъ твердой части земли относится къ объему воднаго пространства какъ 4900 : 2,76.×4250=1 : 2, 3. Получается отношеніе объемовъ, находящееся въ предѣлахъ ошибки отношенія поверхностей суши и моря: и никакой другой результатъ полученъ быть не можетъ, если даже принять другія цыфровыя данныя какъ для поверхностей суши и моря, такъ и для высотъ и глубинъ.

Вышеупомянутая кривая уясняетъ еще одинъ, весьма существенный фактъ. Указывая какъ разграничены пространства моря и суши, она даетъ

---

[24]) Morphologie der Meeresräume. Leipzig 1879 S. 109.

также возможность узнать, въ какомъ направленіи, наилегчайшимъ образомъ, эти границы могутъ передвинуться въ настоящее время. Пониженіе морскаго уровня на 1000 метровъ, увеличило бы площадь суши на 30%, а поднятіе его на ту же величину уменьшило бы площадь суши на 8%. Море гораздо легче можетъ возрасти на счетъ суши, нежели послѣдняя на счетъ моря. Благодаря этому, однако, мы получаемъ чрезвычайно важное геологическое слѣдствіе, такъ какъ нѣтъ сомнѣнія, что во время древнихъ геологическихъ періодовъ, распредѣленіе моря и суши было иное, нежели теперь, что признавалось уже географами прошлаго столѣтія, придерживавшимися хотя воззрѣнія, нерѣдко встрѣчающагося и въ настоящее время, т. е. что моря постоянно уменьшались, въ чемъ теологическій взглядъ опять таки узрѣлъ проявленіе высшей мудрости. Tarbern Bergmann пишетъ [25]): „Мудрости Творца не соотвѣтствовало бы созданіе всего количества земли настоящаго времени сразу, да и къ чему могла послужить эта земля, заполненная пустынными лѣсами и населенная неразумными животными? Кто будетъ такъ наивенъ, что воспроизведетъ нѣчто, могущее найти употребленіе только чрезъ тысячи лѣтъ? Не цѣлесообразнѣе ли, чтобъ суша постоянно увеличивалась бы сама собою, по мѣрѣ надобности жителей, ибо все создается въ свое время и своимъ порядкомъ?

Геологія, конечно, не можетъ раздѣлять это воззрѣніе, повидимому такъ хорошо согласующееся съ планомъ созданія. Изъ новыхъ изслѣдованій явствуетъ все болѣе и болѣе, что въ прежніе періоды вода и суша имѣли весьма колеблющіяся границы. Возможно обнаружить слѣды большихъ развитій морей, и еще недавно M. Neumayr, опредѣлилъ границы подобнаго распространенія моря. Ed. Suess называлъ такія моря, покрывающія значительныя площади суши, *трансгрессіями*, и теперь все болѣе и болѣе становится яснымъ, что надо различать нѣсколько трансгрессивныхъ періодовъ. Съ другой стороны имѣются вѣскія указанія на то, что въ опредѣленныя времена суша была обширнѣе, нежели теперь, и, какъ кажется, трансгрессивные періоды чередовались съ періодами сильнаго развитія суши, которые указываютъ большею частью на окончаніе геологическихъ періодовъ.

Уже немногія указанія могутъ подтвердить это положеніе. Къ окончанію палеозойской эпохи, во время новаго каменноугольнаго періода, всюду появляются обширныя массы суши, притомъ въ первый разъ въ геологической хронологіи, а въ послѣдующемъ діасовомъ (пермскомъ) періодѣ, суша какъ кажется пріобрѣла распространеніе уже не меньшее, чѣмъ въ настоящее время, такъ какъ нѣтъ мѣста на поверхности ея, о которомъ можно бы было съ увѣренностью сказать, что оно было покрыто моремъ во время діасоваго (пермскаго) періода. Нѣчто подобное повторяется при окончаніи мезозойской

[25]) Physische Beschreibung des Erdkugel. 3 Aufl d. deutsch. Uebersetz. 1791. s 203.

эпохи: начинается кенозойская эра, съ періодомъ развитія суши, и на одно только мѣсто, въ ливійской пустынѣ, можно указать какъ на бывшее покрытымъ, съ окончанія мѣловаго и до третичнаго періода, моремъ.

Что доказывается для граничныхъ временъ двухъ послѣдующихъ эпохъ, то одинаково справедливо и для подобныхъ же временъ отдѣльныхъ періодовъ, на что можетъ указать извѣстный геологическій фактъ, что весьма рѣдко встрѣчаются формаціи, которыми бы двѣ геологическія системы переходили одна въ другую. Наиважнѣйшіе отдѣлы геологическаго времяисчисленія являются періодами развитія суши, что вполнѣ понятно, такъ какъ геологическая хронологія характеризуетъ свои отдѣлы осадками, образовавшимися въ моряхъ.

Если, стало быть, возможно различать трансгрессивные и материковые періоды, то рождается вопросъ: чѣмъ обусловивается ихъ проявленіе? Отвѣтъ на него можно узнать изъ разсмотрѣнія вышеупомянутой кривой и выраженнаго ею положенія, что море легко можетъ возрасти на счетъ суши. Принимая, что моря суть глубоко лежащія части земной коры, а материки возвышенныя, слѣдуетъ также допустить, что имъ свойственно нѣкоторое движеніе, такъ что материки могутъ подниматься и опускаться, а морское дно углубляться или возвышаться; при такомъ движеніи, понятно, могутъ получиться два результата, т. е. что разность между средними материковыми высотами и средними морскими глубинами, которая въ настоящее время составляетъ 4900 метровъ, можетъ или увеличиться, или уменьшиться; въ первомъ случаѣ моря отступятъ въ опустившіяся глубины и суша увеличится, во второмъ, наоборотъ, моря выступятъ изъ своихъ береговъ на материки. При увеличеніи разности высотъ обоихъ элементовъ на 1000 метровъ суша увеличится, какъ это было уже сказано, на 30%, при уменьшеніи же этой разности—суша уменьшится на 80%.

Это разъясненіе бросаетъ свѣтъ на трансгрессивные и материковые періоды, первые изъ которыхъ должно понимать какъ времена, при которыхъ разность материковыхъ высотъ и морскихъ глубинъ была меньше чѣмъ теперь, между тѣмъ какъ материковые періоды суть такіе, при которыхъ эта разность является увеличенной. Въ первыхъ періодахъ материки по большей части наводнены, въ послѣднемъ они возвышаются, во всемъ своемъ протяженіи, надъ океаномъ. Послѣднее явленіе почти имѣетъ мѣсто въ настоящее время. Уровень моря находится на высотѣ края материковыхъ плоскогорій наводняетъ послѣднія въ незначительной степени, какъ это видно изъ отношеній морскихъ глубинъ, такъ какъ только незначительныя части моря, приблизительно тѣ, которыя имѣютъ глубину въ 100 саж., могутъ разсматриваются какъ краевыя наводненія материковъ, т. е. какъ трансгрессіи настоящаго времени.

Собственно говоря, кажется, будто процессы, имѣющіе теперь мѣсто у береговъ, противорѣчатъ изложенному выше мнѣнію, ибо то тутъ суши опу-

скается, то тамъ она поднимается, такъ что почти невозможно рѣшить увеличивается ли суша, или море; но не слѣдуетъ придавать особеннаго значенія этимъ мѣстнымъ процессамъ и должно помнить, что часто общее явленіе, въ силу мѣстныхъ условій, можетъ казаться обратнымъ. У тѣхъ береговъ, которые опускаются въ морскія глубины, будетъ происходить увеличеніе моря на счетъ суши, даже при общемъ материковомъ періодѣ, и обратно, при трансгрессивномъ періодѣ, какой нибудь берегъ, находящійся въ поднятіи, благодаря мѣстнымъ процессамъ представитъ увеличеніе суши. Мѣстные процессы поднятія и опусканія отдѣльныхъ частей суши, затемняютъ общее направленіе движенія береговой линіи опредѣленнаго періода, и только сумма всѣхъ отдѣльныхъ явленій въ состояніи уяснить, имѣетъ ли въ настоящее время мѣсто трансгрессія моря или эмерсія суши.

Послѣ всего вышесказаннаго нельзя разсматривать отношеніе суши къ морю въ настоящее время за постоянную величину, и теперешнее равновѣсіе между массою материковъ и массою моря есть ничто иное какъ случайность. Между тѣмъ за фактомъ, что поверхности суши и моря непостоянны, надо признать крайне важное біологическое значеніе, ибо море и суша населены различными организмами, а потому всякая перемѣна въ границахъ обоихъ элементовъ, по необходимости, стѣснитъ или увеличитъ мѣстопребываніе жителей суши. Величина же мѣстопребыванія имѣетъ громадное значеніе въ исторіи развитія видовъ. Если суша увеличивается, то ея животныя и растенія могутъ распространяться и занимать новыя мѣста, причемъ они легко подвергаются видоизмѣненіямъ; между тѣмъ какъ при уменьшеніи суши животный и растительный міръ подвергнется стѣсненію, которое по необходимости повлечетъ за собой погибель слабыхъ видовъ въ борьбѣ за мѣстожительство съ болѣе сильно организованными видами. Возрастаніе суши обозначаетъ имѣющее быть развитіе жителей ея, уменьшеніе-же, наоборотъ, означаетъ сокращеніе этого развитія, такъ что можно сказать, что животный и растительный міръ развивается пропорціально величинѣ материка. Эта же послѣдняя, какъ мы выше старались доказать, перемѣнна и не находится въ постоянномъ отношеніи къ площади моря; слѣдовательно, соотвѣтственно ея измѣненіямъ должна измѣняться и органическая жизнь земной поверхности. Времена процвѣтанія органической жизни должны чередоваться съ такими, при которыхъ скорѣе происходитъ вымираніе, чѣмъ нарожденіе видовъ.

Этотъ теоретическій выводъ имѣлъ на самомъ дѣлѣ мѣсто. Блестящіе періоды органической жизни чередовались съ періодами явнаго упадка; животный и растительный міръ развивался неравномѣрно и не постоянно, а то скоро, то медленно. Этотъ давно извѣстный геологическій фактъ принятъ во вниманіе уже съ давнихъ поръ геологическою хронологіею, которая подраздѣляетъ свои періоды по главнѣйшимъ фазамъ развитія органической жизни, и замѣчательно, что этимъ путемъ полученные отдѣлы вполнѣ парал-

лельны отдѣламъ, полученнымъ при изученіи наслоенія породъ. Первый материковый періодъ на земной поверхности, имѣвшій мѣсто при каменноугольномъ періодѣ, обусловилъ то чрезвычайное проявленіе растительнаго міра, о которомъ свидѣтельствуютъ пласты каменнаго угля, и послѣ того, какъ наиболѣе древніе растительные роды, тайнобрачныя (Kryptogamae) и голосѣмянныя (Gymnospermae), прогосподствовали въ теченіи всей мезозойской эпохи, лиственный лѣсъ развивается въ высокой степени лишь тогда, когда суша, начиная съ третичнаго періода, снова получила обширное распространеніе. Не иной путь претѣрпѣлъ и животный міръ: только тогда вытѣснили млекопитающія пресмыкающихся и земноводныхъ, когда, съ начала кенозойской эры, увеличившаяся суша дала имъ достаточное для мощнаго развитія пространство. Соотношеніе суши и моря, существующее въ извѣстное время, опредѣляетъ, такъ сказать, интенсивность органической жизни, и только теперь можно вѣрно оцѣнить какое важное значеніе принадлежитъ числу этого соотношенія; оно даетъ масштабъ развитія животной и растительной жизни.

Тѣмъ болѣе прискорбна сомнительность величины этого числа, и тѣмъ настоятельнѣе является желаніе, чтобы научныя путешествія какъ можно скорѣе заполнили этотъ пробѣлъ географическихъ знаній. Рѣшеніе этой задачи надо искать въ южныхъ полярныхъ странахъ, откуда надо ждать и другое рѣшеніе не менѣе важнаго вопроса, бросающаго свѣтъ на развитіе органической жизни, именно о великихъ климатическихъ измѣненіяхъ, исходящихъ отъ полюсовъ. Пусть по этому антарктическія страны будутъ вскорѣ ареною отважнаго соревнованія научныхъ путешествій, и да исчезнетъ въ скорѣйшемъ будущемъ это бѣлое пятно съ нашихъ картъ.

Тогда будетъ время опредѣлить не только съ кажущеюся, но съ дѣйствительной точностью соотношеніе воды и суши, и возможно будетъ начать изслѣдованія о направленіи измѣненія этого соотношенія. Откинувъ ложный взглядъ, что настоящее соотношеніе особенно счастливо и исключительно создано для человѣка, мы будемъ въ состояніи оцѣнить его значеніе для развитія всей органической жизни и снова восхвалимъ мудрость созданія Вселенной, которая въ постоянномъ измѣненіи распредѣленія воды и суши дала двигатель развитія органической жизни.

ХИМІЯ, ФИЗИКА и МИНЕРАЛОГІЯ.

ЭТЮДЫ ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ КРИСТАЛЛОГРАФІИ.

Горн. инж. Е. Федорова.

ЭТЮДЪ ТРЕТІЙ.

Изслѣдованіе кристаллографической проэктивности. Теорія растяженій.

Задача этого этюда — подробное изслѣдованіе кристаллографической проэктивности, сущность которой охарактеризована въ первомъ этюдѣ. Предлагаемый этюдъ представляетъ теоретическое обоснованіе той системы кристаллографическихъ вычисленій, изложеніе которой составитъ задачу четвертаго этюда

ГЛАВА I.

Кристаллографическая проэктивность на плоскости.

§ 1. Общее аналитическое выраженіе кристаллографической проэктивности на плоскости было выведено въ главѣ III перваго этюда [1]), а именно (форм. 4):

$$c_1x+c_2y+a_3x'+b_3y'+c_2=0$$
$$c_1'x+c_2'y+a_3'x'+b_3y'+c_3'=0$$

Ради удобства и простоты мы выдѣлимъ изъ этихъ уравненій перемѣнныя одной изъ проэктивныхъ системъ, а сами перемѣнныя будемъ впредь означать чрезъ (x_1x_2) и $(x_1'x_2')$. Сдѣлавъ это, получимъ уравненіе вида:

$$\begin{aligned} x_1'&=a_{11}x_1+a_{12}x_2+a_{13} \\ x_2'&=a_{21}x_1+a_{22}x_2+a_{23} \end{aligned} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

изъ которыхъ легко вывести и обратныя имъ

$$x_1\triangle=a_{22}x_1'-a_{12}x_2'-\begin{vmatrix} a_{13} & a_{12} \\ a_{23} & a_{22} \end{vmatrix}$$

---

[1]) Горный журналъ, 1885, № 4 и 5.

$$x_2\Delta = -a_{21}x_1' + a_{11}x_2' - \begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{21} & a_{23} \end{vmatrix}$$

гдѣ знакомъ Δ означенъ детерминантъ $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$ уравненій проэктивности.

Если бы совмѣстили въ началѣ координатъ двѣ соотвѣтственныя точки, параметры a_{13} и a_{23} стали бы равными нулю и мы получили бы уравненіе:

$$\begin{aligned} x'_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \\ x_2' &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \end{aligned} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1a)$$

и обратныя имъ

$$\begin{aligned} x_1\Delta &= a_{22}x_1' - a_{12}x_2' \\ x_2\Delta &= -a_{21}x_1' + a_{11}x_2' \end{aligned} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1a')$$

Изъ этихъ уравненій по какой нибудь данной точкѣ одной системы непосредственно опредѣляется соотвѣтственная точка другой системы. Каждое данное соотвѣтствіе между двумя точками доставляетъ два уравненія, выражающія связь между четырьмя коэфиціентами уравненій 1a) и, слѣдовательно, для полнаго опредѣленія коэфиціентовъ этихъ уравненій необходимо и достаточно два соотвѣтствія между точками.

Пусть точкамъ (a_1 a_2) и (b_1 b_2) соотвѣтствуютъ точки (a_1' a_2') и (b_1' b_2'). Въ такомъ случаѣ получаемъ,

$$\begin{aligned} a_1' &= a_{11}a_1 + a_{12}a_2 \qquad & b_1' &= a_{11}b_1 + a_{12}b_2 \\ a_2' &= a_{21}a_1 + a_{22}a_2 \qquad & b_2' &= a_{21}b_1 + a_{22}b_2 \end{aligned}$$

а изъ этихъ уравненій легко выводимъ значеніе коэфиціентовъ:

$$a_1 \begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_1' & a_2 \\ b_1' & b_2 \end{vmatrix}; \quad a_{12} \begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_1 & a_1' \\ b_1 & b_1' \end{vmatrix}; \quad a_{21} \begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_2' & a_2 \\ b_2' & b_2 \end{vmatrix} \text{ и}$$

$$a_{22} \begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_1 & a_2' \\ b_1 & b_2' \end{vmatrix} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2)$$

Другими словами, уравненія 1a) становятся

$$\begin{aligned} \Delta x_1' &= \begin{vmatrix} a_1' & a_2 \\ b_1' & b_2 \end{vmatrix} x_1 + \begin{vmatrix} a_1 & a_1' \\ b_1 & b_1' \end{vmatrix} x_2 \\ \Delta x_2' &= \begin{vmatrix} a_2' & a_2 \\ b_2' & b_2 \end{vmatrix} x_1 + \begin{vmatrix} a_1 & a_2' \\ b_1 & b_2' \end{vmatrix} x_1 \end{aligned} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 3)$$

гдѣ Δ означаетъ детерминантъ $\begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{vmatrix}$.

Коэфиціенты этихъ уравненій не имѣютъ опредѣленнаго значенія лишь въ случаѣ $\Delta = 0$, т. е. $\frac{a_1}{a_2} = \frac{b_1}{b_2}$, другими словами, когда двѣ данныя точки находятся на одной прямой съ началомъ координатъ; если же дано соотвѣтствіе между двумя точками, не находящимися на одной прямой съ началомъ, коэфиціенты уравненій 3) всегда вполнѣ опредѣляются по условіямъ 2).

§ 2. На уравненія 1a) какъ выражающія связь проэктивности между однородными образами двухъ плоскихъ системъ, мы можемъ смотрѣть какъ на уравненія измѣненій, претерпѣваемыхъ фигурами одной системы, превра-

щающимися въ соотвѣтственныя фигуры другой, причемъ, конечно, мы имѣемъ здѣсь дѣло не съ процессомъ измѣненія, а лишь съ его конечнымъ результатомъ.

Разсмотримъ нѣкоторые простѣйшіе случаи такихъ измѣненій.

Прямой $Ax_1+Bx_2+C=0$ соотвѣтствуетъ прямая же

$$A\,(a_{22}x'_1-a_{12}x'_2)+B(-a_{21}x'_1+a_{11}x'_2)+C\Delta=0 \text{ или } x'_1\,(Aa_{22}-Ba_{21})+$$
$$+x'_2(Aa_{12}+Ba_{11})+C\Delta=0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 4)$$

Если возьмемъ другую прямую, параллельную первой, то другое значеніе будетъ имѣть лишь параметръ C, а слѣдовательно (такъ какъ онъ не входитъ въ выраженіе коэфиціентовъ при x_1 и x_2) и соотвѣтствующая ей прямая будетъ параллельна прямой, соотвѣтствующей первой (выводъ этотъ совпадаетъ съ указаннымъ въ первомъ этюдѣ соотвѣтствіи между безконечно удаленными точками). Если означимъ уголъ, образуемый прямою $Ax_1+Bx_2+C=0$ съ осью абсциссъ чрезъ φ, то $A:B=-tg\ \varphi$, а для соотвѣтственной прямой получаемъ $A':B'=-tg\ \varphi'=Aa_{22}-Ba_{21}:-Aa_{12}+Ba_{11}=-(a_{22}\ tg\varphi+a_{21}):a_{12}\ tg\ \varphi+a_{11}$—выводъ, который получится дальше инымъ путемъ.

Кромѣ того, изъ форм. 4) выводится, что ряду равноотстоящихъ параллельныхъ прямыхъ соотвѣтствуетъ такой же рядъ прямыхъ въ другой системѣ. Рядъ этихъ выводовъ приводитъ къ слѣдствіямъ весьма важнымъ для пониманія свойствъ кристаллографической проэктивности, а именно:

Система параллелограмовъ остается таковою же и послѣ измѣненія, выражаемаго кристаллографическою проэктивностью. Это относится вообще къ системѣ параллелогоновъ [1])

Это свойство кристаллографической проэктивности, которое ради краткости я назову закономъ конгруэнтности, въ свою очередь, позволяетъ вывести другое важное свойство той же проэктивности, а именно:

Вообразимъ въ плоской системѣ (x_1x_2) какую нибудь фигуру A, занимающую въ ней какое-нибудь мѣсто, и пусть въ системѣ $(x_1'x_2')$ ей соотвѣтствуетъ фигура B; та-же фигура A, помѣщенная въ параллельномъ положеніи въ какомъ-угодно другомъ мѣстѣ той же системы, послѣ измѣненія, обусловленнаго законами кристаллографической проэктивности, превратится снова въ фигуру B; другими словами, характеръ измѣненія фигуры не зависитъ отъ мѣста, занимаемаго ею въ плоской системѣ.

Для наглядности представимъ себѣ первую систему раздѣленною двумя системами равноотстоящихъ параллельныхъ прямыхъ на безконечно малые параллелограмы; если начертимъ въ этой системѣ фигуру A, очерчивающую

---

[1]) Въ Нач. уч. о фиг. (Зап. Мин. Общ. 1885 ч. XXI) параллелогонами названы многоугольники, выполняющіе плоскость въ параллельномъ положеніи; у этихъ фигуръ имѣются соотвѣтственныя попарно равныя параллельныя стороны (тамъ же § 57).

совокупность опредѣленныхъ элементарныхъ параллелограмовъ системы, то для совмѣщенія ея съ такою же фигурою, занимающею другое мѣсто въ плоской системѣ, достаточно подвергнуть систему нѣкоторому поступанію; но такъ какъ въ силу закона контруэнгности системѣ параллелограмовъ будетъ соотвѣтствовать также система параллелограмовъ, то значитъ такое же совмѣщеніе посредствомъ поступанія мы можемъ произвести и для двухъ разныхъ мѣстъ фигуры B, въ которыхъ эта фигура также будетъ находиться въ параллельномъ положеніи.

§ 3. Пользуясь этимъ свойствомъ, мы можемъ каждую фигуру, измѣненіе которой мы изслѣдуемъ, помѣщать въ системѣ въ параллельномъ положеніи на какомъ угодно мѣстѣ, какое мы найдемъ удобнѣйшимъ, и общность вывода отъ этого не пострадаетъ.

Возьмемъ напр. кругъ. Для изученія измѣненія этой фигуры мы можемъ совмѣстить ея центръ съ началомъ координатъ. Уравненіе круга пусть будетъ $x_1^2+x_2^2=r^2$. Послѣ измѣненія мы получимъ фигуру, опредѣляемую уравненіемъ:

$$(a_{22}x'_1-a_{12}x'_2)^2+(-a_{21}x'_1+a_{11}x'_2)^2=x'^2_1(a_{22}^2+a_{21}^2)-2x'_1x'_2(a_{11}a_{21}+a_{12}a_{22})+x'^2_2(a_{12}^2+a_{11}^2)=r^2\triangle^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5)$$

т. е. нѣкоторую кривую втораго порядка. Для нея условное неравенство $B^2 \gtrless 4\ AC$ приметъ видъ

$$4(a_{22}a_{12}+a_{21}a_{11})^2=4a_{22}^2a_{12}^2+8a_{11}a_{12}a_{21}a_{22}+4a_{21}^2a_{11}^2<4(a_{22}^2+a_{21}^2)(a_{12}^2+a_{11}^2),$$

потому что $4\ (a_{11}^2a_{22}^2+a_{21}^2a_{12}^2)-8\,a_{11}a_{12}a_{21}a_{22}=4\,(a_{11}a_{22}-a_{21}a_{12})^2>0$ какъ полный квадратъ и притомъ такого числа, которое не можетъ равняться нулю, такъ какъ $(a_{11}a_{12}-a_{21}a_{12})$ есть ничто иное, какъ детерминантъ уравненій проэктивности.

Итакъ, кругъ по законамъ кристаллографической проэктивности можетъ измѣниться только въ эллипсъ, а не въ какую-нибудь другую кривую втораго порядка. Эллипсъ, соотвѣтствующій кругу, имѣющему радіусъ равный 1-цѣ мы будемъ называть эллипсомъ кристаллографической проэктивности. Кривая эта служитъ нагляднымъ выраженіемъ измѣненій, которыя претерпѣваетъ плоская система по законамъ кристаллографической проэктивности.

Положеніе осей этого эллипса опредѣляется по формулѣ:

$$tg\alpha_0=-\frac{p}{2}\pm\sqrt{\frac{p^2}{4}+1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6)$$

гдѣ $p=\dfrac{a_{11}^2-a_{12}^2+a_{21}^2-a_{22}^2}{a_{11}a_{12}+a_{21}a_{22}}$; изъ этого выраженія заключаемъ, что для угла α_0 осей эллипса всегда имѣется два опредѣленныя рѣшенія.

§ 4. Нѣкоторая кривая $f\ (x_1\ x_2)=0$ послѣ измѣненія станетъ кривою $f\left(\frac{a_{22}}{\triangle}x_1'-\frac{a_{12}}{\triangle}x_2',-\frac{a_{21}}{\triangle}x_1'+\frac{a_{11}x_2'}{\triangle}\right)=0$; для краткости напишемъ это урав-

неніе такъ: $f(X_1\ X_2)=0$. Касательная къ первоначальной кривой въ точкѣ $(a_1\ a_2)$ будетъ $(x_1-a_1)\dfrac{d\,f(x_1\,x_2)}{d\,x_1}+(x_2-a_2)\dfrac{d\,f(x_1\,x_2)}{d\,x_2}=0$. Этой прямой послѣ измѣненія соотвѣтствуетъ прямая

$$(x_1'-a_1')\frac{df(X_1X_2)}{dx_1'}+(x_2'-a_2')\frac{df(X_1X_2)}{dx_2'}=0\ .\ .\ .\ .\ 7)$$

т. е. прямая касательная къ кривой $f(x_1\ x_2)=0$ въ точкѣ $(a_1'\ a_2')$, соотвѣтствующей точкѣ $(a_1\ a_2)$. [1])

Отсюда заключаемъ, что если въ плоской системѣ до измѣненія мы начертимъ квадратъ и вписанный въ немъ кругъ, то послѣ измѣненія квадратъ превратится въ нѣкоторый параллелограмъ, а кругъ — въ эллипсъ, вписанный въ этотъ параллелограмъ. Стороны этого параллелограма будутъ параллельны двумъ сопряженнымъ діаметрамъ, такъ какъ они параллельны хордамъ, дѣлящимъ другой діаметръ пополамъ, что, въ свою очередь, является прямымъ слѣдствіемъ закона конгруэнтности въ связи со свойствомъ хордъ круга дѣлиться пополамъ перпендикулярными къ нимъ діаметрами.

Вращая описанный около круга квадратъ въ плоской системѣ до измѣненія, мы получимъ послѣ измѣненія всевозможные, описанныя около эллипса, системы параллелограмовъ со сторонами, параллельными сопряженнымъ діаметрамъ. Не трудно видѣть, что всѣ параллелограмы эти, какъ соотвѣтствующіе одному и тому же квадрату въ разныхъ положеніяхъ, должны быть равномѣрны между собой, что и составляетъ извѣстную теорему аналитической геометріи.

§ 5. Законъ конгруэнтности выражаетъ въ сущности, что отрѣзки какой-нибудь прямой до измѣненія превратятся въ пропорціональныя (хотя и неравныя) имъ отрѣзки прямыхъ послѣ измѣненія. Отношеніе этихъ отрѣзковъ, постоянное для одной какой-нибудь прямой, мы будемъ называть коэффиціентомъ растяженія въ данномъ направленіи. Коэффиціентъ этотъ однако измѣняется отъ одного направленія къ другому, и наглядное выраженіе этихъ измѣненій мы имѣетъ въ эллипсѣ проэктивности. Теперь займемся опредѣленіемъ величины этихъ коэффиціентовъ для разныхъ направленій.

---

[1]) Здѣсь дѣло идетъ объ измѣненіи перемѣнныхъ. Мы имѣемъ

$$\frac{df(X_1X_2)}{dx_1}=\frac{df}{dx_1'}\frac{dx_1'}{dx_1}+\frac{df}{dx_2'}\frac{dx_2'}{dx_1}=a_{11}\frac{df}{dx_1'}+a_{21}\frac{df}{dx_2'};\ \text{также}\ \frac{df(X_1X_2)}{dx_2}=a_{12}\frac{dx}{dx_1'}+$$
$$+a_{22}\frac{df}{dx_2'}.$$

Подставивъ эти значенія въ уравненіе $(x_1-a_1)\dfrac{df}{dx_1}+(x_2-a_2)\dfrac{df}{dx_2}=0$ и получаемъ уравненіе 7).

Пусть точка $(x_1\ x_2)$ отстоитъ отъ начала на разстояніи r, а соотвѣтствующая ей точка $(x'_1\ x'_2)$—на разстояніи r'; назовемъ также уголъ, составляемый прямой, соединяющею начало съ точкою $(x_1\ x_2)$, съ осью абсциссъ чрезъ φ, а соотвѣтствующій уголъ послѣ измѣненія чрезъ φ'.

Въ такомъ случаѣ $x_1 = r\ cs\varphi\ \ x_2 = r\ sn\varphi$, и мы получаемъ:

$$\begin{aligned} r'cs\varphi' &= a_{11}r\ cs\varphi + a_{12}r\ sn\varphi \\ r'sn'\varphi' &= a_{21}r\ cs\varphi + a_{22}r\ sn\varphi \end{aligned} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 8)$$

$$\text{Отсюда } tg\varphi' = \frac{a_{21}cs\varphi + a_{22}sn\varphi}{a_{11}cs\varphi + a_{12}sn\varphi} = \frac{a_{21} + a_{22}tg\varphi}{a_{11} + a_{12}tg\varphi} \quad \ldots\ldots \quad 8a)$$

$$\text{и } \frac{r'^2}{r^2} = (a_{11}cs\varphi + a_{12}sn\varphi)^2 + (a_{21}cs\varphi + a_{22}sn\varphi)^2$$

$$\text{или } m = \frac{r'}{r} = \sqrt{(a_{11}cs\varphi + a_{12}sn\varphi)^2 + (a_{21}cs\varphi + a_{22}sn\varphi)^2} \quad \ldots \quad 8b)$$

гдѣ m означаетъ коэффиціентъ растяженія для направленія, составляющаго съ осью абсциссъ уголъ φ.

Формула 8*a*) выражаетъ законъ измѣненія соотвѣтственныхъ направленій и была уже выведена раньше (§ 2), а форм. 8*b*) выражаетъ законъ измѣненія растяженій.

Для того, чтобы опредѣлить направленіе наибольшаго и наименьшаго растяженія, нужно приравнять нулю производную подкоренной величины въ 8*b*), т. е. условіе maximum'а или minimum'а величины m будетъ

$$2\ (a_{11}cs\varphi_0 + a_{12}sn\varphi_0)\ (-a_{11}sn\varphi_0 + a_{12}cs\varphi_0) + 2(a_{21}cs\varphi_0 + a_{22}sn\varphi_0)\ (-a_{21}sn\varphi_0 + \\ + a_{22}cs\varphi_0) = 0.$$

$$\text{Отсюда выводимъ } tg^2\varphi_0 + tg\varphi_0\ \frac{a_{11}^2 - a_{12}^2 + a_{21}^2 - a_{22}^2}{a_{11}a_{12} + a_{21}a_{22}} = 1$$

$$\text{и } tg\varphi_0 = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\frac{p^2}{4} + 1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 9)$$

$$\text{гдѣ } p = \frac{a_{11}^2 - a_{12}^2 + a_{21}^2 - a_{22}^2}{a_{11}a_{12} + a_{21}a_{22}}$$

Это показываетъ, что, какъ и слѣдовало ожидать, направленія наибольшаго и наименьшаго растяженія совпадаютъ съ направленіями, соотвѣтствующими осямъ эллипса проэктивности, опредѣляемыми по форм. 6).

§ 6. Теперь изслѣдуемъ законъ измѣненія площадей. Возьмемъ двѣ точки (a_1a_2) и (b_1b_2), разстоянія которыхъ отъ начала пусть будутъ r_1 и r_2,

а углы, образуемые прямыми, соединяющими ихъ съ началомъ—φ_1 и φ_2. Соотвѣтственныя части послѣ измѣненія означимъ тѣми же буквами со значками. Въ такомъ случаѣ, площадь параллелограма, двѣ стороны котораго прямыя, соединяющія начало съ данными точками, выразится:

$$p=r_1 r_2\, sn(\varphi_2-\varphi_1),$$

а площадь соотвѣтствующаго параллелограма послѣ измѣненія будетъ

$$p'=r'_1 r_2'\, sn\,(\varphi'_2-\varphi_1')=r_1' r_2'\,(sn\varphi_2' cs\varphi_1'-cs\varphi_2' sn\varphi_1')=$$

$$=r_1 r_2\{(a_{11}cs\varphi_1+a_{12}sn\varphi_1)(a_{21}cs\varphi_2+a_{22}sn\varphi_2)-(a_{11}cs\varphi_2+a_{12}sn\varphi_2)(a_{21}cs\varphi_1+a_{22}sn\varphi_1)\}=$$

$$=r_1 r_2 \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} cs\varphi_1 & sn\varphi_1 \\ cs\varphi_2 & sn\varphi_2 \end{vmatrix} = r_1 r_2 \Delta sn\,(\varphi_2-\varphi_1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10)$$

гдѣ Δ—детерминантъ уравненій проэктивности.

Такимъ образомъ $\dfrac{p'}{p}=\Delta$ . . . . . 10*a*)

Т. е. коэффиціе нтъ растяженія площадей равенъ детерминанту уравненій проэктивности, и такъ какъ это имѣетъ мѣсто для какихъ угодно параллелограмовъ, то значитъ самый законъ одинаково примѣнимъ для всѣхъ мѣстъ плоскихъ системъ. Такъ какъ детерминантъ уравненій проэктивности вычисляется очень просто, то сдѣланный выводъ тоже можетъ служить къ упрощенію нѣкоторыхъ вычисленій: такъ, если нужно знать коэффиціентъ растяженія по двумъ какимъ нибудь направленіямъ и измѣненіе угла между этими направленіями, то изъ этихъ трехъ величинъ достаточно вычислить только двѣ (по форм. 8*a* и 8*b*), а третья величина легко опредѣлится по 10*a*). Вычисленіе упрощается и въ нѣкоторыхъ другихъ случаяхъ, напр. въ случаѣ сопряженныхъ направленій, къ которымъ мы и переходимъ.

§ 7. Возьмемъ въ измѣненной плоской системѣ какое-нибудь направленіе, составляющее съ осью абсциссъ уголъ φ_1' и пусть коэффиціентъ растяженія въ этомъ направленіи m_1. То направленіе (уголъ котораго съ осью абсциссъ означимъ чрезъ φ'_2, а коэффиціентъ растяженія чрезъ m_2), которое удовлетворяетъ равенству

$$m_1 m_2 sn\,(\varphi_2'-\varphi_1)=\Delta \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 11)$$

мы будемъ называть сопряженнымъ съ первымъ. Если мы представимъ это равенство въ видѣ

$$\frac{p'}{p}=\frac{r_1' r'_2 sn(\varphi_2'-\varphi_1')}{r_1 r_2 sn\,(90^0)}=\Delta,$$

то легко замѣтимъ, что сопряженныя направленія соотвѣтствуютъ двумъ взаимно-перпендикулярнымъ и слѣдовательно представляютъ два направленія сопряженныхъ діаметровъ эллипсоида проэктивности.

Зная коэффиціентъ растяженія въ одномъ изъ двухъ сопряженныхъ на-

правленій и уголъ $\varphi_2'-\varphi_1'$, легко по формулѣ 11) опредѣляемъ и коэффиціентъ растяженія въ другомъ направленіи. Для опредѣленія же угла $\varphi_2'-\varphi_1'$ поступимъ такъ:

$$ctg\,(\varphi_2'-\varphi_1') = \frac{1+tg\varphi_1' tg\varphi_2'}{tg\varphi_2'-tg\varphi_1'}\text{; но } tg\varphi_1' = \frac{a_{21}+a_{22}tg\varphi}{a_{11}+a_{12}tg\varphi},\quad tg\varphi_2' = \frac{a_{21}tg\varphi-a_{22}}{a_{11}tg\varphi-a_{12}}$$

и потому

$$ctg\,(\varphi_2'-\varphi_1') = \frac{2cs\,(2\varphi)\,(a_{11}a_{12}+a_{21}a_{22})-sn(2\varphi)(a_{11}^2-a_{12}^2+a_{21}^2-a_{22}^2)}{2\Delta cs\,(2\varphi)} \quad . \; . \; 12)$$

§ 8. Если плоскую систему послѣ одного измѣненія, выражаемаго формулою 1*a*), мы подвергнемъ вторичному, выраженіемъ котораго будутъ формулы

$$x_1''=a_{11}'x_1'+a_{12}'x_2'$$
$$x_2'=a_{21}'x_1'+a_{22}'x_2'$$

и если детерминантъ этихъ уравненій означимъ чрезъ Δ', то легко видѣть, что коэффиціентъ растяженія площадей будетъ

$$\frac{p''}{p'}=\Delta' \text{ или } \frac{p''}{p} = \Delta' \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 13)$$

Основываясь на томъ, что, какъ это слѣдуетъ изъ формулы (3), мы каждыя двѣ точки, не находящіяся на одной прямой съ началомъ, можемъ привести въ соотвѣтствіе съ каждыми двумя другими точками, тоже не находящимися на одной прямой съ началомъ, и принимая во вниманіе, что начало и двѣ какія-нибудь точки могутъ служить для построенія параллелограмъ, двѣ стороны котораго будутъ прямыя, соединяющія начало съ этими двумя точками, заключаемъ, что, подвергая плоскую систему измѣненіямъ по законамъ кристаллографической проэктивности, мы всякій параллелограмъ можемъ превратить во всякій другой.

Всѣ описанныя свойства кристаллографической проэктивности на плоскости даютъ достаточно ясное о ней понятіе и позволяютъ заключить, что понятіе это тожественно съ понятіемъ совокупности растяженій и сдвиговъ, основанія теоріи которыхъ изложены въ моемъ сочиненіи «Начала Ученія о Фигурахъ», уже не разъ упоминавшемся [1]) (а именно §§ 61, 62 и 63). Этимъ я и закончу изложеніе общихъ свойствъ кристаллографической проэктивности на плоскости, и теперь перейду къ изслѣдованію частныхъ представляющихся случаевъ.

---

[1]) Напр. только что выведенное свойство кристаллографической проэктивности соотвѣтствуетъ свойствамъ совокупности сдвиговъ и растяженій, видныхъ изъ теоремы 15) „всякій данный параллелограмъ сдвигами и растяженіями можетъ быть превращенъ во всякій другой данный" (§ 63).

1. *Случай тожества.*

§ 9. Подъ этимъ я подразумѣваю случай, когда обѣ плоскія системы совпадаютъ во всѣхъ своихъ точкахъ; въ этомъ случаѣ точкѣ $(x_1\ x_2)$ соотвѣтствуетъ она же сама, и слѣдовательно уравненія 1*a* принимаютъ видъ.

$$x_1=a_{11}x_1+a_{12}x_2 \text{ или } x_1\ (a_{11}-1)+x_2a_{12}=0$$
$$x_2=a_{21}x_1+a_{22}x_2 \text{ или } x_1a_{21}+x_2(a_{22}-1)=0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 14).$$

Такъ какъ равенства 14) должны имѣть мѣсто при всякихъ значеніяхъ перемѣнныхъ x_1 и x_2, то изъ нихъ вытекаютъ слѣдующія 4 равенства:

$$a_{11}-1=0\quad a_{12}=0\quad a_{12}=0\quad a_{22}-1=0.$$

2. *Случай перемѣны координатъ.*

§ 10. Въ этомъ случаѣ соотвѣтствующая плоская система занимаетъ лишь другое мѣсто, но сама по себѣ одинакова съ первоначальной и соотвѣтственнымъ передвиженіемъ можетъ быть совмѣщена съ первоначальной. Слѣдовательно, величины коэффиціентовъ растяженія равны единицѣ для всѣхъ направленій; не измѣняются также углы между направленіями и соотвѣтственные отрѣзки площадей. Въ этомъ случаѣ между четырьмя коэффиціентами уравненій проэктивности должна существовать связь, и притомъ, такъ какъ положеніе координатъ остается произвольнымъ и требуетъ для своего опредѣленія одну данную, то связь между коэффиціентами должна выражаться тремя условными равенствами. Мы легко находимъ эти равенства, напр., изъ форм. 8b.), вводя какъ условіе этого случая равенство $m=1$, откуда слѣдуетъ:

$$tg^2\varphi(a_{12}^2+a_{22}^2-1)+2tg\varphi(a_{11}a_{12}+a_{21}a_{22})+(a_{11}^1+a_{21}^2-1)=0.$$

Такъ какъ равенство это должно имѣть мѣсто при всякихъ значеніяхъ угла φ, то оно распадается на три, а именно:

$$a_{12}^2+a_{22}^2=1,\ a_{11}a_{12}+a_{21}a_{22}=0 \text{ и } a_{11}^2+a_{21}^2=1 \quad . \quad . \quad . \quad 15)$$

Нетрудно видѣть, что если мы придадимъ коэффиціенту a_{11} какое-нибудь значеніе $cs\alpha$, то уравненія проэктивности примутъ видъ

$$x_1'=x_1cs\alpha\pm x_2sn\alpha$$
$$x_2'=\mp x_1sn\alpha\pm x_2cs\alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 16)$$

т. е. видъ обыкновенныхъ формулъ перемѣны координатъ. Въ этихъ уравненіяхъ знаки не вполнѣ произвольны; напр. нельзя всѣмъ коэффиціентамъ придать знакъ $+$, такъ какъ въ такомъ случаѣ не выполнялось бы второе изъ

условій 15), которое требуетъ, чтобы одинъ или три изъ коэффиціентовъ имѣли знакъ —.

Уравненія 16) представляютъ, впрочемъ, не только уравненія перемѣны, но нѣчто большее, а именно подъ нихъ подводится также случай симметричныхъ (а не совмѣстимо равныхъ) системъ. Нетрудно вывести, въ какихъ именно случаяхъ системы будутъ симметричны: это имѣетъ мѣсто тогда, когда знаки коэффиціентовъ a_{11} и a_{22} противоположны; если-же знаки эти одинаковы, то одинаковы и сами системы и приличнымъ передвиженіемъ могутъ быть приведены къ совмѣщенію.

Условіе неизмѣнности величины площадей $\Delta=1$, а также и всѣ другія слѣдствія являются результатомъ равенства 15).

3. *Случай подобія.*

§ 11. Подобными системами называются, какъ извѣстно, такія, у которыхъ соотвѣтственные угловые элементы одинаковы, а линейные пропорціональны. Если данъ коэффиціентъ этой пропорціональности, то одна система вполнѣ опредѣляется изъ другой; если присоединить къ этому, что положеніе координатъ обѣихъ системъ произвольно и требуетъ для своего опредѣленія одного даннаго, то значитъ въ этомъ случаѣ коэффиціенты уравненій проэктивности должны быть связаны двумя условными равенствами, которыя мы и легко находимъ, напр. изъ форм. 12); для этого случая $ctg(\varphi_2'-\varphi_1')=0$ и слѣдовательно

$$tg(2\varphi)(a_{11}^2-a_{12}^2+a_{21}^2-a_{22}^2)-2(a_{11}a_{12}+a_{21}a_{22})=0.$$

Такъ какъ равенство это должно имѣть мѣсто для всякихъ значеній угла φ, то оно распадается на два:

$$a_{11}^2+a_{21}^2=a_{12}^2+a_{22}^2 \text{ и } a_{11}a_{12}+a_{21}a_{22}=0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 17)$$

и сами уравненія проэктивности принимаютъ для этого случая видъ:

$$\begin{aligned} x_1' &= a_{11}x_1+a_{12}x_2 \\ x_2 &= \mp a_{12}x \pm a_{11}x_2. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 18) \end{aligned}$$

Понятно, что коэффиціентъ растяженія отрѣзковъ площади будетъ $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ \mp a_{12} & \pm a_{11} \end{vmatrix} = a_{11}^2+a_{12}^2$, а коэффиціентъ линейнаго растяженія для всѣхъ направденій будетъ одинъ и тотъ же, а именно $\sqrt{a_{11}^2+a^2_{12}}$, какъ это легко вывести изъ форм. 8b).

4. *Случай сдвига.*

§ 12. Какъ было упомянуто раньше, понятіе кристаллографической проэктивности совпадаетъ съ понятіемъ совокупности сдвиговъ и растяженій.

Теперь выведемъ аналитическія условія существованія этихъ измѣненій въ отдѣльности, причемъ имѣемъ основаніе ожидать, что для каждаго изъ этихъ измѣненій общія формулы проэктивности упрощаются, такъ какъ относятся лишь къ частному случаю.

Какъ извѣстно [1]), сдвигомъ плоской фигуры называется такое ея измѣненіе, при которомъ только одна прямая, называемая осью сдвига, сохраняетъ свое первоначальное положеніе, а всѣ другія параллельныя ей прямыя уклоняются по своему направленію въ ту или другую сторону на величины, прямо пропорціональныя ихъ разстояніямъ отъ оси.

Направленіе оси сдвига есть направленіе сдвига, а величина уклоненія прямой, параллельной оси и находящейся отъ нея на разстояніи, равномъ 1-цѣ, служитъ мѣрою сдвига. Если мы припишемъ оси сдвига, какъ прямой, опредѣленное направленіе, то этимъ самымъ опредѣлимъ и знакъ сдвига: сдвигъ будетъ положительнымъ, если уклоненіе произошло прямо по направленію оси сдвига, и отрицательнымъ,—если уклоненіе послѣдовало въ прямо противоположномъ направленіи.

Если означимъ уголъ, на который отклоняется нормаль къ оси сдвига чрезъ λ, то мѣрою сдвига можетъ служить также $tg\ \lambda$, представляющее величину уклоненія по направленію сдвига прямой, параллельной оси сдвига и находящейся отъ нея въ разстояніи, равномъ 1-цѣ.

Итакъ, означимъ величину сдвига чрезъ n, а уголъ, составляемый осью сдвига съ осью абсциссъ, чрезъ α, причемъ если желаемъ пользоваться упрощенными формулами проэктивности 1a), то должны предположить ось сдвига проходящею чрезъ начало координатъ, такъ какъ только точки этой оси сохраняютъ свое первоначальное положеніе. Въ такомъ случаѣ, точка $(x_1 x_2)$ перемѣстится и займетъ положеніе $(x_1' x_2')$, опредѣляемое равенствами:

$$x_1' = x_1 + rncs\alpha$$
$$x_2' = x_2 + rnsn\alpha$$

гдѣ r означаетъ разстояніе точки $(x_1 x_2)$ отъ оси сдвига, равное $-x_1 sn\alpha + x_2 cs\alpha$. Подставивъ эту величину, получаемъ окончательно:

$$x_1' = x_1(1 - nsn\alpha cs\alpha) + x_2 ncs^2\alpha$$
$$x_1' = -x_1 nsn^2\alpha + x_2(1 + nsn\alpha cs\alpha) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 19)$$

Детерминантъ этихъ уравненій

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 - nsn\alpha cs\alpha & ncs^2\alpha \\ -nsn^2\alpha & 1 + nsn\alpha cs\alpha \end{vmatrix} = 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 20)$$

---

[1]) Пал. Уч. о фиг. § 62.

и слѣдовательно сдвигъ не измѣняетъ площадей подвергающихся ему фигуръ, а вспомнивъ общее свойство уравненій проэктивности, выражающееся форм. 13), можемъ сказать, что совокупность какихъ угодно сдвиговъ оставляетъ неприкосновенными величины площадей фигуръ, подвергающихся этимъ измѣненіямъ.

Изъ уравненій 19) легко выводимъ уравненія, имъ обратныя:

$$x_1 = x_1'(1+nsn\alpha cs\alpha) - x_2' ncs^2\alpha$$
$$x_2 = x_1' nsn^2\alpha + x_2'(1-nsn\alpha cs\alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 19')$$

Эллипсъ проэктивности выразится уравненіемъ

$$x_1'^2(1+nsn2\alpha+n^2sn^2\alpha)+x_2'^2(1-nsn2\alpha+n^2cs^2\alpha)-x_1'x_2'(2ncs2\alpha+n^2sn2\alpha)=1. \quad 21)$$

Оси этого эллипса опредѣляются по формулѣ 6), причемъ величина $= 2\,\frac{n+2tg2\alpha}{ntg2\alpha-2}$, а потому

$$tg\alpha_0 = \frac{ncs2\alpha+2sn2\alpha \pm \sqrt{n^2+4}}{2cs2\alpha-nsn2\alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 22)$$

Направленіе, составляющее съ осью абсциссъ уголъ φ, послѣ сдвига станетъ (по форм. 8a):

$$tg\varphi' = \frac{-nsn^2\alpha+(1+nsn\alpha cs\alpha)tg\varphi}{1-nsn\alpha cs\alpha+ncs^2\alpha tg\varphi} = \frac{sn\varphi+nsn\alpha sn(\varphi-\alpha)}{cs\varphi+ncs\alpha sn(\varphi-\alpha)} \quad . \quad . \quad 23)$$

Изъ послѣдняго выраженія наглядно видно, что $tg\varphi'=tg\varphi$ въ случаѣ $\varphi=\alpha$, а также въ случаѣ $n=0$, т. е. когда сдвигъ отсутствуетъ.

Коэффиціентъ растяженія, соотвѣтствующій тому же направленію, опредѣляется по форм. 8b).

$$m=\sqrt{(1+nsn\alpha cs\alpha)^2-2(1+nsn\alpha cs\alpha)nsn\varphi cs\varphi+n^2(cs^4\alpha sn^2\varphi+sn^4\alpha cs^2\varphi)}. \quad 24)$$

Изъ этого выраженія также легко усматриваемъ, что $m=1$ въ случаѣ $\varphi=\alpha$, т. е. для оси сдвига, а также въ случаѣ $n=0$, т. е, когда сдвигъ отсутствуетъ.

Наконецъ, форм. 12) для этого случая принимаетъ видъ:

$$ctg(\varphi_2'-\varphi_1') = -\frac{ncs2\varphi}{cs2\varphi}+\frac{n^2}{2}\,\frac{sn2(\varphi-\alpha)}{cs2\varphi} = -n\left(1-\frac{nsn2(\varphi-\alpha)}{2cs2\varphi}\right) \quad . \quad 25)$$

изъ чего непосредственно усматриваемъ, что сопряженныя направленія взаимно перпендикулярны при отсутствіи сдвига, а въ случаѣ $\varphi=\alpha$, т. е. для оси сдвига получаемъ:

$$tg\left[\frac{\pi}{2}-(\varphi_2'-\varphi_1')\right]=-n.$$

Здѣсь уголъ $\frac{\pi}{2}-(\varphi_2'-\varphi_1')$ и есть тотъ самый уголъ λ, на который уклоняется нормаль къ оси сдвига, но только уголъ этотъ мы измѣряемъ вънаправленіи, противоположномъ тому, въ какомъ приняли измѣрять уголъ сдвига, и потому собственно

$$\frac{\pi}{2}-(\varphi_2'-\varphi_1')=-\lambda.$$

Всѣ выведенныя формулы упрощаются, если ось сдвига совмѣстимъ съ осью абсциссъ. Для этого случая сами уравненія проэктивности примутъ видъ:

$$x_1'=x_1+nx_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 19a)$$
$$x_2'=x_2$$

и обратныя имъ $x_1=x_1'-nx_2'$

$$x_2=x_3' \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 19a')$$

Эллипсъ проэктивности имѣетъ своимъ уравненіемъ

$$x_1'^2+x_2'^2(1+n^2)-2x_1'x_2'n=1 \quad \ldots\ldots \quad 21a)$$

Для опредѣленія положенія его осей въ форм. 6) нужно подставить $p=-n$, и мы получаемъ.

$$tg\alpha_0=\frac{n\pm\sqrt{n^2+4}}{2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 22a)$$

откуда легко заключить, что когда n пріобрѣтаетъ весьма малыя значенія и приближается къ нулю, значеніе $tg\alpha_0$ приближается къ 1-цѣ, т. е. углы осей эллипса къ прямымъ, равнодѣлящимъ углы между осями координатъ.

Прямая, составляющая съ осью абсциссъ уголъ φ, приметъ другое направленіе, опредѣляющееся изъ равенства

$$tg\varphi'=\frac{tg\varphi}{1+nsn\varphi} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 23a)$$

Коэффиціентъ растяженія въ этомъ направленіи будетъ

$$m=\sqrt{1-2nsn\varphi cs\varphi+n^2sn^2\varphi} \quad \ldots\ldots \quad 24a)$$

§ 13. Сдвигъ вполнѣ опредѣляется двумя данными — положеніемъ оси сдвига и величиною этого послѣдняго, и притомъ положеніе осей координатъ уже не произвольно, а потому коэффиціенты уравненій сдвига должны быть связаны двумя условіями. Одно изъ нихъ намъ уже извѣстно, а именно равенство 1-цѣ детерминанта этихъ уравненій, т. е.

$$\Delta=a_{11}a_{22}-a_{12}a_{21}=1$$

Другое условіе мы можемъ вывести изъ свойства сдвига, по которому точки оси сдвига не измѣняютъ своего положенія. Чтобы воспользоваться этимъ свойствомъ для нашей цѣли, мы можемъ поступить различнымъ

образомъ, напр. вывести соотношеніе коэффиціентовъ изъ форм. 8*b*), принявъ для направленія, соотвѣтствующаго оси сдвига $m=1$. Выведемъ однако эту связь непосредственно изъ условія неизмѣнности положенія точекъ оси сдвига. Пусть уравненіе этой оси $Ax_1 + Bx_2 = O$. Въ такомъ случаѣ условіе это придаетъ уравненіямъ проэктивности 1*a*) видъ:

$$x_1 = a_{11}x_1 - a_{12}\frac{A}{B}x_1 \text{ или } a_{11} = \frac{A}{B}a_{12} + 1$$

$$\text{и } x_2 = -a_{21}\frac{B}{A}x_2 + a_{22}x_2 \text{ или } a_{22} = \frac{B}{A}a_{22} + 1.$$

Исключая изъ этихъ двухъ равенствъ величину $\frac{A}{B}$, получаемъ искомое выраженіе связи:

$$1 - a_{11} - a_{22} + \Delta = 0 \text{ или } a_{11} + a_{22} = 2. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 26)$$

Если бы послѣ одного сдвига мы подвергли плоскую систему другому, третьему и т. д., то условіе $\Delta=1$, какъ существенное, сохранилось бы, но другое условіе исчезло, что легко понять уже потому, что если въ другомъ сдвигѣ мы взяли бы вообще за ось сдвига прямую, отличную отъ оси перваго сдвига, то точки первой оси подверглись бы перемѣщенію, а въ точкахъ оси втораго сдвига сохранили бы свое положеніе уже претерпѣвшіе перемѣщеніе. Такимъ образомъ, совокупность сколькихъ угодно сдвиговъ характеризуется лишь однимъ условіемъ $\Delta=1$, т. е. неизмѣнностью величины отрѣзковъ площадей и на всякія уравненія проэктивности, коэффиціенты которыхъ удовлетворяютъ условію $\Delta=1$, мы можемъ смотрѣть какъ на выражающіе совокупность сдвиговъ, а въ частномъ случаѣ, если кромѣ того выполняется условіе 26), то какъ на одинъ сдвигъ.

Само собою разумѣется, что нѣсколько сдвиговъ величиною n_1 n_2..., имѣющихъ одну и ту-же ось, составляютъ въ сущности одинъ сдвигъ величиною $n_1 + n_2$...

5. *Случай растяженія.*

§ 14. Какъ на частный случай кристаллографической проэктивности можно смотрѣть также и на случай растяженія. Мы и займемся теперь выводомъ аналитическихъ условій существованія этого измѣненія въ отдѣльности.

Какъ извѣстно [1]), растяженіемъ плоской фигуры называется такое ея измѣненіе, при которомъ только точки одной прямой, называемой осью растяженія, сохраняютъ свое первоначальное положеніе; всѣ же другія точки удаляются отъ этой оси или приближаются къ ней по направленію растяженія на величины, прямо пропорціональныя ихъ разстояніямъ отъ нея же.

---

[1]) Нач. Уч. о фиг. § 61.

Величина, на которую передвинутся точки, удаленныя отъ оси растяженія на разстояніе равное 1-цѣ, или, что все равно, отношеніе разстояній отъ этой оси точекъ послѣ и до растяженія служитъ мѣрою растяженія. Ясно, что если величина эта равна 1-цѣ, то фигуры не подвергаются никакому измѣненію; если величина эта больше 1-цы, то произойдетъ собственно такъ называемое или положительное растяженіе, а если величина эта меньше 1-цы, то произойдетъ сжатіе, которое мы можемъ условно называть отрицательнымъ растяженіемъ. Величину или коэффиціентъ растяженія мы можемъ поэтому представить въ формѣ e^{μ}, гдѣ e какая нибудь постоянная величина для всѣхъ растяженій, а μ также можетъ служить мѣрою растяженія и показываетъ его знакъ.

Означимъ уголъ, который составляетъ ось растяженія съ осью абсциссъ, чрезъ α, а уголъ, составляемый направленіемъ растяженія съ осью растяженія чрезъ μ; коэффиціентъ растяженія означимъ чрезъ m. Въ такомъ случаѣ, нѣкоторая точка $(x_1 x_2)$ послѣ растяженія перемѣстится и займетъ положеніе $(x_1' x_2')$, опредѣляемое равенствами:

$$x_1' = x_1 + \frac{r(m-1)cs(\alpha+\mu)}{sn\mu}$$

$$x_2' = x_2 + \frac{r(m-1)sn(\alpha+\mu)}{sn\mu}$$

гдѣ r означаетъ разстояніе точки $(x_1 x_2)$ отъ оси растяженія, равное $-x_1 sn\alpha + x_2 cs\alpha$. Подставивъ эту величину, получаемъ окончательно:

$$x_1 = x_1\left[1 - \frac{(m-1)sn\alpha\ cs(\alpha+\mu)}{sn\mu}\right] + x_2 \frac{(m-1)cs\alpha\ cs(\alpha+\mu)}{sn\mu} \quad . \quad 27)$$

$$x_1' = -x_1 \frac{(m-1)sn\alpha\ sn(\alpha+\mu)}{sn\mu} + x_2\left[1 + \frac{(m-1)cs\alpha\ sn(\alpha+\mu)}{sn\mu}\right]$$

Детерминантъ этихъ уравненій:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 - \frac{(m-1)sn\alpha\, cs(\alpha+\mu)}{sn\mu} & \frac{(m-1)cs\alpha\, cs(\alpha+\mu)}{sn\mu} \\ -\frac{(m-1)sn\alpha\, sn(\alpha+\mu)}{sn\mu} & 1 + \frac{(m-1)cs\alpha\, sn(\alpha+\mu)}{sn\mu} \end{vmatrix} =$$

$$= 1 + \frac{(m-1)}{sn\mu} sn(\alpha+\mu)cs\alpha - \frac{(m-1)}{sn\mu} cs(\alpha+\mu)sn\alpha = 1 + \frac{m-1}{sn\mu} sn\mu = m \quad . \quad . \quad 28)$$

Этотъ результатъ, который, впрочемъ, можно было предвидѣть, показываетъ, что, площади увеличились вслѣдствіе растяженія на величину m.

§ 15. Здѣсь будетъ у мѣста съ самаго начала выяснить различные виды растяженія и отношеніе его къ сдвигу. Уголъ μ между осью и направленіемъ растяженія можетъ быть заданъ по произволу какой угодно величины; вмѣстѣ съ нимъ измѣняется и характеръ растяженія; если, въ частномъ случаѣ, мы сдѣлаемъ этотъ уголъ прямымъ, то сейчасъ же получаемъ болѣе простыя соотношенія и выражающія ихъ формулы, почему, для отличія, и самое растяженіе мы будемъ называть *прямымъ*; въ общемъ же случаѣ мы

имѣемъ *косое* растяженіе. Если, съ другой стороны, мы придадимъ этому углу величину нуль, т. е. совмѣстимъ направленіе растяженія съ его осью, то формулы 27) проэктивности теряютъ смыслъ и слѣдовательно самое опредѣленіе растяженія для этого случая является непримѣнимымъ. Но именно тогда, когда направленіе передвиженія прямыхъ, параллельныхъ оси измѣненія, совпадаетъ съ самымъ направленіемъ оси, мы встрѣчаемся со сдвигомъ; этотъ результатъ повидимому устанавливаетъ рѣзкую границу между растяженіемъ и сдвигомъ, когда по сущности явленія мы имѣемъ здѣсь дѣло съ постепеннымъ переходомъ. Рѣзкая граница исчезнетъ и вмѣстѣ съ тѣмъ возстановится постепенность, если мы вмѣсто понятія растяженія введемъ понятіе *уклоненія*, подъ которымъ мы будемъ подразумѣвать вообще то же косое растяженіе, но за его мѣру мы будемъ принимать не отношеніе разстояній точекъ отъ оси растяженія послѣ и до растяженія, а отношеніе уклоненія точекъ по направленію растяженія къ разстоянію ихъ отъ оси до измѣненія. Это новое отношеніе мы будемъ называть величиною или коэффиціентомъ уклоненія. Если означимъ его черезъ M, то получимъ между величинами m и M слѣдующее соотношеніе.

$$M=\frac{m-1}{sn\,\mu} \text{ или } m=1+Msn\,\mu \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 29)$$

Такъ какъ уклоненіе представляетъ само по себѣ косое растяженіе, то, значитъ, для изученія этого послѣдняго все равно, будемъ ли мы его имѣть въ виду непосредственно или же будемъ представлять его себѣ какъ уклоненіе, тѣмъ болѣе, что, зная коэффиціентъ послѣдняго, мы съ помощью соотношенія 29) легко находимъ и самый коэффиціентъ рзстяженія. Но изученіе растяженія какъ уклоненія имѣетъ преимущество общности, такъ какъ съ этой точки зрѣнія какъ прямое растяженіе, такъ и сдвигъ являются лишь предѣльными случаями, имѣющими вполнѣ опредѣленный смыслъ. Къ тому же упрощаются и самыя формулы проэктивности. Въ самомъ дѣлѣ уравненія уклоненія будутъ:

$$\begin{aligned} x_1' &= x[1-Msn\alpha\, cs(\alpha+\mu)]+x_2 Mcs\alpha\, cs(\alpha+\mu) \\ x_2' &= -x_1 Msn\alpha\, sn(\alpha+\mu)+x_2[1+Mcs\alpha\, sn(\alpha+\mu)] \end{aligned} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 27a)$$

что непосредственно вытекаетъ изъ 27) и 29). Детерминантъ уравненій

$$\triangle=1+Msn\mu=m \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 28a)$$

и это даетъ возможность изъ уравненій уклоненія безъ особаго труда находить какъ коэффиціентъ растяженія, такъ и коэффиціентъ уклоненія, если только опредѣленъ уголъ μ, который ось растяженія составляетъ съ направленіемъ растяженія.

Случай $\mu=\frac{\pi}{2}$ составляетъ *прямое растяженіе*, которое выражается уравненіями:

$$\begin{aligned} x_1' &= x_1(1+Msn^2\alpha)-x_2 Mcs\alpha sn\alpha \\ x_2' &= -x_1 Msn\alpha cs\alpha + x_2(1+Mcs^2\alpha) \end{aligned} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 30)$$

Случай $\mu=0$ составляетъ *сдвигъ*, который выразится уже знакомыми намъ уравненіями (форм. 19)

$$\begin{aligned} x'_1 &= x_1(1-Msn\alpha cs\alpha)+x_2 Mcs^2\alpha \\ x_2' &= -x_1 Msn^2\alpha + x_2(1+Msn\alpha cs\alpha) \end{aligned}$$

и въ этомъ случаѣ коэффиціентъ уклоненія становится коэффиціентомъ сдвига, а детерминантъ уравненій по форм. 28*a*) $\Delta=1$, что и характеризуетъ сдвигъ.

§ 16 Запасшись этими соображеніями, мы легко поймемъ, что и всѣ формулы, относящіяся къ косому растяженію и выводомъ которыхъ мы сейчасъ займемся, одинаково примѣнимы и для прямаго растяженія, а также и для сдвига, для чего стоитъ только внести въ нихъ подстановку

$\mu=\frac{\pi}{2}$ или $\mu=0$

Изъ уравненій 27*a*) легко выводимъ имъ обратныя

$$\begin{aligned} x_1(1+Msn\mu) &= x_1'[1+Mcs\alpha sn(\alpha+\mu)]-x_2' Mcs\alpha cs(\alpha+\mu) \\ x_2(1+Msn\mu) &= x_1 Msn\alpha sn(\alpha+\mu)+x_2'[1-Msn\alpha cs(\alpha+\mu)] \end{aligned} \quad . \quad . \quad 27a')$$

Эллипсъ проэктивности выразится уравненіемъ:

$$x_1'^2\,[1+2\,Mcs\alpha\,sn\,(\alpha+\mu)+M^2sn^2\,(\alpha+\mu)]+x_2'^2\,[1-2\,Msn\alpha\,cs\,(\alpha+\mu)+$$
$$+M^2cs^2\,(\alpha+\mu)]-x_1'x_2^1\,M[2cs\,(2\alpha+\mu)+Msn2\,(\alpha+\mu)]=(1+Msn\mu)^2 \quad . \quad . \quad 31)$$

Оси этого эллипса опредѣляются по форм. 6) причемъ величина $p=$

$$=-\frac{2[2sn\,(2\alpha+\mu)+Mcs\,(2\alpha)]}{2cs(2\alpha+\mu)-Msn\,(2\alpha)}$$ и потому

$$tg\alpha_0=\frac{2sn(2\alpha+\mu)+Mcs\,(2\alpha)+\sqrt{4+4\,M\,sn\mu+M^2}}{2cs\,(2\alpha+\mu)-Msn(2\alpha)sn2(\alpha+\mu)} \quad \ldots\ldots \quad 32)$$

Направленіе, составляющее съ осью абсциссъ уголъ φ, послѣ растяженія станетъ (по форм. 8a)

$$tg\,\varphi'=\frac{sn\varphi+M\,sn\,(\alpha+\mu)\,sn\,(\varphi-\alpha)}{cs\varphi+M\,cs\,(\alpha+\mu)\,sn\,(\varphi-\alpha)} \quad \ldots\ldots \quad 33)$$

Изъ этого выраженія наглядно видно, что $tg\,\varphi'=tg\varphi$ въ случаѣ $\varphi=\alpha$, а также въ случаѣ $M=0$ т. е. когда никакого уклоненія не произошло.

Коэффиціентъ растяженія, соотвѣтствующій тому же направленію, опредѣляется по форм. 8b)

$$m=\sqrt{1+2\,Msn\,(\varphi-\alpha)\,cs\,(\alpha+\mu-\varphi)+M^2\,sn^2\,(\varphi-\alpha)} \quad . \quad . \quad 34)$$

Изъ этого выраженія непосредственно видно, что для направленія $\varphi=\alpha$ имѣемъ $m=1$.

Накоецъ, форм. 12) для этого случая принимаетъ видъ.

$$2ctg(\varphi'_2 - \varphi'_1) = \frac{M\ cs(2\alpha + \mu - 2\ \varphi) + M^2 sn\ 2\ (\varphi - \alpha)}{2cs\ 2\varphi\ (1 + M\ sn\mu)} \quad . \ . \ 35)$$

§ 17. Всѣ выведенныя формулы упрощаются, если ось растяженія совмѣстимъ съ осьюабсциссъ, т. е. подставимъ въ этихъ формулахъ $\alpha = 0$. Сдѣлавъ это, для уравненій проэктивности получимъ слѣдующія выраженія:

$$x_1' = x_1 + x_2\ M\ cs\mu$$
$$x_2' = \qquad x_2\ (1 + Msn\mu) \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ 36)$$

и обратныя имъ

$$x_1\ (1 + Msn\mu) = x_1'\ (1 + M\ sn\mu) - x_2'\ Mcs\mu$$
$$x_2\ (1 + Msn\mu) \qquad\qquad x_2' \quad . \ . \ . \ . \ 36')$$

Эллипсъ проэктивности выразится уравненіемъ

$$x_1'^2 (1 + 2\ Msn\mu + M^2 sn^2\mu) + x_2'^2\ (1 + M^2 cs^2\mu) - x_1' x'_2\ M(2cs\mu + Msn2\mu) =$$
$$= (1 + Msn\mu)^2 \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ 37)$$

Положеніе осей этого эллипса опредѣлится равенствомъ:

$$tg\ \alpha_0 = \frac{2sn\mu + M \pm \sqrt{4 + 4\ M\ sn\mu + M^2}}{2cs\mu} \quad . \ . \ . \ . \ 38)$$

Направленіе, составляющее съ осью абсциссъ угла φ, послѣ растяженія станетъ:

$$tg\varphi' = \frac{sn\varphi + Msn\mu\ sn\varphi}{cs\varphi + Mcs\mu\ sn\varphi} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ 39)$$

Коэфиціентъ растяженія, соотвѣтствующій тому же направленію, опредѣлится изъ равенства:

$$m = \sqrt{1 + 2\ Msn\varphi\ cs\ (\mu - \varphi) + M^2\ sn^2\varphi} \quad . \ . \ . \ . \ 40)$$

Наконецъ уголъ между двумя сопряженными направленіями опредѣлится изъ равенства

$$ctg\ (\varphi_2' - \varphi_1') = \frac{2Mcs\ (\mu - 2\varphi) + M^2 sn2\varphi}{2cs\ (2\varphi)\ (1 + Msn\mu)} \quad . \ . \ . \ 41)$$

Эти формулы еще болѣе упрощаются въ случаѣ прямаго растяженія, т. е. въ предположеніи $\mu = \frac{\pi}{2}$. Въ этомъ случаѣ общія формулы проэктивности принимаютъ видъ:

$$x_1' = x_1$$
$$x_2' = x_2\ (1 + M) \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ 42)$$

и обратныя имъ $x_1 = x_1'$

$$x_2 = x_2'(1 + M). \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ 42')$$

Эллипсъ проэктивности выразится уравненіемъ

$$x_1'^2\ (1 + M)^2 + x_2'^2 = (1 + M)^2 \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ 43)$$

Положеніе осей этого эллипса опредѣлится равенствами

$$tg\alpha_0 = \infty \text{ или } tg\alpha_0 = 0 \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ 44)$$

Направленіе, составляющее съ осью абсциссъ уголъ φ, послѣ растяженія опредѣлится изъ равенства:

$$tg\,\varphi' = tg\varphi\,(1 + M) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 45)$$

Коэффиціентъ растяженія, соотвѣтствующій тому же направленію, получитъ величину:

$$m = \sqrt{1 + 2\,Msn^2\varphi + M^2sn^2\varphi} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 46)$$

Наконецъ уголъ между двумя сопряженными направленіями опредѣлится равенствомъ:

$$ctg\,(\varphi'_2 - \varphi_1') = \frac{2\,Mcs2\varphi + M^2sn2\varphi}{2\,cs\,(2\,\varphi)\,(1 + M)} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 47)$$

Изъ тѣхъ-же общихъ формулъ легко выводятся и знакомыя уже формулы для сдвига, какъ частнаго случая.

§ 18. Косое растяженіе вполнѣ опредѣляется тремя данными: положеніемъ оси растяженія, направленіемъ и величиною растяженія. Отсюда слѣдуетъ, что связь между коэффиціентомъ уравненій проэктивности должна выражаться однимъ равенствомъ, и притомъ, какъ легко понять, этимъ равенствомъ можетъ служить то самое, которое выведено для сдвига и заключаетъ въ себѣ условіе неизмѣнности положенія точекъ оси растяженія, т. е.:

$$1 - a_{11} - a_{22} + \Delta = \text{или } a_{11}\,a_{22} + 1 = a_{12}\,a_{21} + a_{11} + a_{22} \quad . \; . \; . \quad 48).$$

Ясно, что въ случаѣ прямаго растяженія (такъ-же какъ и въ случаѣ сдвига) явится еще условное равенство, связующее коэффиціенты, и потому произвольныхъ коэффиціентовъ останется лишь два. Отсюда заключаемъ, что одно косое растяженіе не представляетъ еще общаго случая кристаллографической проэктивности, а если за однимъ косымъ растяженіемъ явится и другое, то получается слишкомъ много (6) данныхъ для опредѣленія 4 коэффиціентовъ; напротивъ того, на совокупность двухъ прямыхъ растяженій мы можемъ вообще смотрѣть какъ на общій случай кристаллографической проэктивности; но такъ какъ общій случай этой проэктивности обнимаетъ собою совокупность сколькихъ угодно сдвиговъ и растяженій, то, значитъ, вся эта совокупность вообще можетъ быть замѣщена нѣкоторыми двумя опредѣленными прямыми растяженіями. Выводъ этотъ важенъ въ томъ отношеніи, что въ приложеніяхъ теоріи самое понятіе сдвига является излишнимъ, ибо сдвигъ, какъ и всякое другое кристаллографическое измѣненіе, можетъ быть замѣненъ приличными растяженіями.

§ 19. Теперь разсмотримъ совокупность двухъ прямыхъ растяженій; пусть сначала произойдетъ растяженіе по уравненіямъ:

$$x_1'' = x_1\,(1 + M_1sn^2\alpha_1) - x_2\,M_1\,sn\,\alpha_1\,cs\alpha_1 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad a)$$

$$x'_2 = -x_1\,M_1sn\alpha_1\,cs\alpha_1 + x_2\,(1 + M_1cs^2\alpha_1)$$

и затѣмъ послѣдуетъ другое растяженіе по уравненіямъ

$$x''_1 = x'_1\,(1 + M_2\,sn^2\alpha_2) - x'_2\,M_2\,sn\alpha_2\,cs\alpha_2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad b)$$

$$x''_2 = -x'_1\,M_2\,sn\alpha_2\,cs\alpha_2 + x'_2\,(1 + M_2\,cs^2\alpha_2)$$

Легко получить уравненія совокупности этихъ двухъ растяженій, для чего стоитъ подставить вмѣсто $(x'_1\ x'_2)$ въ уравненіяхъ $b)$ ихъ величины изъ уравненій $a)$. Сдѣлавъ это, получаемъ:

$$x''_1 = x_1\ \{(1+M_1\ sn^2\alpha_1)\ (1+M_2\ sn^2\alpha_2)+M_1\ M_2\ sn\alpha_1\ cs\alpha_1\ sn\alpha_2 cs\alpha_2\} - x_2\{M_1\ sn\alpha_1\ cs\alpha_1(1+M_2\ sn^2\alpha_2)+(1+M_1\ cs^2\alpha_1)\ M_2 sn\alpha_2\ cs\alpha_2\}$$

$$x''_2 = -x_1\ \{(1+M_1\ sn^2\alpha_1)\ M_2 sn\alpha_2\ cs\alpha_2 + M_1\ sn\alpha_1\ cs\alpha_1\ (1+M_2\ cs^2\alpha_2)\} + x_2\ \{M_1\ sn\alpha_1\ cs\alpha_1\ M_2\ sn\alpha_2\ cs\alpha_2 + (1+M_1\ cs^2\alpha_1)\ (1+M_2\ cs^2\alpha_2)\}. \quad . \quad . \quad . \quad 49)$$

Изъ этого выраженія усматриваемъ, что если перестановимъ значки 1 и 2, то нѣкоторые изъ коэффиціентовъ, а именно два, перемѣняютъ свое значеніе, и слѣдовательно въ явленіи совокупности двухъ прямыхъ растяженій не безразлично, въ какомъ порядкѣ одно слѣдуетъ за другимъ: перемѣняя порядокъ растяженій, мы тѣмъ самымъ измѣняемъ и ихъ результаты.

Но можно представить себѣ и два такія растяженія, результатъ которыхъ не зависитъ отъ порядка, въ которомъ они слѣдуютъ одинъ за другимъ. Такія два растяженія мы назовемъ сопряженными, если не совпадаютъ ихъ оси. Сопряженными являются, напримѣръ, два прямыя растяженія, коихъ оси взаимно перпендикулярны, какъ это легко заключить изъ равенства 49), требующее для сопряженныхъ осей соблюденія условія $tg^2\alpha_1 = ctg^2\alpha_2$, удовлетворяющагося при перпендикулярности осей.

Сопряженными будутъ также и два косыхъ растяженія, такъ связанныхъ другъ съ другомъ, что направленіе одного изъ нихъ является осью другаго и обратно.

Положимъ, что сначала произошло растяженіе по уравненіямъ:

$$x'_1 = x_1\ [1 - M_1\ sn\alpha\ cs\ (\alpha+\mu)] + x_2\ M_1\ cs\alpha\ cs\ (\alpha+\mu) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad a)$$

$$x'_2 = -x_1\ M_1\ sn\alpha\ sn\ (\alpha+\mu) + x_2\ [1 + M_1\ cs\alpha\ sn\ (\alpha+\mu)]$$

а затѣмъ второй разъ по уравненіямъ

$$x''_1 = x'_1\ [1 - M_2\ sn\ (\alpha+\mu)\ cs\alpha] + x'_2\ M_2\ cs\ (\alpha+\mu)\ cs\alpha. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad b)$$

$$x''_2 = -x'_1\ M_2\ sn\ (\alpha+\mu)\ sn\alpha + x'_2\ [1 + M_2\ cs\ (\alpha+\mu)\ sn\alpha]$$

Въ такомъ случаѣ совокупность обоихъ растяженій выразится уравненіями (получатся, если значеніе $(x'_1\ x'_2)$ изъ $a)$ внести въ $b)$:

$$x''_1 = x_1\ \{1 - M_1\ sn\alpha\ cs\ (\alpha+\mu) - M_2\ cs\alpha\ sn\ (\alpha+\mu)\} + x_2\ (M_1+M_2)\ cs\alpha\ cs\ (\alpha+\mu). \quad . \quad . \quad . \quad 50)$$

$$x''_2 = -x_1\ sn\alpha\ sn\ (\alpha+\mu)\ (M_1+M_2) + x_2\ \{1 + M_1\ cs\alpha\ sn\ (\alpha+\mu) + M_2\ sn\alpha\ cs\ (\alpha+\mu)\}.$$

Если бы измѣнили порядокъ растяженія, то пришлось бы для выраженія результата въ форм. 50) переставить M_1 съ M_2 и α съ $\alpha+\mu$ и какъ видно, результатъ получился бы тожественный, т. е форм. 50) нисколько не измѣнили бы своего вида.

Въ уравненіяхъ 50) уже нѣтъ никакой обязательной связи между коэффиціентами, и потому на нихъ мы можемъ смотрѣть какъ на общій случай кристаллографической проэктивности, другими словами, *на всякое кристал-*

лографическое измѣненіе вообще мы можемъ смотрѣть какъ на нѣкоторую совокупность двухъ сопряженныхъ косыхъ растяженій. Не трудно даже для всякаго даннаго случая найти положеніе оси и направленія растяженія, которыя можно выразить общими формулами. Положимъ, намъ дана система двухъ уравненій 1 *a*) какъ выраженіе нѣкотораго кристаллографическаго измѣненія. Если мы будемъ разсматривать его какъ совокупность двухъ сопряженнымъ косыхъ растяженій, то, сообразуясь съ формулой 50), получаемъ для опредѣленія 4 неизвѣстныхъ (α, μ, M_1 и M_2) слѣдующія 4 уравненія:

$$\begin{aligned} a_{11} &= 1 - M_1 sn\alpha cs(\alpha+\mu) - M_2 cs\alpha sn(\alpha+\mu) \\ a_{12} &= (M_1+M_2) cs\alpha cs(\alpha+\mu) \\ a_{21} &= -(M_1+M_2) sn\alpha sn(\alpha+\mu) \\ a_{22} &= 1 + M_1 cs\alpha sn(\alpha+\mu) + M_2 sn\alpha cs(\alpha+\mu) \end{aligned} \qquad 51)$$

Изъ этихъ уравненій, въ свою очередь, непосредственно получаемъ

$$a_{11} + a_{22} = 2 + (M_1 - M_2) sn\mu \quad \ldots \quad a)$$

$$a_{12} - a_{21} = (M_1 + M_2) cs\mu \quad \ldots \quad b)$$

$$\frac{a_{21}}{a_{12}} = -tg\alpha tg(\alpha+\mu) \quad \ldots \quad c)$$

$$a_{22} - a_{11} = M_1 sn(2\alpha+\mu) + M_2 sn(2\alpha+\mu) = sn(2\alpha+\mu)(M_1+M_2). \quad d)$$

$$a_{12} + a_{21} = (M_1+M_2) cs(2\alpha+\mu). \quad \ldots \quad e)$$

Изъ *d*) и *e*) выводимъ $tg(2\alpha+\mu) = \frac{a_{22}-a_{11}}{a_{12}+a_{21}}$, но такъ какъ $tg(2\alpha+\mu) = \frac{tg\alpha + tg(\alpha+\mu)}{1 - tg\alpha tg\mu}$, то присоединивъ *c*) получаемъ $tg\alpha + tg(\alpha+\mu) = \frac{a_{22}-a_{11}}{a_{12}}$, а изъ этого и *c*) $tg(\alpha+\mu) = -\frac{a_{21}}{a_{12} tg\alpha} = \frac{a_{22}-a_{11}}{a_{12}} - tg\alpha$ или $tg^2\alpha - \frac{a_{22}-a_{11}}{a_{12}} tg\alpha = \frac{a_{21}}{a_{12}}$, а отсюда легко находится

$$tg\alpha = \frac{a_{22} - a_{11} \pm \sqrt{(a_{22}-a_{11})^2 + 4a_{12}a_{21}}}{2a_{12}} \quad \ldots \quad 52)$$

и

$$tg(\alpha+\mu) = \mp \frac{\sqrt{(a_{22}-a_{11})^2 + 4a_{12}a_{21}}}{2a_{12}} \quad \ldots \quad 53)$$

Такимъ образомъ, система уравненій 51) удовлетворяется двумя значеніями tg^α и $tg(\alpha+\mu)$ и слѣдовательно поставленный вопросъ можетъ быть рѣшенъ разными способами. Съ перваго раза можетъ показаться, что въ случаѣ $(a_{22}-a_{11})^2 + 4a_{12}a_{21} < 0$ получатся мнимыя рѣшенія и слѣдовательно кристаллографическое измѣненіе не можетъ быть замѣщено совокупностью двухъ сопряженныхъ растяженій, но если вспомнить, что это можетъ случиться лишь въ случаѣ различія знаковъ у коэффиціентовъ a_{12} и a_{21} и что самые знаки находятся въ нашемъ распоряженіи, такъ какъ они измѣняются вмѣстѣ съ измѣненіемъ знака одной изъ перемѣнныхъ, то смыслъ мнимыхъ

рѣшеній становится яснымъ: въ случаѣ мнимыхъ рѣшеній, для того, чтобы превратить одну плоскую систему въ другую, нужно не только подвергнуть ее совокупности двухъ косыхъ растяженій, но еще и обернуть, т. е. замѣнить ее другою, ей симметричной (обратно равною).

Опредѣливъ изъ форм. 52) и 53) значенія α и μ, мы легко найдемъ изъ другихъ форм. $a-e$ и значенія M_1 и M_2. Ясно, что при другомъ относительномъ положеніи осей координатъ въ обѣихъ системахъ, мы придемъ къ инымъ значеніямъ величинъ μ, M_1, M_2 и α, а потому, хотя всякое кристаллографическое измѣненіе и сводится къ системѣ двухъ сопряженныхъ косыхъ растяженій, но къ какимъ именно, остается неопредѣленнымъ, такъ какъ такихъ системъ для каждаго даннаго кристаллографическаго измѣненія существуетъ безконечное множество, и между прочимъ всегда въ числѣ другихъ имѣется и система двухъ прямыхъ сопряженныхъ растяженій, какъ это станетъ яснымъ, если вспомнить, что оси эллипса проэктивности тоже имѣютъ направленіе двухъ сопряженныхъ діаметровъ и, значитъ, двѣ проэктивныя системы всегда можно расположить и такъ, чтобы совпали два соотвѣтственныя взаимноперпендикулярныя направленія; приэтомъ величины полуосей эллипса проэктивности укажутъ на величины коэффиціентовъ растяженій по этимъ двумъ сопряженнымъ направленіямъ.

§ 20. Теперь скажемъ нѣсколько словъ о значеніи коэффиціентовъ уравненій проэктивности и объ опредѣленіи ихъ по даннымъ опыта. Если намъ даны двѣ такія системы, связанныя условіями кристаллографической проэктивности, и мы знаемъ, что въ одной системѣ соотвѣтствуетъ заданному образу въ другой, то легко можемъ выразить эту связь посредствомъ уравненій вида 1a). Изъ этихъ уравненій для точекъ прямой $x_2=o$, выводимъ

$$x_1' = a_{11}x_1 x_2' = a_{21}x_1.$$

Это показываетъ, что a_{11} есть коэффиціентъ растяженія для направленія $x_2=o$ [1]), a_{21} опредѣляетъ величину сдвига, претерпѣваемаго тою же прямою, если примемъ за ось сдвига ось ординатъ; назвавъ уголъ, на который передвигается ось абсциссъ, чрезъ λ_1, находимъ, что $tg\lambda_1 = \frac{a_{21}}{a_{11}}$.

Для краткости мы можемъ условно называть a_{11}—коэффиціентомъ растяженія оси абсциссъ, а a_{21} — коэффиціентомъ сдвига оси абсциссъ по оси ординатъ.

Аналогичный смыслъ имѣютъ конечно и коэффиціенты a_{12} а a_{22}, которыя ради краткости можно условно назвать коэффиціентомъ растяженія по оси ординатъ и коэффиціентомъ сдвига оси ординатъ по оси абсциссъ.

---

[1]) Считаемый по направленію $x_2=o$ т. е. оси абсциссъ, но такъ какъ эта прямая измѣняетъ свое положеніе, то a_{11} выражаетъ растяженіе въ проэкціи на ось абциссъ.

Въ заключеніе упомянемъ, что въ общія кристаллографическія отношенія плоскихъ системъ частнымъ образомъ входятъ и проэктивныя отношенія соотвѣтствующихъ рядовъ и лучевыхъ системъ.

Что касается первыхъ, то, какъ показываетъ форм. 8*b*), отношеніе это есть отношеніе растяженія, и слѣдовательно подходитъ подъ случай 4) ($A = 0$) проэктивности рядовъ на одной прямой, изложенной въ главѣ I перваго этюда.

Что касается вторыхъ, то форм. 8 *a*) служитъ непосредственнымъ выраженіемъ этой проэктивности, о которой рѣчь была въ § 22 (глава II) перваго этюда.

ГЛАВА II.

Кристаллографическая проэктивность въ пространствѣ.

§ 21. Общее аналитическое выраженіе кристаллографической проэктивности въ пространствѣ было выведено въ главѣ IV перваго этюда (§ 38). Мы можемъ написать его такъ:

$$\begin{aligned} x'_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + a_{14} \\ x'_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + a_{24} \\ x'_3 &= a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + a_{34} \end{aligned} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

и отсюда обратно

$$\begin{aligned} x_1\Delta &= \alpha_{11}x'_1 + \alpha_{21}x'_2 + \alpha_{31}x'_3 - \begin{vmatrix} a_{14} & a_{12} & a_{13} \\ a_{24} & a_{22} & a_{23} \\ a_{34} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \\ x_2\Delta &= \alpha_{12}x'_1 + \alpha_{22}x'_2 + \alpha_{32}x'_3 - \begin{vmatrix} a_{11} & a_{14} & a_{13} \\ a_{21} & a_{24} & a_{23} \\ a_{31} & a_{34} & a_{33} \end{vmatrix} \\ x_3\Delta &= \alpha_{13}x'_1 + \alpha_{23}x'_2 + \alpha_{33}x'_3 - \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{34} \end{vmatrix} \end{aligned} \quad \ldots\ldots \quad 1')$$

гдѣ α_{ik} означаетъ субдетерминантъ, дополнительный члену a_{ik} въ детерминатѣ $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$, а самый детерминантъ означенъ Δ.

Если бы мы совмѣстили въ началѣ координатъ двѣ соотвѣтственныя точки, коэффиціенты a_{14}, a_{24} и a_{34} стали бы равными нулю и мы получили бы уравненія вида

$$\begin{aligned} x'_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 \\ x'_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 \\ x'_3 &= a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 \end{aligned} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1a)$$

и обратныя имъ

$$\begin{aligned} x_1\Delta &= \alpha_{11}x'_1 + \alpha_{21}x'_2 + \alpha_{31}x'_3 \\ x_2\Delta &= \alpha_{12}x_1 + \alpha_{22}x'_2 + \alpha_{32}x'_3 \\ x_3\Delta &= \alpha_{13}x'_1 + \alpha_{23}x'_2 + \alpha_{33}x'_3 \end{aligned} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1a')$$

Изъ этихъ уравненій по какой нибудь данной точкѣ одной системы непосредственно опредѣляется соотвѣтственная точка другой системы. Каждое данное соотвѣтствіе между двумя точками доставляетъ три уравненія 1*a*) и слѣдовательно для полнаго опредѣленія коэффиціентовъ этихъ уравненій необходимо и достаточно три соотвѣтствія между точками.

Пусть точкамъ $(a_1a_2a_3)$ $(b_1b_2b_3)$ и $(c_1c_2c_3)$ соотвѣтствуютъ точки $(a'_1a'_2a'_3)$, $(b'_1b'_2b'_3)$ и $(c'_1c'_1c'_3)$. Въ такомъ случаѣ получаемъ:

$$\begin{array}{lll} a'_1=a_{11}a_1+a_{12}a_2+a_{13}a_3 & b'_1=a_{11}b_1+a_{12}b_2+a_{13}b_3 & c'_1=a_{11}c_1+a_{12}c_2+a_{13}c_3 \\ a'_2=a_{21}a_1+a_{22}a_2+a_{23}a_3 & b'_3=a_{21}b_1+a_{22}b_2+a_{22}b_3 & c'_2=a_{21}c_1+a_{22}c_2+a_{23}c_3 \\ a'_3=a_{31}a_1+a_{32}a_2+a_{33}a_3 & b'_3=a_{31}b_1+a_{32}b_2+a_{33}b_3 & c'_3=a_{31}c_1+a_{32}c_2+a_{33}c_3, \end{array}$$

а изъ этихъ уравненій легко выводимъ значеніе искомыхъ коэффиціентовъ:

$$a_{11}\,\Delta=\begin{vmatrix} a_1' & a_2 & a_3 \\ b_1' & b_2 & b_3 \\ c_1' & c_2 & c_3 \end{vmatrix},\quad a_{12}\,\Delta=\begin{vmatrix} a_1 & a_1' & a_3 \\ b_1 & b_1' & b_3 \\ c_1 & c_1' & c_3 \end{vmatrix},\quad a_{13}\,\Delta=\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_1' \\ b_1 & b_2 & b_1' \\ c_1 & c_2 & c_1' \end{vmatrix},\quad 2)$$

и т. д., гдѣ Δ означаетъ $\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix}$.

Изъ этихъ выраженій видимъ, что коэффиціенты уравненій проэктивности не получаютъ опредѣленнаго значенія лишь въ случаѣ $\Delta=0$, а это, какъ извѣстно изъ аналитической геометріи, выразило бы, что всѣ три данныя точки $(a\ b\ c)$ находились бы въ одной плоскости съ началомъ координатъ, а потому нахожденіе коэффиціентовъ уравненій проэктивности всегда возможно, если данныя соотвѣтственныя точки не находятся всѣ въ одной плоскости съ началомъ.

§ 22. На уравненія 1), выражающія проэктивную связь между однородными образами двухъ пространственныхъ системъ, мы можемъ смотрѣть какъ на уравненія измѣненій, какимъ подвергается одна система, превращаясь въ другую, причемъ, конечно, мы имѣемъ здѣсь дѣло не съ какимъ либо процессомъ измѣненія, а лишь съ его конечнымъ результатомъ.

Разсмотримъ нѣкоторые простѣйшіе случаи такихъ измѣненій.

Плоскости $Ax_1+Bx_2+Cx_3+D=0$ соотвѣтствуетъ также плоскость

$$A\,(\alpha_{11}x_1'+\alpha_{21}x'_2+\alpha_{31}x_3')+B\,(\alpha_{12}x'_1+\alpha_{22}x'_2+\alpha_{32}x'_3)+C\,(\alpha_{13}x_1'+\alpha_{23}x_2'+\alpha_{33}x_3')+$$
$$+D\,\Delta=0$$

или $x'_1(A\alpha_{11}+B\alpha_{12}+C\alpha_{13})+x'_2(A\alpha_{21}+B\alpha_{22}+C\alpha_{23})+x_3'\,(A\alpha_{31}+B\alpha_{32}+C\alpha_{33})+$
$$+D\,\Delta=0.\quad\ldots\ldots\ldots\quad 3)$$

Если возьмемъ другую плоскость, параллельную первой, то другое значеніе будетъ имѣть лишь параметръ D, а такъ какъ онъ не входитъ въ выраженіе коэффиціентовъ при перемѣнныхъ, то значитъ этой плоскости бу-

детъ соотвѣтствовать плоскость, параллельная первой. Кромѣ того, изъ форм. 3) выводится, что ряду равноотстоящихъ параллельныхъ плоскостей соотвѣтствуетъ также рядъ равноотстоящихъ параллельныхъ плоскостей. Эти выводы приводятъ къ слѣдствіямъ, весьма важнымъ для пониманія свойствъ кристаллографической проэктивности, а именно:

Система параллелопипедовъ остается таковою же и послѣ измѣненія, выражаемаго кристаллографическою проэктивностью. Это относится вообще къ системѣ параллелоэдровъ [1]).

Это свойство кристаллографической проэктивности, которое я, по аналогіи съ тѣмъ, что сдѣлано на плоскости, назову закономъ конгруэнтности, позволяетъ, въ свою очередь, вывести другое важное свойство той же проэктивности, а именно:

Возьмемъ какую-нибудь тѣлесную фигуру A, занимающую какое-нибудь мѣсто въ пространственной системѣ $(x_1\ x_2\ x_3)$, и пусть въ системѣ $(x'_1\ x'_2\ x'_3)$ ей соотвѣтствуетъ фигура A'; та же фигура A, помѣщенная въ параллельномъ положеніи на какомъ угодно другомъ мѣстѣ первой системы, послѣ измѣненія, выражаемаго кристаллографическою проэктивностью, превратится опять въ фигуру A'; другими словами, характеръ измѣненія фигуры не зависитъ отъ мѣста, занимаемаго ею въ пространственной системѣ.

Для наглядности, мы представимъ себѣ, что первая система раздѣлена на систему безконечно малыхъ параллелопипедовъ; если вообразимъ себѣ фигуру A, занимающую какое-нибудь опредѣленное мѣсто въ системѣ, то для совмѣщенія этой фигуры съ такою же фигурой, занимающей другое мѣсто въ пространственной системѣ и притомъ находящейся въ параллельномъ съ ней положеніи, намъ достаточно подвергнуть систему нѣкоторому поступанію, причемъ безконечно малыя параллелопипеды, выполняющіе фигуру въ первомъ ея положеніи, совмѣстятся съ подобными же параллелопипедами, выполняющими фигуру въ другомъ положеніи; но такъ какъ, въ силу закона конгруэнтности, системѣ параллелопипедовъ будетъ соотвѣтствовать система также параллелопипедовъ, то слѣдовательно подобное же совмѣщеніе фигуры A' въ двухъ положеніяхъ мы можемъ произвести и въ измѣнившейся системѣ $(x'_1\ x'_2\ x'_3)$.

§ 23. Пользуясь этимъ свойствомъ, мы можемъ каждую фигуру, измѣненіе которой мы изслѣдуемъ, помѣщать въ системѣ на какомъ угодно мѣстѣ, какъ мы это найдемъ удобнѣе, и общность вывода отъ этого не пострадаетъ.

Возьмемъ напр. шаръ. Для изученія измѣненія этой фигуры мы можемъ совмѣстить ея центръ съ началомъ координатъ, и пусть его уравненіе бу-

---

[1]) Въ Нач. Уч. о Фиг. § 74 параллелоэдрами названы многогранники, выполняющіе пространство въ параллельномъ положеніи; у этихъ фигуръ имѣются соотвѣтственныя, попарно равныя, параллельныя грани (тамъ же § 75).

детъ $x_1^2+x_2^2+x^2_3=r^2$. Послѣ измѣненія ей будетъ соотвѣтствовать фигура имѣющая уравненіемъ:

$$(\alpha_{11}x'_1+\alpha_{21}x'_2+\alpha_{31}x'_3)^2+(\alpha_{12}x'_1+\alpha_{22}x'_2+\alpha_{32}x'_3)^2+(\alpha_{13}x'_1+\alpha_{23}x'_2+\alpha_{33}x'_3)^2= = r^2\ \Delta^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

т. е. нѣкоторая поверхность втораго порядка. Если пересѣчемъ эту поверхность нѣкоторою плоскостью $x'_3=Mx'_1+Nx'_2$, то, подставивъ это значеніе x'_3 въ уравненіе 4), получимъ уравненіе проэкціи кривой пересѣченія изучаемой поверхности съ данною плоскостью на плоскость $x_3=0$, а именно:

$$[x'_1(\alpha_{11}+M\alpha_{31})+x'_2(\alpha_{21}+N\alpha_{31})]^2+[x'_1(\alpha_{12}+M\alpha_{32})+x'_2(\alpha_{22}+N\alpha_{32})]^2+ +[x'_1(\alpha_{13}+M\alpha_{33})+x'_2(\alpha_{23}+N\alpha_{33})]^2=r^2\ \Delta^2.$$

$$\text{или}\ x_1'^2[(\alpha_{11}+M\alpha_{31})^2+(\alpha_{12}+M\alpha_{32})^2+(\alpha_{13}+M\alpha_{33})^2]+x_2'^2[(\alpha_{21}+N\alpha_{31})^2+(\alpha_{22}+ +N\alpha_{32})^2+(\alpha_{23}+N\alpha_{33})^2]+2x'_1x_2'[(\alpha_{11}+M\alpha_{31})(\alpha_{21}+N\alpha_{31})+(\alpha_{12}+M\alpha_{32})(\alpha_{22}+ +N\alpha_{32})+(\alpha_{13}+M\alpha_{33})(\alpha_{23}+N\alpha_{33})]=r^2\Delta^2. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5($$

Примѣняя для опредѣленія этой кривой извѣстное изъ аналитической геометріи неравенство $B^2-4AC \gtrless 0$, получимъ

$$B^2-4AC=-4\{[(\alpha_{11}+M\alpha_{31})(\alpha_{22}+N\alpha_{32})+(\alpha_{12}+M\alpha_{32})(\alpha_{21}+N\alpha_{31})]^2+ +[(\alpha_{12}+M\alpha_{32})(\alpha_{23}+N\alpha_{33})-(\alpha_{13}+M\alpha_{33})(\alpha_{22}+N\alpha_{32})]^2+ +[(\alpha_{13}+M\alpha_{33})(\alpha_{21}+N\alpha_{31})-(\alpha_{11}+M\alpha_{31})(a_{23}+N\alpha_{33})]^2\}<0. \quad 6)$$

откуда заключаемъ, что изслѣдуемая кривая есть эллипсъ, а не какая-нибудь другая кривая 2-го порядка, а такъ какъ кривая эта представляетъ проэкцію сѣченія поверхности 4) произвольною плоскостью, то значитъ самая поверхность 4) есть эллипсоидъ, а не какая-нибудь другая поверхность 2-го порядка [1]).

Эллипсоидъ, соотвѣтствующій шару съ радіусомъ, равнымъ 1-цѣ, мы назовемъ эллипсоидомъ проэктивности. Эта поверхность можетъ служить нагляднымъ выраженіемъ измѣненій, претерпѣваемыхъ одною пространственною системою при ея превращеніи въ другую.

Кривая поверхность $f(x_1x_2x_3)=0$ послѣ кристаллографическаго измѣненія превратится въ кривую поверхность:

$$f\left(\frac{\alpha_{11}x_1'+\alpha_{21}x_2'+\alpha_{31}x_3'}{\Delta},\ \frac{a_{12}x_1'+\alpha_{22}x_2'+\alpha_{32}x_3'}{\Delta},\ \frac{\alpha_{13}x_1'+\alpha_{23}x_2'+\alpha_{33}x_3'}{\Delta}\right)=0;$$

---

[1]) Изобразивъ условіе 6) въ видѣ

$$B^2-4AC=-4\{(a_{33}+Na_{23}+Ma_{13})^2+(a_{31}+Na_{21}+Ma_{11})^2+(a_{32}+Na_{22}+Ma_{12})^2\}\Delta^2,$$

мы увидимъ, что B^2-4AC не можетъ быть равно нулю, такъ какъ въ такомъ случаѣ былъ бы равенъ нулю и детерминантъ уравненій проэктивности, а это по вышеизложенному невозможно.

для краткости означимъ ее $f(X_1X_1X_3)=0$. Плоскость, касательная къ первой поверхности въ точкѣ $(a_1a_2a_3)$, будетъ $(x_1-a_1)\frac{df}{dx_1}+(x_2-a_2)\frac{df}{dx_2}+(x_3-a_3)\frac{df}{df_3}=0$. Этой плоскости послѣ измѣненія соотвѣтствуетъ плоскость:

$$(x_1'-a'_1)\frac{df(X_1X_2X_3)}{dx_1'}+(x_2'-a'_2)\frac{df(X_1X_2X_3)}{dx_2'}=(x_3'-a_3')\frac{df(X_1X_2X_3)}{dx_3'}=0\ . \quad 7)$$

т. е. плоскость, касательная къ поверхности $f(X_1X_2X_3)=0$ въ точкѣ $(a_1'a_2'a'_3)$, соотвѣтствующей точкѣ $(a_1a_2a_3)$ первоначальной системы.

Отсюда заключаемъ, что если въ пространственной системѣ, до измѣненія, мы возьмемъ кубъ и вписанный въ немъ шаръ, то послѣ измѣненія кубъ превратится въ нѣкоторый параллелопипедъ, и шаръ — въ нѣкоторый эллипсоидъ, вписанный въ этотъ параллелопипедъ. Грани этого параллелопипеда параллельны діаметральнымъ плоскостямъ эллипсоида, сопряженнымъ съ діаметрами, параллельными третьей сторонѣ параллелопипеда, не находящейся во взятой грани. Это слѣдуетъ изъ того, что взятыя грань и третья сторона соотвѣтствуютъ въ первоначальной системѣ нѣкоторой грани куба и перпендикулярному ей ребру; прямая, параллельная этому ребру и проходящая чрезъ центръ шара, проходитъ и чрезъ центры круговъ пересѣченія этого шара плоскостями, параллельными взятой грани, а въ силу закона конгруэнтноси также и прямая, параллельная ребру параллелопипеда, проведенная чрезъ центръ элипсоида, также должна проходить и чрезъ центры эллипсовъ сѣченія этого эллипсоида плоскостями, параллельными взятой грани.

Подвергая кубъ всевозможнымъ движеніямъ около его центра, остающагося неподвижнымъ, мы, въ силу соотвѣтствія получимъ всевозможные описанные около эллипсоида параллелопипеды, коихъ грани сопряжены съ третьими, въ нихъ не находящимися, ребрами. Притомъ, такъ какъ всѣ эти параллелопипеды соотвѣтствуютъ одному и тому же кубу въ его различныхъ положеніяхъ, то, какъ не трудно видѣть, они должны имѣть одинъ и тотъ же объемъ, что составляетъ извѣстную теорему аналитической геометріи.

§ 24. Законъ конгруэнтности кристаллографической проэктивности въ пространствѣ выражаетъ въ сущности, что какъ отрѣзки площадей, такъ и отрѣзки прямыхъ до измѣненія превратятся, послѣ измѣненія, въ отрѣзки площадей и прямыхъ, пропорціональныя первымъ. Коэффиціентъ этой пропорціональности измѣняется, однако, съ измѣненіемъ положенія тѣхъ и другихъ. Назовемъ отношеніе отрѣзковъ соотвѣтствующихъ площадей послѣ и до измѣненія—коэффиціентомъ растяженія соотвѣтственныхъ площадей и прямыхъ и займемся теперь опредѣленіемъ этихъ коэффиціентовъ для всевозможныхъ положеній площадей и прямыхъ. Начнемъ съ послѣднихъ.

Съ этою цѣлью преобразуемъ координаты. Назвавъ разстояніе двухъ точекъ $(x_1x_2x_3)$ и $(x_1'x_2'x_3')$ отъ начала чрезъ r и r', а углы, образуемые пря-

мыми, соединяющими ихъ съ началомъ, и осями координатъ чрезъ $(\varphi_1\varphi_2\varphi_3)$ и $(\varphi_1'\varphi_2'\varphi_3')$. Въ такомъ случаѣ, уравненія 1a) примутъ видъ:

$$r'cs\varphi_1'=r(a_{11}cs\varphi_1+a_{12}cs\varphi_2+a_{13}cs\varphi_3) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8)$$
$$r'cs\varphi_2'=r(a_{21}cs\varphi_1+a_{22}cs\varphi_2+a_{23}cs\varphi_3)$$
$$r'cs\varphi_3=r(a_{31}cs\varphi_1+a_{32}cs\varphi_2+a_{33}cs\varphi_3)$$

а изъ нихъ выводится

$$r'^2=r^2\{(a_{11}cs\varphi_1+a_{12}cs\varphi_2+a_{13}cs\varphi_3)^2+(a_{21}cs\varphi_1+a_{22}cs\varphi_2+a_{23}cs\varphi_3)^2+(a_{31}cs\varphi_1+ +a_{32}cs\varphi_2+a_{33}cs\varphi_3)^2\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9)$$

или $m=\sqrt{(a_{11}cs\varphi_1+a_{12}cs\varphi_2+a_{13}cs\varphi_3)^2+(a_{21}cs\varphi_1+a_{22}cs\varphi_2+a_{23}cs\varphi_3)^2+(a_{31}cs\varphi_1+ +a_{32}cs\varphi_2+a_{33}cs\varphi_3)^2}$.

Равенство 9) и представляетъ рѣшеніе поставленнаго вопроса, такъ какъ коэффиціентъ растяженія, который мы означили чрезъ m, и представляетъ отношеніе

$$m=\frac{r'}{r}$$

Формулы 8) даютъ также возможность непосредственно опредѣлить измѣненіе направленій послѣ измѣненія, такъ какъ изъ нихъ прямо выводится

$$\frac{cs\varphi_1'}{a_{11}cs\varphi_1+a_{12}cs\varphi_1+a_{13}cs\varphi_3}=\frac{cs\varphi_2'}{a_{21}cs\varphi_1+a_{22}cs\varphi_2+a_{23}cs\varphi_3}$$
$$=\frac{cs\varphi_3'}{a_{31}cs\varphi_1+a_{32}cs\varphi_2+a_{33}cs\varphi_3} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10)$$

§ 25. Перейдемъ къ выводу коэффиціента растяженія отрѣзковъ площадей на плоскости $x_1cs\psi_1+x_2cs\psi_2+x_3cs\psi_3=0$. Этой плоскости, послѣ измѣненія, соотвѣтствуетъ плоскость (по 1 a') $(\alpha_{11}x_1'+\alpha_{12}x_2'+\alpha_{13}x_3')cs\psi_1+(\alpha_{12}x'_1+\alpha_{22}x_2'+\alpha_{32}x'_3)cs\psi_2+(\alpha_{13}x_1+\alpha_{23}x^2+\alpha_{33}x_3)cs\psi_3=0$ или $x_1'(\alpha_{11}cs\psi_1+\alpha_{12}cs\psi_2+\alpha_{13}cs\psi_3)+ +x_2(\alpha_{21}cs\psi_1+\alpha_{22}cs\psi_2+\alpha_{23}cs\psi_3)+x'_3(\alpha_{31}cs\psi_1+\alpha_{32}cs\psi_2+\alpha_{33}cs\psi_3)=0 \quad . \quad . \quad . \quad 11)$

Если въ уравненія проэктивности 1 a) вмѣсто x_3 внесемъ величину $-\frac{x_1cs\psi_1+x_2cs\psi_2}{cs\psi_3}$, то получимъ

$$x_1'=x_1\left(a_{11}-a_{13}\frac{cs\psi_1}{cs\psi_3}\right)+x_2\left(a_{12}-a_{13}\frac{cs\psi_2}{cs\psi_3}\right)$$
$$x_2'=x_1\left(a_{21}-a_{23}\frac{cs\psi_1}{cs\psi_3}\right)+x_2\left(a_{22}-a_{23}\frac{cs\psi_2}{cs\psi_3}\right)$$
$$x_3'=x_1\left(a_{31}-a_{33}\frac{cs\psi_1}{cs\psi_3}\right)+x_3\left(a_{32}-a_{33}\frac{cs\psi_2}{cs\psi_3}\right)$$

Въ этихъ уравненіяхъ на точки $(x_1'x'_2)$ можно смотрѣть какъ на проэкціи на плоскости $x_3=0$ точекъ, находящихся на плоскости 11), и слѣдова-

тельно на два первыя уравненія можно смотрѣть, какъ на уравненія проэктивности двухъ плоскихъ системъ, а именно системъ проэкцій двухъ соотвѣтствующихъ плоскостей на плоскость $x_3=0$, и изъ нихъ выводимъ, что и двѣ соотвѣтствующія плоскія системы связаны кристаллографическою проэктивностью, какъ этого и нужно было ожидать изъ вышесказаннаго. Детерминантъ δ этихъ уравненій будетъ коэффиціентомъ плоскостнаго растяженія ихъ проэкцій, а чтобы отъ проэкцій перейти къ истинному растяженію, величину δ стоитъ лишь помножить на $\frac{cs\psi_3}{cs\psi_3'}$

Но

$$\delta=\begin{vmatrix} a_{11}-a_{13}\frac{cs\psi_1}{cs\psi_3} & a_{12}-a_{13}\frac{cs\psi_2}{cs\psi_3} \\ a_{21}-a_{23}\frac{cs\psi_1}{cs\psi_3} & a_{22}-a_{23}\frac{cs\psi_2}{cs\psi_3} \end{vmatrix}=\alpha_{33}+\alpha_{32}\frac{cs\psi_2}{cs\psi_3}+\alpha_{31}\frac{cs\psi_3}{cs\psi_3'}$$

$$\text{а } cs\psi_3'=\frac{\alpha_{31}cs\psi_1+\alpha_{32}cs\psi_2+\alpha_{33}cs\psi_3}{\sqrt{(\alpha_{11}cs\psi_1+\alpha_{12}cs\psi_2+\alpha_{13}cs\psi_3)^2+(\alpha_{21}cs\psi_1+\alpha_{22}cs\psi_2+\alpha_{23}cs\psi_3)^2+(\alpha_{31}cs\psi_1+\alpha_{32}cs\psi_2+\alpha_{33}cs\psi_3)^2}}$$

а потому коэффиціентъ растяженія плоскости, который мы означимъ чрезъ m_p будетъ:

$$m_p=\delta\frac{cs\psi_3}{cs\psi_3'}=\sqrt{(\alpha_{11}cs\psi_1+\alpha_{12}cs\psi_2+\alpha_{13}cs\psi_3)^2+(\alpha_{21}cs\psi_1+\alpha_{22}cs\psi_2+\alpha_{23}cs\psi_3)^2+(\alpha_{31}cs\psi_1+\alpha_{32}cs\psi_2+\alpha_{33}cs\psi_3)^2} \quad \ldots\ldots\ldots 12)$$

выраженіе, совершенно аналогичное 9).

Если въ форм. 9) взять $cs\varphi_1=cs\psi_1$, $-cs\varphi_2=cs\psi_2$ и $cs\varphi_3=cs\psi_3$, то она выразитъ растяженіе по направленію, сопряженному съ плоскостью $x_1\,cs\psi_1+x_2cs\psi_2+x_3cs\psi_3=0$, и потому аналогія между формулами 9) и 12) есть изящное выраженіе соотношенія между растяженіемъ по нѣкоторой плоскости и по направленію, съ ней сопряженному.

§ 26. Теперь перейдемъ къ выводу коэффиціента объемнаго растяженія. Для этого мы можемъ взять нѣкоторый параллелопипедъ съ опредѣленнымъ объемомъ и вывести по формуламъ проэктивности параллелопипедъ ему соотвѣтствующій и опредѣлить объемъ послѣдняго. Но такъ какъ, по форм. 16 главы I втораго этюда, въ выраженіе объема параллелопипедовъ входитъ синусовая функція его тригоноэдра, то необходимо вывести значеніе таковой функціи послѣ измѣненія пространственной системы. Если возьмемъ для опредѣленія тригоноэдра три прямыя (1, 2 и 3) и означимъ соотвѣтствующія имъ прямыя со значкомъ, то получимъ:

$$Sn(123)=\begin{vmatrix} cs(1x_1) & cs(1x_2) & cs(1x_3) \\ cs(2x_1) & cs(2x_2) & cs(2x_3) \\ cs(3x_1) & cs(3x_2) & cs(3x_3) \end{vmatrix}$$

а на основаніи форм. 8)

$$Sn(1'2'3') = \frac{r_1 r_2 r_3}{r'_1 r'_2 r'_3} \begin{vmatrix} a_{11}cs(1x_1)+a_{12}cs(1x_2)+a_{13}cs(1x_3) & a_{21}cs(1x_1)+a_{22}(1x_2) + \\ a_{11}cs(2x_1)+a_{12}cs(2x_2)+a_{13}cs(2x_3) & a_{21}cs(2x_1)+a_{22}(2x_2) + \\ a_{11}cs(3x_1)+a_{12}cs(3x_2)+a_{13}cs(3x_3) & a_{21}cs(3x_1)+a_{22}(3x_2) + \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} +a_{23}cs(1x_3) & a_{31}cs(1x_1)+a_{32}cs(1x_2)+a_{33}cs(1x_3) \\ +a_{23}cs(2x_3) & a_{31}cs(2x_1)+a_{32}cs(2x_2)+a_{33}cs(2x_3) \\ +a_{23}cs(3x_3) & a_{31}cs(3x_1)+a_{32}cs(3x_2)+a_{33}cs(3x_3) \end{vmatrix} = \frac{r_1 r_2 r_2}{r'_1 r'_2 r'_3} \begin{vmatrix} a_{11} a_{12} a_{13} \\ a_{21} a_{21} a_{23} \\ a_{31} a_{31} a_{33} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} cs(1x_1 \\ cs(2x_1 \\ cs(3x_1 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} cs(1x_2)cs(1x_3) \\ cs(2x_2)cs(2x_3) \\ cs(3x_2)cs(3x_3) \end{vmatrix} = \frac{r_1 r_2 r_3}{r'_1 r'_2 r'_3} \cdot \triangle\, Sn\,(123) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 13)$$

Здѣсь $(r_1 r_2 r_3)$—разстоянія нѣкоторыхъ трехъ точекъ отъ начала; прямыя же, соединяющія ихъ съ началомъ, и суть прямыя (1 2 3). Если принять во мниманіе, что $v = r_1 r_2 r_3\ Sn\,(1\,2\,3)$ выражаетъ объемъ нѣкотораго параллелопипеда въ первоначальной системѣ, а $v' = r'_1 r'_2 r'_3\ Sn\ (1'2'3')$ выражаетъ объемъ соотвѣтствующаго параллелопипеда послѣ измѣненія, то, означивъ коэффиціентъ объемнаго растяженія чрезъ m_v, найдемъ, что

$$m_v = \frac{v'}{v} = \frac{r'_1 r'_2 r'_3\ Sn\ (1'2'3')}{r_1 r_2 r_3\ Sn\ (1\,2\,3)} = \triangle \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 14)$$

и значитъ коэффиціентъ объемнаго растяженія системы, подвергающейся кристаллографическому измѣненію, равенъ детерминанту уравненій проэктивности.

Форм. 13) можетъ служить также для вычисленія значеній синусовыхъ функцій послѣ измѣненія: изъ нея видимъ, что для опредѣленія измѣненія этой функціи нужно опредѣлить коэффиціенты растяженія по направленію реберъ тригоноэдра.

§ 27. Для опредѣленія плоскихъ угловъ можемъ воспользоваться ф. 10) съ присоединеніемъ извѣстнаго соотношенія:

$$cs(1'2') = cs(1'x_1)cs(2'x_1) + cs(1'x_2)\,cs(2'x_2) + cs\,(1'x_3)\,cs(2'x_3) = \sum_{i=1}^{3} cs(1'x_i)cs(2'x_i).$$

Если принять во вниманіе, что, пользуясь сокращенными выраженіями, мы придемъ для этихъ косинусовъ къ слѣдующимъ (по форм. 8)

$$cs(1'x_i) = \frac{r_1}{r'_1} \sum_{k=1}^{3} a_{ik}\, cs(1x_k) \text{ и } cs\,(2'x_i) = \frac{r_2}{r'_2} \sum_{l=1}^{3} a_{il}\, cs\ (2x_l)$$

то какъ общее выраженіе косинуса плоскаго угла послѣ измѣненія получимъ:

$$cs(1'2') = \frac{r_1 r_2}{r'_1 r'_2} \sum_{ikl=1}^{3} a_{ik}\, a_{il}\, cs\,(1x_k)\ cs(2x_l) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 15)$$

Выраженіе это, заключающее въ себѣ 27 членовъ, едвали удобно для вычисленій по сложности.

Можно придти къ вычисленію плоскихъ угловъ и на другомъ основаніи, а именно пользуясь тѣмъ, что въ двухъ выраженіяхъ площадей соотвѣтствующихъ параллелограмовъ:

$$p = r_1 r_2\, sn\,(1\ 2) \text{ и } p' = r'_1 r'_2\ sn\,(1'2')$$

соотношеніе $m_p = \frac{p'}{p}$ можетъ быть опредѣлено по форм. 12), для чего нужно сначала опредѣлить косинусы угловъ, образуемыхъ нормалью къ плоскости, проходящей чрезъ данныя прямыя съ осями координатъ.

Легко вывести уравненіе этой плоскости.

$$x_1 \begin{vmatrix} cs(1x_2) & cs(1x_3) \\ cs(2x_2) & cs(2x_3) \end{vmatrix} + x_2 \begin{vmatrix} cs(1x_3) & cs(1x_1) \\ cs(2x_3) & cs(2x_1) \end{vmatrix} + x_3 \begin{vmatrix} cs(1x_1) & cs(1x_2) \\ cs(2x_1) & cs(2x_2) \end{vmatrix} = 0 \quad . \quad . \quad 15a)$$

или на основаніи форм. 9) главы I втораго этюда [1])

$$x_1 sn(12) sn(x_2x_3) cs(px_1) + x_2 sn(12) sn(x_3x_1) cs(px_2) + x_3 sn(12)\, sn(x_1x_2)\, cs(px_3) = 0$$

или просто $x_1 cs(px_1) + x_2 cs(px_2) + x_3 cs(px_3) = 0$,

гдѣ p — означаетъ нормаль къ разсматриваемой плоскости.

Основываясь на выведенныхъ соотношеніяхъ, можемъ написать

$$\frac{r'_1 r'_2\, sn\,(1'2')}{r_1 r_2\, sn\,(1\,2)} = \frac{1}{sn(12)} \sqrt{\begin{vmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} \\ cs(1x_1) & cs(1x_2) & cs(1x_3) \\ cs(2x_1) & cs(2x_2) & cs(2x_3) \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} \\ cs(1x_1) & cs(1x_2) & cs(1x_3) \\ cs(2x_1) & cs(2x_2) & cs(2x_3) \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33} \\ cs(1x_1) & cs(1x_2) & cs(1x_3) \\ cs(2x_1) & cs(2x_2) & cs(2x_3) \end{vmatrix}^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 16)$$

выраженіе, изъ котораго легко опредѣляется $sn\,(1'2')$, если опредѣлены коэффиціенты растяженія $\frac{r'_1}{r_1}$ и $\frac{r'_2}{r_2}$.

§ 28. Для опредѣленія измѣненія двугранныхъ угловъ, можемъ пользоваться форм. 11) и 12). Пусть даны двѣ плоскости, нормали къ которымъ будутъ прямыя (I II). Величина $cs(I'II')$ опредѣлится изъ формулъ

$$cs(I'II') = cs(I'x_1)cs(II'x_1) + cs(I'x_2)cs(II'x_2) + cs(I'x_3)cs(II'x_3) = \sum_{i=1}^{3} cs(I'x_i)cs(II'x_i)$$

и

$$cs(I'x_i) = \sum_{k=1}^{3} \frac{\alpha_{ik}\, cs(1x_k)}{m_{p1}}\ ;\ cs(II'x_i) = \sum_{l=1}^{3} \frac{\alpha_{il}\, cs(1x_l)}{m_{p2}}$$

гдѣ m_{p1} и m_{p2} означаютъ коэффиціенты растяженія по первой и по второй плоскости. Изъ этихъ равенствъ легко выводится

$$cs(I'II') = \sum_{ikl=1}^{3} \frac{\alpha_{ik}\alpha_{il}\, cs(1x_k)cs(1x_l)}{m_{p1}\, m_{p2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 17)$$

т. е. формула, совершенно аналогическая форм. 15).

---

[1]) Форм. 9) заканчиваетъ § 3 втораго этюда, а ея № опущенъ по оплошности набора.

Вообще, сопоставляя форм. 11) и 12), придемъ къ формуламъ, аналогичнымъ форм. 8), а именно если углы, образуемые нормалью къ данной плоскости съ осями координатъ, означимъ чрезъ $(\varphi_1\ \varphi_2\ \varphi_3)$, а углы между нормалью къ соотвѣтственной плоскости, послѣ измѣненія, и осями координатъ—чрезъ $(\varphi_1'\varphi_2'\varphi_3')$, то получимъ:

$$\begin{aligned} p'cs\varphi_1' &= p(\alpha_{11}cs\varphi_1 + \alpha_{12}cs\varphi_2 + \alpha_{13}cs\varphi_3) \\ p'cs\varphi_2' &= p(\alpha_{12}cs\varphi_1 + \alpha_{22}cs\varphi_2 + \alpha_{23}cs\varphi_3) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 18) \\ p'cs\varphi_3' &= p(\alpha_{13}cs\varphi_1 + \alpha_{32}cs\varphi_2 + \alpha_{33}cs\varphi_3) \end{aligned}$$

гдѣ p и p' означаютъ нѣкоторые соотвѣтственные отрѣзки площадей.

Означивъ пормали къ двумъ даннымъ плоскостямъ до измѣненія чрезъ (I II), а послѣ измѣненія—чрезъ (I'II'), означивъ также ребро ихъ пересѣченія чрезъ r, мы, пользуясь только что выведеннымъ равенствомъ, можемъ написать:

$$sn(\mathrm{I'II'})sn(x_2x_3)cs(rx_1) = \begin{vmatrix} cs(\mathrm{I}'x_2) & cs(\mathrm{I}'x_3) \\ cs(\mathrm{II}'x_2) & cs(\mathrm{II}'x_3) \end{vmatrix} = \frac{p_1\ p_2}{p'_2\ p'_2} \begin{vmatrix} \alpha_{21}cs(\mathrm{I}x_1) + \alpha_{22}cs(\mathrm{I}x_2) + \alpha_{23}cs(\mathrm{I}x) & \alpha_{31}cs(\mathrm{I}x_1) + \alpha_{32}cs(\mathrm{I}x_2) + \alpha_{33}cs(\mathrm{I}x_3) \\ \alpha_{21}cs(\mathrm{II}x_1) + \alpha_{22}cs(\mathrm{II}x_2) + \alpha_{23}cs(\mathrm{II}x) & \alpha_{31}cs(\mathrm{II}x_1) + \alpha_{32}cs(\mathrm{II}x_2) + \alpha_{33}cs(\mathrm{II}x_3) \end{vmatrix} = \frac{p_1\ p_2}{p'_2\ p'_2} \begin{vmatrix} \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} cs(\mathrm{I}x_1) & cs(\mathrm{I}x_2) & cs(\mathrm{I}x_3) \\ cs(\mathrm{II}x_1) & cs(\mathrm{II}x_2) & cs(\mathrm{II}x_3) \end{vmatrix} = \frac{p_1\ p_2}{p'_1\ p'_2}\ \Delta \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ cs(\mathrm{I}x_1) & cs(\mathrm{I}x_2) & cs(\mathrm{I}x_3) \\ cs(\mathrm{II}x_1) & cs(\mathrm{II}x_2) & cs(\mathrm{II}x_3) \end{vmatrix}$$

Совершенно подобнымъ же образомъ получимъ:

$$sn(\mathrm{I'II'})cs(rx_2) = \frac{p_1\ p_2}{p'_1\ p'_2}\ \Delta \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ cs(\mathrm{I}x_1) & cs(\mathrm{I}x_2) & cs(\mathrm{I}x_3) \\ cs(\mathrm{II}x_1) & cs(\mathrm{II}x_2) & cs(\mathrm{II}x_3) \end{vmatrix}$$

$$\text{и}\ sn(\mathrm{I'II'})cs(rx_3) = \frac{p_1\ p_2}{p'_1\ p'_2}\ \Delta \begin{vmatrix} a_{31} & a_{32} & a_{33} \\ cs(\mathrm{I}x_1) & cs(\mathrm{I}x_2) & cs(\mathrm{I}x_3) \\ cs(\mathrm{II}x_1) & cs(\mathrm{II}x_2) & cs(\mathrm{II}x_3) \end{vmatrix}$$

а изъ этихъ трехъ равенствъ легко выводимъ:

$$\frac{p_1'p_2'sn(\mathrm{I'II'})}{p_1p_2} = \Delta \sqrt{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ cs(\mathrm{I}x_1) & cs(\mathrm{I}x_2) & cs(\mathrm{I}x_3) \\ cs(\mathrm{II}x_1) & cs(\mathrm{II}x_2) & cs(\mathrm{II}x_3) \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ cs(\mathrm{I}x_1) & cs(\mathrm{I}x_2) & cs(\mathrm{I}x_3) \\ cs(\mathrm{II}x_1) & cs(\mathrm{II}x_2) & cs(\mathrm{II}x_3) \end{vmatrix}^2 + \begin{vmatrix} a_{31} & a_{32} & a_{33} \\ cs(\mathrm{I}x_1) & cs(\mathrm{I}x_2) & cs(\mathrm{I}x_3) \\ cs(\mathrm{II}x_1) & cs(\mathrm{II}x_2) & cs(\mathrm{II}x_3) \end{vmatrix}^2} \quad 19)$$

формулу, совершенно аналогичную формулѣ 16); здѣсь только вводится коэффиціентъ Δ—детерминантъ уравненія проэктивности.

§ 29. Если пространственную систему послѣ одного измѣненія, выражаемаго форм. 1а), мы подвергаемъ вторичному, выраженіемъ котораго будутъ уравненія:

$$\begin{aligned} x_1'' &= a_{11}'x_1' + a_{12}'x_2' + a_{13}'x_3' \\ x_2'' &= a_{21}'x_1' + a_{22}'x_2' + a_{33}'x_3' \\ x_3'' &= a_{31}'x_1' + a_{32}'x_2' + a_{33}'x_3' \end{aligned}$$

и если детерминантъ этихъ уравненій означимъ чрезъ Δ', то легко видѣть, что коэффиціентъ объемнаго растяженія будетъ

$$\frac{V''}{V'} = \Delta' \text{ или } \frac{V''}{V} = \Delta\Delta'. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 20).$$

Основываясь на томъ, что, какъ это слѣдуетъ изъ форм. 2), мы можемъ каждыя три точки, не находящіяся въ одной плоскости съ началомъ, привести въ соотвѣтствіе съ каждыми тремя другими точками, тоже не находящимися въ одной плоскости съ началомъ, и принимая во вниманіе, что начало и три какія нибудь точки могутъ служить для построенія параллелопипеда, тремя ребрами котораго будутъ прямыя, соединяющія эти три точки съ началомъ, заключаемъ, что, подвергая пространственную систему измѣненіямъ по законамъ кристаллографической проэктивности, мы всякій данный параллелопипедъ можемъ превратить во всякій другой.

Всѣ описанныя свойства кристаллографической проэктивности въ пространствѣ даютъ достаточно ясное о ней понятіе и позволяютъ это понятіе отожествлять съ понятіемъ совокупности сдвиговъ и растяженій, основанія теоріи которыхъ изложены въ сочиненіи [1]) „Начало ученія о фигурахъ“ (§§ 71, 72 и 73). Этимъ я и закончу изложеніе общихъ свойствъ кристаллографической проэктивности въ пространствѣ, и теперь перейду къ изслѣдованію частныхъ случаевъ.

Случай тожества.

§ 30. Подъ этимъ я подразумѣваю тотъ случай, когда обѣ пространственныя системы совпадаютъ во всѣхъ своихъ соотвѣтственныхъ точкахъ; въ этомъ случаѣ точкѣ $(x_1\ x_2\ x_3)$ соотвѣтствуетъ она же сама, и уравненія 1a) принимаютъ видъ:

$$\begin{aligned} x_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 \quad \text{или} \quad & x_1(a_{11}-1) + x_2a_{12} + x_3a_{13} &= 0 \\ x_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 & x_1a_{21} + x_2(a_{22}-1) + x_3a_{33} &= 0 \quad 21). \\ x_3 &= a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 & x_1a_{31} + x_2a_{32} + x_3(a_{33}-1) &= 0 \end{aligned}$$

Такъ какъ равенства 21) должны имѣть мѣсто при всякихъ значеніяхъ $x_1\ x_2\ x_3$, то изъ нихъ вытекаютъ слѣдующія 9 равенствъ, представляющихъ условія тожественности системъ:

$$\begin{array}{lll} a_{11} = 1 & a_{12} = 0 & a_{13} = 0 \\ a_{21} = 0 & a_{22} = 1 & a_{23} = 0 \\ a_{31} = 0 & a_{32} = 0 & a_{33} = 1 \end{array}$$

---

[1]) Напр. только что выведенное свойство кристаллографической проэктивности соотвѣтствуетъ свойствамъ совокупности сдвиговъ и растяженій, заключающихся въ теоремѣ 32, „всякій параллелопипедъ сдвигами и растяженіями можно превратить во всякій другой“ (§ 73).

2. *Случай перемѣны координатъ.*

§ 31. Въ этомъ случаѣ соотвѣтственная система занимаетъ лишь другое мѣсто, но сама по себѣ одинакова съ первоначальною и, соотвѣтственнымъ передвиженіемъ, можетъ быть совмѣщена съ первою. Слѣдовательно въ этомъ случаѣ равны 1-цѣ какъ коэффиціентъ объемнаго растяженія, т. е. детерминантъ уравненій проэктивности, такъ и коэффиціенты растяженія для всѣхъ направленій и плоскостей; соотвѣтственные угловые элементы также не измѣняются. Въ виду того, что въ общихъ уравненіяхъ проэктивности, заключающихъ 9 коэффиціентовъ, остается неопредѣленнымъ лишь положеніе осей координатъ, а для ихъ опредѣленія необходимо 3 данныхъ, то значитъ коэффиціенты уравненій проэктивности должны быть связаны 6-ю условными равенствами; мы и выведемъ эти равенства, если введемъ основное условіе этого случая, напр. въ форм. 9) величину m приравняемъ 1-цѣ.

Такъ какъ изъ трехъ величинъ (φ_1 φ_2 φ_3) только двѣ перемѣнныя независимыя, то съ цѣлью выдѣленія ихъ въ особые члены, мы раздѣлимъ обѣ части равенства 9) на $cs^2\varphi_3$ и означимъ для краткости $\frac{cs\varphi_1}{cs\varphi_3}$ чрезъ p и $\frac{cs\varphi_2}{cs\varphi_3}$ чрезъ q. Получаемъ:

$$\frac{1}{cs^2\varphi_3}=\frac{cs^2\varphi_1+cs^2\varphi_2+cs^2\varphi_3}{cs^2\varphi_3}=p^2+q^2+1=(a_{11}p+a_{12}q+a_{13})^2+(a_{21}p+a_{22}q+$$
$$+a_{23})^2+(a_{31}p+a_{32}q+a_{33})^2$$

Отсюда

$$p^2(a^2_{11}+a_{21}^2+a_{31}^2-1)+2pq(a_{11}a_{12}+a_{21}a_{22}+a_{31}a_{32})+q^2(a_{12}^2+a_{22}^2+a_{32}^2)+$$
$$2p(a_{11}a_{13}+a_{21}a_{23}+a_{31}a_{33})+2q(a_{12}a_{13}+a_{22}a_{23}+a_{32}a_{33})+(a_{13}^2+a_{23}^2+a_{33}^2-1)=0$$

Въ виду того, что величины p и q перемѣнныя независимыя и что слѣдовательно, равенство это должно имѣть мѣсто при всякихъ ихъ значеніяхъ, оно само собою распадается на 6 слѣдующихъ

$$\left.\begin{array}{r} a_{11}^2+a_{21}^2+a_{31}^2=1 \\ a_{12}^2+a_{23}^2+a_{32}^2=1 \\ a_{13}^2+a_{23}^2+a_{33}^2=1 \\ a_{11}a_{12}+a_{21}a_{22}+a_{31}a_{32}=0 \\ a_{11}a_{13}+a_{21}a_{23}+a_{31}a_{33}=0 \\ a_{12}a_{13}+a_{22}a_{23}+a_{32}a_{33}=0 \end{array}\right\} \quad 22$$

а эти равенства и представляютъ извѣстныя условія, связывающія коэффиціенты уравненій преобразованія прямоугольныхъ координатъ.

Сюда также примѣнимо замѣчаніе, аналогичное тому, которое сдѣлано для плоскихъ системъ: условія 22) представляютъ не только условія для преобразованія координатъ равныхъ системъ, но относятся также и къ симметричнымъ системамъ.

3. *Случай подобія.*

§ 32. Подобными системами называются, какъ извѣстно, такія, у которыхъ соотвѣтственные угловые элементы одинаковы, а линейные — пропорціональны. Если данъ коэффиціентъ этой пропорціональности, то одна система опредѣляется изъ другой; не забывая, что въ общихъ уравненіяхъ проэктивности остается произвольнымъ положеніе координатъ, требующее для своего опредѣленія трехъ данныхъ, мы получаемъ, что въ этомъ случаѣ коэфиціенты уравненій проэктивности должны быть связаны пятью условными равенствами.

Вывести эти равенства мы можемъ при помощи той же форм. 9, принявъ для величины m значеніе коэффиціента пропорціональности двухъ данныхъ подобныхъ системъ, а не 1-цу какъ въ предъидущемъ случаѣ. Соотвѣтственно этому, условіе подобія выразится равенствомъ:

$$m^2(p^2+q^2+1)=(a_{11}p+a_{12}q+a_{13})^2+(a_{21}p+a_{22}q+a_{23})^2+(a_{31}p+a_{32}q+a_{33})^2,$$

гдѣ m величина постоянная, а не функція перемѣнныхъ p и q. Это условное равенство распадается на 6 равенствъ, сходныхъ съ 22), а именно:

$$\left.\begin{array}{l} a_{11}^2+a_{21}^2+a_{31}^2=m^2 \\ a_{12}^2+a_{22}^2+a_{32}^2=m^2 \\ a_{13}^2+a_{23}^2+a_{33}^2=m^2 \\ a_{11}a_{12}+a_{21}a_{22}+a_{31}a_{32}=0 \\ a_{11}a_{13}+a_{21}a_{23}+a_{31}a_{33}=0 \\ a_{12}a_{13}+a_{22}a_{23}+a_{32}a_{33}=0 \end{array}\right\} \quad 23)$$

Чтобы получить искомыя 5 равенствъ, нужно изъ этихъ равенствъ исключить m^2, и въ такомъ случаѣ первыя три становятся двумя слѣдующими: $a_{12}^2+a_{21}^2+a_{31}^2=a_{12}^2+a_{22}^2+a_{32}^2=a_{13}^2+a^2_{23}+a_{33}^2$.

И здѣсь также, какъ и въ предъидущемъ случаѣ, условія 23) связываютъ не только уравненія системъ, собственно подобныхъ, но и системъ обратно подобныхъ.

4. *Случай сдвига.*

§ 33. Было уже упомянуто, что въ общее понятіе кристаллографической проэктивности понятія сдвиговъ и растяженій входятъ какъ подчиненныя, частныя. На основаніи этого можно ожидать, что и аналитическія выраженія сдвига представятъ лишь частный случай общихъ выраженій кристаллографической проэктивности.

Какъ извѣстно [1]), сдвигомъ тѣлесной фигуры называется такое ея

---

[1]) Нач. уч. о фиг. § 72.

измѣненіе, когда неподвижною остается лишь одна плоскость, называемая плоскостью сдвига, а всѣ другія, параллельныя ей, плоскости перемѣщаются въ самихъ себѣ по нѣкоторому направленію, называемому направленіемъ сдвига, на величины прямо пропорціональныя ихъ разстояніямъ отъ плоскости сдвига.

Величина перемѣщенія плоскости, параллельной плоскости сдвига и находящейся отъ нея на разстояніи равномъ 1-цѣ, служитъ мѣрою сдвига. Если назовемъ эту величину чрезъ n, а уголъ, на который уклоняется плоскость, перпендикулярная къ направленію сдвига, чрезъ λ, то величина или коэффиціентъ сдвига будетъ $n=tg\lambda$.

Означимъ нормаль къ плоскости сдвига чрезъ α, а углы, образуемые ею съ осями координатъ—чрезъ $(\alpha_1\alpha_2\alpha_3)$, также—направленіе сдвига чрезъ χ, а углы, образуемые имъ съ осями координатъ, чрезъ $(\chi_1\chi_2\chi_3)$; такъ какъ χ параллельна плоскости сдвига, то величины α и χ связаны условіемъ

$$cs\,(\alpha\chi)=0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 24)$$

Назвавъ еще разстояніе нѣкоторой точки отъ плоскости сдвига чрезъ r, получаемъ:

$$x'_1=x_1+nrcs\chi_1$$
$$x'_2=x_2+nrcs\chi_2$$
$$x'_3=x_3+nrcs\chi_3$$

но такъ какъ $r=x_1cs\alpha_1+x_2cs\alpha_2+x_3cs\alpha_3$, то уравненія сдвига окончательно будутъ:

$$\begin{aligned} x'_1&=x_1+n(x_1cs\alpha_1+x_2cs\alpha_2+x_3cs\alpha_3)cs\chi_1\\ x'_2&=x_2+n(x_1cs\alpha_1+x_2cs\alpha_2+x_3cs\alpha_3)cs\chi_2 \quad \ldots\ldots \quad 25)\\ x'_3&=x_3+n(x_1cs\alpha_1+x_2cs\alpha_2+x_3cs\alpha_3)cs\chi_3 \end{aligned}$$

Детерминантъ этихъ уравненій, выражающій коэффиціентъ объемнаго растяженія, будетъ

$$\Delta=\begin{vmatrix} 1+ncs\alpha_1cs\chi_1 & ncs\alpha_2cs\chi_1 & ncs\alpha_3cs\chi_1\\ ncs\alpha_1cs\chi_2 & 1+ncs\alpha_2cs\chi_2 & ncs\alpha_3cs\chi_2\\ ncs\alpha_1cs\chi_3 & ncs\alpha_2cs\chi_3 & 1+ncs\alpha_3cs\chi_3 \end{vmatrix}=1+n(cs\alpha_1cs\chi_1+cs\alpha_2cs\chi_2+cs\alpha_3cs\chi_3)=$$
$$=1+ncs(\alpha\chi)=1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 26)$$

Отсюда видно, что сдвигъ не измѣняетъ объема фигуръ, а на основаніи форм. 20) заключаемъ, что и совокупность сколькихъ угодно сдвиговъ не измѣняетъ объема фигуръ, подвергающихся измѣненію, и значитъ сдвигъ или совокупность сдвиговъ не можетъ произвести общее кристаллографическое измѣненіе пространственныхъ системъ.

Изъ уравненій 25) легко выводимъ уравненія, имъ обратныя

$$x_1 = x'_1(1 - ncs\alpha_1 cs\chi_1) - x'_2 ncs\alpha_2 cs\chi_1 - x'_3 ncs\alpha_3 cs\chi_1$$
$$x_2 = -x_1' ncs\alpha_1 cs\chi_2 + x'_2(1 - ncs\alpha_2 cs\chi_2) - x'_3 ncs\alpha_3 cs\chi_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 25')$$
$$x_3 = -x'_1 ncs\alpha_1 cs\chi_3 - x'_2 ncs\alpha_2 csx_3 + x'_3(1 - ncs\alpha_3 cs\chi_3).$$

Уравненіе эллипсоида сдвига будетъ

$$[x'_1 - n(x'_1 cs\alpha_1 + x'_2 cs\alpha_2 + x'_3 cs\alpha_3)cs\chi_1]^2 + [x'_2 - n(x'_1 cs\alpha_1 + x'_2 cs\alpha_2 + x'_3 cs\alpha_3)cs\chi_2]^2 +$$
$$+ [x'_3 - n(x'_1 cs\alpha_1 + x'_2 cs\alpha_2 + x'_3 cs\alpha_3)cs\chi_3]^2 = 1. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 27)$$

Коэффиціентъ растяженія по направленію $(\varphi_1\varphi_2\varphi_3)$ будетъ

$$m = \sqrt{[(1 + ncs\alpha_1 cs\chi_1)cs\varphi_1 + ncs\alpha_2 cs\chi_1 cs\varphi_2 + ncs\alpha_3 cs\chi_1 cs\varphi_3]^2 + [ncs\alpha_1 cs\chi_2 cs\varphi_1 +}$$
$$\overline{+ (1 + ncs\alpha_2 cs\chi_2 cs\varphi_2) + ncs\alpha_3 cs\chi_2 cs\varphi_3]^2 + [ncs\alpha_1 cs\chi_3 cs\varphi_1 + ncs\alpha_2 cs\chi_3 cs\varphi_2 +}$$
$$\overline{+ (1 + ncs\alpha_3 cs\chi_3)cs\varphi_3]^2}$$

или короче

$$m = \sqrt{[cs\varphi_1 + ncs\chi_1 cs(\alpha\wedge\varphi)]^2 + [cs\varphi_2 + ncs\chi_2 cs(\alpha\wedge\varphi)]^2 + [cs\varphi_3 + ncs\chi_3}$$
$$\overline{cs(\alpha\wedge\varphi)]^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 28)$$

гдѣ $\alpha\wedge\varphi$ означаетъ уголъ между направленіями α и φ.

Измѣненіе направленій послѣ сдвига опредѣляется по формулѣ,

$$\frac{cs\varphi'_1}{cs\varphi_1 + ncs\chi_1 cs(\alpha\wedge\varphi)} = \frac{cs\varphi'_2}{cs\varphi_2 + ncs\chi_2 cs(\alpha\wedge\varphi)} = \frac{cs\varphi'_3}{cs\varphi + ncs\chi_3 cs(\alpha\wedge\varphi)} \quad . \quad 29)$$

Коэффиціентъ растяженія по плоскости, нормалью къ которой служитъ прямая ψ, выразится

$$m_p = \sqrt{[cs\psi_1 - ncs\alpha_1 cs(\chi\wedge\psi)]^2 + [cs\psi_2 - ncs\alpha_2 cs(\chi\wedge\psi)]^2 + [cs\psi_3 - ncs\alpha_3}$$
$$\overline{cs(\chi\wedge\psi)]^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 30)$$

Измѣненіе величины гоноэдровъ выражается формулою.

$$Sn(1'2'3') = \frac{r_1 r_2 r_3}{r'_1 r'_2 r'_3} Sn(1\,2\,3). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 31)$$

Для сокращеннаго выраженія измѣненія плоскихъ угловъ, мы представимъ сначала детерминантъ уравненій проэктивности въ слѣдующей формѣ:

$$\Delta = \begin{vmatrix} cs(x_1x_1) + ncs\alpha_1 cs\chi_1 & cs(x_2x_1) + ncs\alpha_2 cs\chi_1 & cs(x_3x_1) + ncs\alpha_3 cs\chi_1 \\ cs(x_1x_2) + ncs\alpha_1 cs\chi_2 & cs(x_2x_2) + ncs\alpha_2 cs\chi_2 & cs(x_3x_2) + ncs\alpha_3 cs\chi_2 \\ cs(x_1x_3) + ncs\alpha_1 cs\chi_3 & cs(x_2x_3) + ncs\alpha_2 cs\chi_3 & cs(x_3x_3) + ncs\alpha_3 cs\chi_3 \end{vmatrix}$$

Пользуясь этимъ выраженіемъ детерминанта, мы можемъ форм. 15) для этого случая написать въ такомъ видѣ:

$$cs(1'2')=\frac{r_1 r_2}{r'_1 r'_2}\sum_{ikl=1}^{3}[cs(x_i\ x_k)+ncs\chi_i\ cs\alpha_k]\,[cs(x_i\ \kappa_l)+ncs\chi_i\ cs\alpha_l]\ cs(1x_k)cs(2x_l)\quad 32)$$

Точно также для выраженія измѣненій двугранныхъ угловъ, мы можемъ воспользоваться форм. 17) и написать по аналогіи:

$$cs(\mathrm{I'II'})=\frac{p_1 p_2}{p'_1 p'_2}\sum_{ikl=1}^{3}[cs(x_i\ x_k)-ncs\chi_k\ cs\alpha_i][cs(x_i\ x_l)-ncs\chi_l\ cs\alpha_i]cs(\mathrm{I}x_k)cs(\mathrm{II}x_l)\quad 33)$$

§ 34. Ясно, что всѣ эти формулы весьма упрощаются, если плоскость сдвига совмѣстимъ съ плоскостью $x_3=0$ и ось сдвига съ осью $x_3=0$, $x_2=0$. Въ этомъ случаѣ:

$$cs\alpha_1=0,\ cs\alpha_2=0,\ cs\alpha_3=0,\ cs\chi_1=1,\ cs\chi_2=0,\ cs\chi_3=0$$

и потому самыя уравненія проэктивности будутъ:

$$\begin{aligned} x'_1&=x_1+nx_3\\ x'_2&=x_2 \qquad\qquad 25a)\\ x'_3&=x_3 \end{aligned}$$

а обратныя имъ

$$\begin{aligned} x_1&=x'_1-nx_3\\ x_2&=x'_2 \qquad\qquad 25a')\\ x_3&=x'_3 \end{aligned}$$

Уравненіе эллипсоида сдвига будетъ

$$(x'_1-nx'_3)^2+x_2^{\ 2}+x_3^{\ 2}=1 \qquad\qquad 27a)$$

Коэффиціентъ растяженія по направленію $(\varphi_1\varphi_2\varphi_3)$ будетъ

$$m=\sqrt{(cs\varphi_1+ncs\varphi_3)^2+cs^2\varphi_2+cs^2\varphi_3}=\sqrt{1+2ncs\varphi_1 cs\varphi_3+n^2cs^2\varphi_3} \qquad 28a)$$

Измѣненіе направленій послѣ сдвига опредѣлится по формулѣ:

$$\frac{cs\varphi'_1}{cs\varphi_1+ncs\varphi_3}=\frac{cs\varphi'_2}{cs\varphi_2}=\frac{cs\varphi'_3}{cs\varphi_3}=\frac{1}{m} \qquad 29a)$$

Коэффиціентъ растяженія по плоскости, нормалью которой служитъ прямая ψ

$$m_p=\sqrt{cs^2\psi_1+cs^2\psi_2+(cs\psi_3-ncs\psi_1)^2}=\sqrt{1-2ncs\psi_1 cs\psi_3+n^2cs^2\psi_3} \qquad 30a)$$

§ 35. Сдвигъ опредѣляется 4-мя данными, а именно: плоскость сдвига—двумя, направленіе сдвига, параллельное этой плоскости—еще однимъ и, наконецъ, величина сдвига. Отсюда слѣдуетъ, что коэффиціенты уравненій сдвига должны быть связаны пятью условными равенствами. Одно изъ нихъ, а именно $\Delta=1$, мы уже вывели. Другія условныя равенства мы можемъ основать на свойствѣ неизмѣнности положенія плоскости сдвига. Пусть эта плоскость $Ax_1+Bx_2+Cx_3=0$.

Для простоты мы можемъ представить это уравненіе въ видѣ Ax_1+

$+Bx_2+x_3=0$. Подставимъ значеніе x_3, выводимое изъ этого уравненія въ уравненія проэктивности, получимъ:

$$x_1=a_{11}x_1+a_{12}x_2+a_{13}(-Ax_1-Bx_2) \text{ или } x_1(1-a_{11}+Aa_{13})-$$
$$-x_2(a_{12}-Ba_{13})=0$$
$$x_2=a_{21}x_1+a_{22}x_2+a_{23}(-Ax_1-Bx_2) \text{ или } x_1(a_{21}-Aa_{23})-$$
$$-x_2(1-a_{22}+Ba_{23})=0$$
$$-Ax_1-Bx_2=a_{31}x_1+a_{32}x_2+a_{33}(-Ax_1-Bx_2) \text{ или } x_1(a_{31}+A-A_{33})+$$
$$+x_2(a_{32}+B-Ba_{33})=0.$$

Но такъ какъ эти три равенства должны имѣть мѣсто при всякихъ значеніяхъ независимыхъ перемѣнныхъ x_1 и x_2, то они сами собою разлагаются на 6 равенствъ, а если изъ этихъ 6 исключимъ величины A и B, то и получимъ 4 искомыя равенства:

1) $1-a_{11}+Aa_{13}=0$ или $A=\frac{a_{11}-1}{a_{13}}$ 2) $a_{21}+Ba_{13}=0$ или $B=\frac{a_{12}}{a_{13}}$

3) $a_{21}-Aa_{23}=0$ или $A=\frac{a_{21}}{a_{23}}$ 4) $1-a_{22}+Ba_{23}=0$ или $B=\frac{a_{22}-1}{a_{23}}$

5) $a_{31}+A(1-a_{33})=0$ или $A=\frac{a_{31}}{a_{33}-1}$ 6) $a_{32}+B(1-a_{33})=0$ или $B=\frac{a_{32}}{a_{33}-1}$

Итакъ, сдвигъ характерезуется слѣдующими 5-ю условными равенствами:

$$\Delta = 1$$
$$\frac{a_{11}-1}{a_{13}}=\frac{a_{21}}{a_{23}}=\frac{a_{31}}{a_{33}-1}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 34)$$
$$\frac{a_{12}}{a_{13}}=\frac{a_{22}-1}{a_{23}}=\frac{a_{32}}{a_{33}-1}$$

5. *Случай растяженія.*

§ 36. Какъ извѣстно [1]), растяженіемъ пространственной системы называется такое ея измѣненіе, при которомъ только одна плоскость, называемая плоскостью растяженія, не измѣняетъ свое первоначальное положеніе, а всѣ другія параллельныя ей плоскости перемѣстятся въ нѣкоторомъ направленіи, называемомъ направленіемъ растяженія, на величины, пропорціональныя ихъ разстояніямъ отъ плоскости растяженія.

Отношеніе разстояній отъ плоскости растяженія послѣ и до растяженія служитъ мѣрою растяженія. Ясно, что если величина эта равна единицѣ, то система не подвергается никакому измѣненію, если величина эта большѣ 1-цы, то происходитъ растяженіе, собственно такъ называемое, или положительное; если величина эта меньше 1-цы, то происходитъ сжатіе, которое мы условно можемъ называть отрицательнымъ растяженіемъ. Величину или коэффиціентъ растяженія мы можемъ представить въ видѣ e^{φ}, гдѣ

[1]) Нач. Уч. о Фиг. § 71.

e—нѣкоторое постоянное число, принятое для всѣхъ растяженій, а μ можетъ служить мѣрою каждаго даннаго растяженія и выражаетъ его знакъ.

Означимъ коэффиціентъ растяженія чрезъ m, углы, составляемые нормалью къ плоскости растяженія съ осями координатъ чрезъ $(\alpha_1\alpha_2\alpha_3)$, направленіемъ растяженія съ тѣми же осями чрезъ $(\chi_1\chi_2\chi_3)$; наконецъ, разстояніе нѣкоторой точки $(\chi_1\chi_2\chi_3)$ отъ плоскости растяженія означимъ чрезъ r. Въ такомъ случаѣ

$$x_1'=x_1+\frac{r(m-1)cs\chi_1}{cs(\alpha\chi)}$$

$$x_2'=x_2+\frac{r(m-1)cs\chi_2}{cs(\alpha\chi)}$$

$$x_3'=x_3+\frac{r(m-1)cs\chi_3}{cs(\alpha\chi)}$$

Но такъ какъ $r=x_1cs\alpha_1+x_2cs\alpha_2+x_3cs\alpha_3$, то, вставивъ это значеніе r, получимъ окончательно

$$\left.\begin{aligned}
x_1'&=x_1\left(1+\frac{(m-1)cs\alpha_1cs\chi_1}{cs(\alpha\chi)}\right)+x_2\frac{(m-1)cs\alpha_2cs\chi_1}{cs(\alpha\chi)}+x_3\frac{(m-1)cs\alpha_3cs\chi_1}{cs(\alpha\chi)}\\
x_2'&=x_1\frac{(m-1)cs\alpha_1cs\chi_2}{cs(\alpha\chi)}+x_2\left(1+\frac{(m-1)cs\alpha_2cs\chi_2}{cs(\alpha\chi)}\right)+x_3\frac{(m-1)cs\alpha_3cs\chi_2}{cs(\alpha\chi)}\\
x_3'&=x_1\frac{(m-1)cs\alpha_1cs\chi_3}{cs(\alpha\chi)}+x_2\frac{(m-1)cs\alpha_2cs\chi_3}{cs(\alpha\chi)}+x_3\left(1+\frac{(m-1)cs\alpha_3cs\chi_3}{cs(\alpha\chi)}\right)
\end{aligned}\right\}\quad 35)$$

Въ этихъ формулахъ $(\alpha\chi)$ означаетъ уголъ между нормалью къ плоскости растяженія (α) и направленіемъ растяженія (χ).

Детерминантъ этихъ уравненій, выражающій коэффиціентъ объемнаго растяженія:

$$\Delta=\begin{vmatrix}
1+\frac{(m-1)\,cs\alpha_1cs\chi_1}{cs\,(\alpha\chi)} & \frac{(m-1)\,cs\alpha_2cs\chi_1}{cs\,(\alpha\chi)} & \frac{(m-1)\,cs\alpha_3cs\chi_1}{cs\,(\alpha\chi)}\\
\frac{(m-1)\,cs\alpha_1cs\chi_2}{cs(\alpha\chi)} & 1+\frac{(m-1)\,cs\alpha_2cs\chi_2}{cs(\alpha\chi)} & \frac{(m-1)\,cs\alpha_3cs\chi_2}{cs(\alpha\chi)}\\
\frac{(m-1)\,cs\alpha_1cs\chi_3}{cs(\alpha\chi)} & \frac{(m-1)\,cs\alpha_2cs\chi_3}{cs(\alpha\chi)} & 1+\frac{(m-1)cs\alpha_3cs\chi_3}{cs(\alpha\chi)}
\end{vmatrix}=m\quad 36)$$

что и легко было предвидѣть по условіямъ вывода уравненій 35).

§ 37. Въ пространствѣ, также какъ и на плоскости, мы можемъ различать разные виды растяженія, смотря потому, какой уголъ образуетъ направленіе растяженія съ нормалью къ плоскости растяженія. Вообще мы будемъ имѣть *косое* растяженіе, но въ частномъ случаѣ, если оба эти направленія совпадаютъ, мы имѣемъ *прямое* растяженіе; если же направленіе растяженія параллельно плоскости растяженія, а это соотвѣтствуетъ сдвигу, форм. 35) теряютъ смыслъ, и слѣдовательно самое опредѣленіе растяженія непримѣнимо къ этому случаю. Эта на видъ рѣзкая граница между растяженіемъ и сдвигомъ есть однако лишь кажущаяся и исчезаетъ, если понятіе растяженія мы замѣнимъ понятіемъ *уклоненія*, подразумѣвая подъ послѣднимъ

то же косое растяженіе лишь иначе измѣряемое, а именно за мѣру или коэфиціентъ уклоненія мы принимаемъ не отношеніе разстоянія точекъ отъ плоскости растяженія послѣ и до растяженія, а отношеніе уклоненія точекъ по направленію растяженія къ разстоянію ихъ отъ плоскости растяженія до измѣненія. Если означимъ коэфиціентъ уклоненія чрезъ M, то получимъ между величинами m и M слѣдующее соотношеніе.

$$M = \frac{m-1}{cs(\alpha\chi)} \text{ или } m = 1 + Mcs(\alpha\chi) \qquad 37)$$

Такъ какъ уклоненіе само по себѣ представляетъ то же косое растяженіе, то значитъ для изученія этого послѣдняго все равно, будемъ ли мы его имѣть въ виду непосредственно или же будемъ представлять его себѣ какъ уклоненіе, тѣмъ болѣе, что, зная коэфиціентъ послѣдняго мы съ помощью соотношенія 37) легко находимъ и самый коэфиціентъ растяженія, и наоборотъ. Изученіе растяженія, какъ уклоненія, имѣетъ однако преимущество общности, такъ какъ съ этой точки зрѣнія какъ прямое растяженіе такъ и сдвигъ являются лишь предѣльными случаями уклоненія, имѣющими вполнѣ опредѣленный смыслъ. Къ тому же упрощаются и самыя формулы проэктивности. Въ самомъ дѣлѣ, уравненія уклоненія будутъ

$$\begin{aligned} x_1' &= x_1 (1 + Mcs\alpha_1 cs\chi_1) + x_2 Mcs\alpha_2 cs\chi_1 + x_3 Mcs\alpha_3 cs\chi_1 \\ x_2' &= x_1 Mcs\alpha_1 cs\chi_2 + x_2 (1 + Mcs\alpha_2 cs\chi_2) + x_3 Mcs\alpha_3 cs\chi_2 \qquad 35a) \\ x_3' &= x_1 Mcs\alpha_1 cs\chi_3 + x_2 Mcs\alpha_2 cs\chi_3 + x_3 (2 + Mcs\alpha_3 cs\chi_3) \end{aligned}$$

что непосредственно вытекаетъ изъ 35) и 37). Детерминантъ этихъ уравненій $\Delta = 1 + Mcs(\alpha\chi) = m$ 36 a)
и съ помощью этой формулы легко опредѣлить не только коэфиціентъ растяженія, но и коэфиціентъ уклоненія, если предварительно опредѣленъ уголъ $(\alpha\chi)$.

Случай $(\alpha\chi) = 0$ составитъ *прямое растяженіе*, которое, слѣдовательно, выражается уравненіями

$$\begin{aligned} x_1' &= x_1 (1 + Mcs^2\alpha_1) + x_2 Mcs\alpha_1 cs\alpha_2 + x_3 Mcs\alpha_1 cs\alpha_3 \\ x_2' &= x_1 Mcs\alpha_1 cs\alpha_2 + x_2 (1 + Mcs\alpha^2_2) + x_3 Mcs\alpha_2 cs\alpha_3 \qquad 38) \\ x_3' &= x_1 Mcs\alpha_1 cs\alpha_3 + x_2 Mcs\alpha_2 cs\alpha_3 + x_3 (1 + Mcs^2\alpha_3) \end{aligned}$$

Случай $(\alpha\chi) = \frac{\pi}{2}$ составитъ *сдвигъ*, который выразится знакомыми уже намъ уравненіями (форм. 25), имѣющими хотя тотъ же видъ, что и форм. 35a), но въ нихъ, по условію, направленіе χ составляетъ съ направленіемъ α прямой уголъ. Въ этомъ случаѣ коэфиціентъ уклоненія становится коэфиціентомъ сдвига, а по 36a) $\Delta = 1$, что и характеризуетъ сдвигъ.

§ 38. Запасшись этими соображеніями, мы легко поймемъ, что и всѣ формулы, относящіяся къ косому растяженію, къ выводу которыхъ мы теперь и переходимъ, примѣнимы и для прямаго растяженія и для сдвига, для чего стоитъ только внести въ нихъ значенія $(\alpha\chi) = 0$ или $(\alpha\chi) = \frac{\pi}{2}$.

Изъ уравненій 35a) легко выводимъ имъ обратныя

$$x_1\,[1+Mcs\,(\alpha\chi)]=x_1'\,(1+Mcs\,(\alpha\chi)-Mcs\,\alpha_1 cs\chi_1)-x'_2\,Mcs\alpha_2\,cs\chi_1-x'_3 Mcs\alpha_3\,cs\chi_1$$
$$x_2\,[1+Mcs\,(\alpha\chi)]=-x_1'\,Mcs\alpha_1 cs\chi_2+x'_2(1+Mcs(\alpha\chi)-Mcs\alpha_2 cs\chi_2)-x'_3 Mcs\alpha_3 cs\chi_2 \quad 35a)$$
$$x_3\,[1+Mcs\,(\alpha\chi)]=-x_1'Mcs\alpha_1 cs\chi_3-x'_3\,Mcs\alpha_2 cs\chi_3+x'_3(1+Mcs\,(\alpha\chi)-Mcs\alpha_3\,cs\chi_3)$$

Уравненіе эллипсоида проэктивности

$$\{x_1'+M\,[cs\,(\alpha\chi)\,x_1'-cs\chi_1\,(x_1'\,cs\alpha_1+x_2'\,cs\alpha_2+x'_3\,cs\alpha_3)]\}^2+$$
$$+\{x'_2+M\,[cs\,(\alpha\chi)\,x'_2-cs\chi_2\,(x_1',cs\alpha_1+x_2'\,cs\alpha_2+x_3'\,cs\alpha_3)]\}^2+$$
$$+\{x_3'+M\,[cs(\alpha\chi)\,x_3'-cs\chi_3\,(x_1'\,cs\alpha_1+x_2'\,cs\alpha_2+x_3'\,cs\alpha_3)]\}^2=[1+Mcs\,(\alpha\chi)]^2 \quad 39)$$

Коэфиціентъ растяженія по направленію $(\alpha_1\alpha_2\alpha_3)$

$$m=\sqrt{(cs\varphi_1+Mcs\,(\alpha\varphi)\,cs\chi_1)^2+(cs\varphi_2+Mcs\,(\alpha\varphi)\,cs\chi_2)^2+(cs\varphi_3+Mcs(\alpha\varphi)cs\chi_3)^2} \quad 40)$$

Измѣненіе направленій послѣ растяженія опредѣляется по формулѣ

$$\frac{cs\,\varphi_1'}{cs\varphi_1+Mcs\,(\alpha\varphi)cs\chi_1}=\frac{cs\,\varphi_2'}{cs\varphi_2+Mcs\,(\alpha\varphi)cs\chi_2}=\frac{cs\,\varphi_3'}{cs\varphi_3+Mcs\,(\alpha\varphi)cs\chi_3} \quad 41)$$

Коэфиціентъ растяженія по плоскости, нормалью къ которой служитъ прямая ω

$$m_P=\sqrt{\{cs\omega\,(1+Mcs\,(\alpha\chi))-Mcs\alpha_1\,cs\,(\omega\chi)\}^2+\{cs\omega_2(1+Mcs(\alpha\chi))-Mcs\alpha_2\,cs(\omega\chi)\}^2}$$
$$+\{cs\omega_3\,(1+Mcs\,(\alpha\chi))-Mcs\alpha_3\,cs\,(\omega\chi)\}^2 \quad 42)$$

Измѣненіе положенія граней опредѣляется по формулѣ:

$$\frac{cs\psi_1'}{cs\psi_1+M[cs(\alpha\chi)cs\psi_1-cs(\psi\chi)cs\alpha_1]}=\frac{cs\psi_2'}{cs\psi_2+M[cs(\alpha\chi)cs\psi_2-cs(\psi\chi)cs\alpha_2]}$$
$$=\frac{cs\chi_3'}{cs\psi_3+M[cs(\alpha\chi)cs\psi_3-cs(\psi\chi)cs\alpha_3]}\;.\;.\;.\;.\;.\;.\quad 43)$$

Измѣненіе величины гоноэдровъ опредѣляется по формулѣ:

$$Sn\;(1'2'3')=[1+Mcs(\alpha\chi)]\;\frac{r_1r_2r_3}{r_1'r_2'r_3'}\;Sn\;(123)\;.\;.\;.\;.\;.\quad 44)$$

Для сокращеннаго выраженія измѣненія плоскихъ угловъ, мы представимъ сначала детерминантъ уравненій проэктивности въ слѣдующей формѣ:

$$\Delta=\begin{vmatrix} cs(x_1x_1)+Mcs\alpha_1cs\chi_1 & cs(x_2x_1)+Mcsx_2cs\chi_1 & cs(x_3x_1)+Mcs\alpha_3cs\chi_1 \\ cs(x_1x_2)+Mcs\alpha_1cs\chi_2 & cs(x_2x_2)+Mcsx_2cs\chi_2 & cs(x_3x_2)+Mcs\alpha_3cs\chi_2 \\ cs(x_1x_3)+Mcs\alpha_1cs\chi_3 & cs(x_2x_3)+Mcsx_2cs\chi_3 & cs(x_3x_3)+Mcs\alpha_3cs\chi_3 \end{vmatrix}$$

Пользуясь этимъ выраженіемъ детерминанта, мы можемъ форм. 15) для этого случая написать въ такомъ видѣ:

$$cs\ (1'2') = \frac{r_1 r_2}{r_1' r_2'} \sum_{ikl=1}^{3} [cs(x_k x_i) + M cs\alpha_k cs\chi_i]\ [cs(x_l \chi_i) + M cs\alpha_l cs\chi_i]$$

$$cs(1x_k) cs(2x_l) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 45)$$

Точно также для выраженія измѣненій двугранныхъ угловъ мы можемъ воспользоваться форм. 17) и написать по аналогіи:

$$cs\ (\mathrm{I'II'}) = \frac{p_1 p_2}{p_1' p_2'} \sum_{ikl=1}^{3} [cs(x_k x_i)(1 + M cs\alpha\chi)(M cs\alpha_k cs\chi_i)]\ [cs(x_l x_i)(1 +$$

$$+ M cs\alpha\chi) - M cs\alpha_l cs\chi_i] cs(\mathrm{I}x_k) cs(\mathrm{II}x_i) \quad . \quad 46)$$

§ 39. Выведенныя формулы упрощаются въ случаѣ *прямаго* растяженія, такъ какъ въ этомъ случаѣ $cs\ (\alpha\chi)=1$; еще большее упрощеніе произойдетъ, если за плоскость растяженія, примемъ плоскость $x_3=o$, а за направленіе растяженія перпендикулярную къ ней прямую $x_1=o$ и $x_2=o$.

Въ этомъ послѣднемъ случаѣ уравненія проэктивности будутъ:

$$x_1'=x_1,\ x_2'=x_2 \text{ и } x_3'=x_3\ (1+M)=m \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 47)$$

Не будемъ останавливаться на выводѣ всѣхъ этихъ упрощенныхъ формулъ, а разсмотримъ одинъ простой частный случай, съ которымъ намъ придется встрѣтиться впослѣдствіи, а именно случай прямаго растяженія, направленіе котораго составляетъ равные углы со всѣми тремя осями координатъ.

Для этого случая $cs\alpha_1=cs\alpha_2=cs\alpha_3=cs\chi_1=cs\chi_2=cs\chi_3=\frac{1}{\sqrt{3}}$.

Уравненія проэктивности принимаютъ видъ:

$$x_1'=x_1+\frac{M}{3}(x_1+x_2+x_3)$$

$$x_2'=x_2+\frac{M}{3}(x_1+x_2+x_3) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 48)$$

$$x_3'=x_3+\frac{M}{3}(x_1+x_2+r_3)$$

и обратно:

$$x_1=x_1'-\frac{M}{3(1+M)}(x_1'+x_2'+x_3')$$

$$x_2=x_2'-\frac{M}{3(1+M)}(x_1'+x_2'+x_3') \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 49)$$

$$x_3=x_2'-\frac{M}{3(1+M)}(x_1'+x_2'+x_3')$$

Для этого случая имѣемъ также $M = m - 1$, а потому плоскости $x_1 = o$ соотвѣтствуетъ плоскость:

$$x_1' - \frac{m-1}{3\,m}(x_1' + x_2' + x_3') = o \quad \text{или} \quad x_1' \frac{2\,m+1}{m-1} - x_2' - x_3' = o$$

Также плоскости $x_2 = o$ соотвѣтствуетъ $-x_1' + x_2' \frac{2m+1}{m-1} - x_3' = o$

Отсюда заключаемъ, что косинусъ угла x_3' между этими плоскостями (вмѣсто первоначальнаго прямаго) будетъ:

$$cs\ x_3' = \frac{-\frac{2m+1}{m-1} - \frac{2m+1}{m-1} + 1}{\left\{\frac{2m+1}{m-1}\right\}^2 + 1 + 1} = -\frac{m^2-1}{2m^2+1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 50)$$

Отсюда обратно $m = \sqrt{\frac{1 - cs x_3'}{2 cs x_3' + 1}}$ . . . . . 51)

Понятно, что въ этомъ случаѣ углы $x_1' = x_2' = x_3'$.

Прямой $x_1 = o$ $x_2 = o$ соотвѣтствуетъ прямая:

$$x_1' \frac{2m+1}{m-1} - x_2' - x_3' = o \text{ и } -x_1' + x_2' \frac{2m+1}{m+1} - x_3' = o \text{ или}$$

$$\frac{x_1'}{m-1} = \frac{x_2'}{m-1} = \frac{x_3'}{m+2}$$

Также прямой $x_2 = o$, $x_3 = o$ соотвѣтствуетъ: $\frac{x_1'}{m+2} = \frac{x_2'}{m-1} = \frac{x_3'}{m-1}$

Отсюда заключаемъ, что косинусъ угла X_2' между этими прямыми (вмѣсто первоначальнаго прямаго) будетъ:

$$cs\ X_2' = \frac{2(m-1)(m+2) + (m-1)^2}{2\,(m-1)^2 + (m+2)^2} = \frac{m^2-1}{m^2+2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 52)$$

и обратно $m = \sqrt{\frac{2 cs X_2' + 1}{1 - cs X_2'}}$ . . . . . 53)

Понятно, что въ этомъ случаѣ углы X_1', X_2' и X_3' равны между собою.

Такимъ образомъ, для этого частнаго случая легко вывести уравненія проэктивности, если извѣстенъ одинъ изъ двугранныхъ угловъ x_1, x_2 или x_3 или же одинъ изъ плоскихъ угловъ X_1', X_2' или X_3'.

§ 40. Косое растяженіе вполнѣ опредѣляется пятью данными, а именно: положеніе плоскости растяженія—двумя, направленіе растяженія — двумя и величина растяженія еще однимъ. Отсюда заключаемъ, что 9 коэфиціентовъ уравненій проэктивности для этого случая должны быть связаны четырьмя условными равенствами, которыя мы можемъ вывести, напр., на основаніи допущенія присутствія плоскости, положенія точекъ которой не измѣняется при измѣненіи самой пространственной системы. Условныя равенства, осно-

ванныя на этомъ допущеніи, уже были выведены для случая сдвига, и потому они имѣютъ мѣсто и здѣсь, а именно:

$$\frac{a_{11}-1}{a_{13}}=\frac{a_{21}}{a_{23}}=\frac{a_{31}}{a_{33}-1}$$
$$\frac{a_{12}}{a_{13}}=\frac{a_{22}-1}{a_{23}}=\frac{a_{32}}{a_{33}-1} \qquad 54)$$

Въ случаѣ прямаго растяженія явится еще одно условное равенство, выражающее перпендикулярность направленія растяженія къ плоскости растяженія и значитъ для опредѣленія прямаго растяженія необходимо всего 3 данныхъ. Отсюда можно сдѣлать заключеніе, что въ общемъ случаѣ всякое кристаллографическое измѣненіе можетъ быть замѣщено тремя прямыми растяженіями.

Нетрудно предвидѣть, по аналогіи со свойствами проэктивности на плоскости, что вообще порядокъ растяженій не безразличенъ, т. е. что если измѣнимъ порядокъ, въ которомъ одно растяженіе слѣдуетъ за другимъ, то придемъ къ различнымъ результатамъ. Однако, можно представить себѣ и такія сочетанія растяженій, порядокъ которыхъ не вліяетъ на результатъ. Какъ мы сейчасъ увидимъ, этимъ свойствомъ обладаетъ слѣдующее сочетаніе растяженій:

Возьмемъ три прямыя (1, 2 и 3), проходящія чрезъ начало, и будемъ принимать одну изъ нихъ за направленіе растяженія, а за плоскость растяженія—плоскость, проходящую чрезъ двѣ другія. Такія три растяженія будемъ называть сопряженными, а самыя прямыя — сопряженными осями растяженія.

Ради краткости условимся обозначать субдетерминанты дополнительные члену $cs(ixk)$ въ детерминантѣ

$$\begin{vmatrix} cs1x_1 & cs1x_2 & cs1x_3 \\ cs2x_1 & cs2x_2 & cs2x_3 \\ cs3x_1 & cs3x_2 & cs3x_3 \end{vmatrix}$$

чрезъ Clk и примемъ послѣдовательно сначала прямую (1), затѣмъ (2) и наконецъ (3) за направленіе растяженія, причемъ плоскостями растяженія въ 1-мъ случаѣ будетъ плоскость (2 3), во второмъ (3 1), въ третьемъ (1 2).

Основываясь на формулѣ 15а) выводимъ, что косинусы угла, образуемаго нормалью къ плоскости (2 3) съ осями координатъ, будутъ

$$\frac{C_{11}}{sn(2\ 3)},\ \frac{C_{12}}{sn(2\ 3)}\ \text{и}\ \frac{C_{13}}{sn(2\ 3)}.$$

Отсюда уравненія проэктивности послѣ перваго растяженія примутъ видъ:

$$x_1' = x_1 + \frac{M_1 cs\,(1x_1)}{sn(2\ 3)}\,(x_1C_{11} + x_2C_{12} + x_3C_{13})$$

$$x_2' = x_2 + \frac{M_1 cs(1x_2)}{sn(23)} (x_1 C_{11} + x_2 C_{12} + x_3 C_{13}) \quad . \; . \; . \; . \; 55)$$

$$x_3' = x_3 + \frac{M_1 cs(1x_3)}{sn(23)} (x_1 C_{11} + x_2 C_{12} + x_3 C_{13})$$

Аналогично этому, послѣ втораго растяженія:

$$x_1'' = x_1' + \frac{M_2 cs(2x_1)}{sn(31)} (x_1' C_{21} + x_2' C_{22} + x_3' C_{23})$$

$$x_2'' = x_2' + \frac{M_2 cs(2x_2)}{sn(31)} (x_1' C_{21} + x_2' C_{22} + x_3' C_{23}) \quad . \; . \; . \; 56)$$

$$x_3'' = x_3' + \frac{M_2 cs(2x_3)}{sn(31)} (x_1' C_{21} + x_2' C_{22} + x_3' C_{23})$$

и наконецъ послѣ третьяго растяженія:

$$x_1''' = x_1'' + \frac{M_3 cs(3x_1)}{sn(12)} (x_1'' C_{31} + x_2'' C_{32} + x_3'' C_{33})$$

$$x_2''' = x_2'' + \frac{M_3 cs(3x_2)}{sn(12)} (x_1'' C_{31} + x_2'' C_{32} + x_3'' C_{33}) \quad . \; . \; . \; 57)$$

$$x_3''' = x_3'' + \frac{M_3 cs(3x_3)}{sn(12)} (x_1'' C_{31} + x_2'' C_{32} + x_3'' C_{33})$$

Подставляя значенія (x_1'' x_2'' x_3'') изъ 56) въ 57) получаемъ:

$$x_1''' = x_1' + \frac{M_2 cs(2x_1)}{sn(31)} (x_1' C_{21} + x'_2 C_{22} + x_3' C_{23})$$
$$+ \frac{M_3 cs(3x_1)}{sn(12)} (x_1' C_{31} + x_2' C_{32} + x_3' C_{33})$$

$$x_2''' = x_2' + \frac{M_2 cs(2x_2)}{sn(31)} (x_1' C_{21} + x_2' C_{22} + x_3' C_{23})$$
$$+ \frac{M_3 cs(3x_2)}{sn(12)} (x_1' C_{31} + x_2' C_{32} + x_3' C_{32}) \quad . \; . \; . \; . \; 58)$$

$$x_3''' = x_3' + \frac{M_2 cs(2x_3)}{sn(31)} (x_1' C_{21} + x_2' C_{22} + x_3' C_{23}) +$$
$$+ \frac{M_3 cs(3x_3)}{sn(12)} (x_1' C_{31} + x_2' C_{32} + x_3' C_{33})$$

Изъ этихъ выраженій усматриваемъ, что уравненія проэктивности не измѣняются, если измѣнимъ порядокъ растяженій, такъ какъ въ этомъ случаѣ придется лишь переставить цифры 2 и 3, а это не измѣняетъ коэфиціентовъ уравненія.

Наконецъ, если въ уравненіе 58) мы внесемъ значенія (x_1' x_2' x_3') изъ 55), то получаемъ:

$$x_1''' = x_1 + \frac{M_1 cs(1x_1)}{sn(23)} (x_1 C_{11} + x_2 C_{12} + x_3 C_{13}) + \frac{M_2 cs(2x_1)}{sn(31)} (x_1 C_{21} + x_2 C_{22} + x_3 C_{23}) +$$
$$+ \frac{M_3 cs(3x_1)}{sn(12)} (x_1 C_{13} + x_2 C_{22} + x_3 C_{33})$$

$$x_2''' = x_2 + \frac{M_1 cs(1x_2)}{sn(23)}(x_1C_{11} + x_2C_{12} + x_3C_{13}) + \frac{M_2 cs(2x_2)}{sn(31)}(x_1C_{21} + x_2C_{22} + x_3C_{23}) +$$

$$+ \frac{M_3 cs(3x_2)}{sn(12)}(x_1C_{31} + x_2C_{32} + x_3C_{33}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 59)$$

$$x_3''' = x_3 + \frac{M_1 cs(1x_3)}{sn(23)}(x_1C_{11} + x_2C_{12} + x_3C_{13}) \frac{M_2 cs(2x_3)}{sn(31)}(x_1C_{21} + x_2C_{22} + x_3C_{23}) +$$

$$+ \frac{M_3 cs(3x_2)}{sn(12)}(x_1C_{31} + x_2C_{32} + x_3C_{33})$$

Симметричныя свойства этихъ уравненій по отношенію къ прямымъ (1, 2, 3) и вытекающая отсюда сопряженность взятыхъ трехъ растяженій достаточно очевидны.

Три сопряженныхъ косыхъ растяженія опредѣляются 9-ю данными и значитъ между коэффиціентами уравненій проэктивности, выражающихъ эти растяженія, не остается никакихъ связующихъ ихъ условныхъ равенствъ. Другими словами, *на всякое кристаллографическое измѣненіе вообще мы можемъ смотрѣть какъ на совокупность нѣкоторыхъ трехъ сопряженныхъ косыхъ растяженій.*

Однако, если принять во вниманіе, что въ уравненіе проэктивности входятъ величины, опредѣляющія положеніе координатъ, и что измѣняя послѣднія въ одной изъ системъ, мы этимъ самымъ измѣняемъ и три оси сопряженныхъ растяженій, выражающихъ кристаллографическую проэктивность, мы можемъ сказать, что подчеркнутый выводъ не представляетъ сущности явленія; онъ выражаетъ лишь, что, какому бы кристаллографическому измѣненію ни подвергали систему, мы всегда получимъ совпаденіе трехъ прямыхъ въ обѣихъ системахъ, а измѣняя положеніе одной системы по отношенію къ другой, мы чрезъ это самое и измѣняемъ три совпадающія прямыя. Мы всегда можемъ и такъ расположить двѣ системы, чтобы совпадающія прямыя были взаимно перпендикулярны: для этого достаточно привести къ совпаденію оси эллипсоида проэктивности съ соотвѣтствующими имъ прямыми первоначальной системы, а что это всегда возможно, вытекаетъ изъ слѣдующаго разсужденія. Три оси эллипсоида расположены по тремъ сопряженнымъ направленіямъ, т. е. параллельны тремъ сопряженнымъ діаметрамъ, а по выведенному раньше три сопряженныя направленія являются какъ результатъ измѣненія трехъ взаимно перпендикулярныхъ направленій въ первоначальной системѣ, и значитъ положеніе осей эллипсоида проэктивности всегда можно привести къ совмѣщенію съ соотвѣтствующими имъ прямыми первоначальной системы. Поэтому, выраженіе общей кристаллографической проэктивности какъ растяженія по тремъ взаимноперпендикулярнымъ прямымъ есть лишь частный случай общаго выраженія этой проэктивности, какъ растяженія по нѣкоторымъ тремъ сопряженнымъ осямъ вообще, и значитъ,

еслибы системы въ дѣйствительности были растянуты по нѣкоторымъ тремъ прямымъ, какъ осямъ растяженія, то результатъ получился бы тотъ же, какъ если бы произвели растяженіе на опредѣленныя величины по нѣкоторымъ тремъ опредѣленнымъ взаимноперпендикулярнымъ прямымъ, какъ осямъ растяженія; вообще одно и то-же кристаллографическое измѣненіе можетъ быть произведено безконечнымъ числомъ способовъ растяженія по нѣкоторымъ системамъ трехъ прямыхъ, какъ осей растяженія.

ГОРНОЕ ХОЗЯЙСТВО, СТАТИСТИКА И ИСТОРІЯ.

ГОРНОЗАВОДСКІЙ ПРОМЫСЕЛЪ КАВКАЗА ВЪ 1885 Г. [1])

Всѣ существующіе, въ настоящее время, на Кавказѣ, вообще говоря, горные заводы, за исключеніемъ, неподлежащаго вѣдѣнію Управленія Горною частью Алагирскаго завода, суть частные, сосредоточиваются исключительно въ Закавказьи и распадаются, по своей спеціальности, на мѣдиплавильные и желѣзодѣлательные.

Мѣдиплавильные заводы. Мѣдиплавильныхъ заводовъ 10; изъ нихъ находятся въ дѣйствіи 8, именно: 1) Кедабекскій, 2) Калакентскій, 3) Алвердскій, 4) Шамблугскій, 5) Угурчайскій (бывшій Кавартскій), 6) Гализурскій, 7) Катарскій и 8) Лазаревскій. Изъ этого числа только два завода,—Гализурскій и Лазаревскій,—суть владѣльческіе; всѣ-же остальные—поссессіонные.

Кедабекскій и *Калакентскій заводы* принадлежатъ прусскимъ подданнымъ, братьямъ *Сименсамъ*, и находятся въ Елисаветпольской губерніи и уѣздѣ, первый въ 40, а второй въ 50 верстахъ на югозападъ отъ г. Елисаветполя. Заводамъ этимъ отведены отъ казны, на поссессіонномъ правѣ, три смежныя рудничныя площади, въ одну квадратную версту каждая, 50 десят. земли подъ устройство завода и 19,403 десят. 2285 кв. саж. лѣса. Дѣйствіе ихъ основано на рудахъ, доставляемыхъ однимъ общимъ рудникомъ —*Кедабекскимъ*. Оба завода соединены между собою и съ рудникомъ, а отчасти также и съ отведенными имъ лѣсами, узкоколейною, паровою желѣзною дорогой, длиною въ 29 верстъ 80 саж.

Кедабекскій рудникъ, съ перваго взгляда, производитъ впечатлѣніе разработки, въ основаніе которой не положено опредѣленной системы, и если кажется, что выработки проводятя въ безпорядкѣ, то это обусловливается самой формой и общимъ характеромъ мѣсторожденій, рудникомъ этимъ эксплоатируемыхъ. Послѣднія представляютъ собою четыре, находящіеся на различной отъ дневной поверхности глубинѣ, штока, которые даютъ отъ

---

[1]) Настоящій очеркъ представляетъ извлеченіе изъ отчета Г-ну Министру Государственныхъ Имуществъ о дѣятельности Управленія Горною частью на Кавказѣ въ 1885 году. Управляющаго этою частью, Горн. Инж. В. И. Меллера.

себя часто жилообразные отпрыски въ окружающую породу и, кромѣ того, пересѣкаются, по различнымъ направленіямъ, весьма широкими и заполненными глинистою массою трещинами. Тѣмъ не менѣе, при разработкѣ этихъ штоковъ, и въ особенности одного изъ главныхъ двухъ (Карлъ-штока), принята такъ называемая „этажная система". Одновременно съ очистною выемкою, въ рудникѣ ведутся и необходимыя поисковыя работы. Въ концѣ 1885 года, въ четырехъ вышеупомянутыхъ штокахъ, было опредѣлено 25 милл. пудовъ руды, причемъ на поверхности, какъ при рудникѣ, такъ и при заводѣ, числилось добытыхъ рудъ 7,300,000 пуд., а весь имѣвшійся запасъ руды составлялъ 32,300,000 пудовъ.

Кедабекскія руды раздѣляются ручною разборкою на нѣсколько сортовъ, которые и подвергаются, затѣмъ, извѣстнымъ заводскимъ операціямъ. Штуфныя руды, съ содержаніемъ не ниже 3%, идутъ въ плавку, въ шахтныхъ печахъ, на купферштейнъ. Послѣдній сначала обжигался, исключительно въ кучахъ; но, съ 1883 года, операція эта совершается, главнымъ образомъ, въ особыхъ обжигательныхъ печахъ—*кильнахъ*. Обожженный купферштейнъ плавится затѣмъ, тоже въ шахтныхъ печахъ, на черную мѣдь, а послѣдняя перечищается, въ шплейзофенѣ, на штыковую мѣдь. Шихта составляется съ среднимъ содержаніемъ мѣди отъ 5,5 % до 7%. Бѣдныя штуфныя и шлиховыя руды обработываются мокрымъ путемъ, для полученія цементной мѣди, подвергаясь, предварительно, обжиганію, отчасти въ кучахъ, но, преимущественно, въ печахъ Герстенгёфера; осажденіе цементной мѣди имѣетъ мѣсто, частью, въ каменныхъ бассейнахъ, частью-же въ деревянныхъ ларяхъ. Независимо отъ завода, полученіе цементной мѣди устроено также при Кедабекскомъ рудникѣ, гдѣ пользуются для этого купоросными водами, выбѣгающими изъ рудника, и которыя направляются, затѣмъ, на отвалы бѣдныхъ и необожженныхъ рудъ.

Заводы гг. *Сименсовъ*, дѣйствуя на древесномъ топливѣ, сбереженіе котораго является для нихъ однимъ изъ наиболѣе важныхъ вопросовъ, нашлись вынужденными, при нѣкоторыхъ своихъ операціяхъ, примѣнить минеральное горючее, именно нефтяные остатки. Въ связи съ этимъ находится и полученное гг. *Сименсами*, въ концѣ 1885 года, отъ Управленія Горною частью разрѣшеніе на устройство, при Калакентскомъ заводѣ, особой фабрики, для полученія, ежегодно, помощью электролиза, отъ 7 до 12 тыс. пудовъ химически-чистой мѣди.

На Кедабекскомъ и Калакентскомъ заводахъ, въ послѣдніе два года, было выплавлено:

На первомъ:

Въ 1884 году.	44,834	пуд	37	фун.
„ 1885 „	45,031	„	20	„

На второмъ:

Въ 1884 году	35,455 пуд.	23 фун.
„ 1885 „	28,786 „	5 „

Но слѣдуетъ замѣтить, что, въ сущности, за этотъ періодъ времени, заводы гг. *Сименсовъ* значительно уклонились отъ первоначально назначенныхъ, для выплавки на нихъ металла, нормъ, разсчитанныхъ по количеству отведенныхъ этимъ заводамъ лѣсовъ, въ размѣрѣ, именно, 40 тыс. пуд. для Кедабекскаго и 20 тыс. пудовъ для Калакентскаго завода. На обстоятельство это было обращено должное вниманіе и приняты мѣры къ тому, чтобы заводы не уклонялись впредь отъ назначенныхъ имъ нормъ и соразмѣряли свою плавку, собственно на древесномъ горючемъ, съ состояніемъ отведенныхъ для дѣйствія ихъ лѣсовъ. За излишне-же выплавленное въ теченіи вышеупомянутаго срока количество мѣди (24,241 пуд. 28 фун.) на означенные заводы наложено взысканіе горной подати, съ пенею, въ количествѣ 18,877 руб. 43 коп. [1])

Что-же касается до прочихъ мѣдиплавильныхъ заводовъ Закавказскаго края, то, за послѣдніе годы, развитіе ихъ производительности нисколько не подвинулось впередъ и замѣчается мало наклонности къ введенію сколько нибудь серьезныхъ улучшеній въ установившемся на нихъ способѣ выплавки металла. Способъ этотъ, весьма несовершенный, такъ называемый *азіатскій*, отличается отъ принятаго на европейскихъ заводахъ тѣмъ, что плавка рудъ ведется въ низкихъ шахтныхъ печахъ прямо на черную мѣдь, безъ промежуточныхъ операцій; онъ возможенъ только при одномъ условіи— проплавкѣ исключительно богатыхъ рудъ и полномъ пренебреженіи рудами съ незначительнымъ содержаніемъ металла. Это послѣднее обстоятельство влечетъ за собою и совершенно неправильную, хищническую разработку рудныхъ мѣсторожденій, положить предѣлъ которой будутъ въ состояніи развѣ только примѣненныя нынѣ къ Кавказу и дѣйствующія въ Европейской Россіи правила о порядкѣ производства подземныхъ работъ. Впрочемъ, на Алвердскомъ, Угурчайскомъ и Гализурскомъ заводахъ, азіатскій способъ выплавки нѣсколько видоизмѣненъ на европейскій ладъ въ томъ отношеніи, что перечистка черной мѣди происходитъ въ шплейзофенахъ.

На мелкихъ Закавказскихъ заводахъ, въ 1885 г., было выплавлено мѣди:

---

[1]) Именно на Калакентскій заводъ, который пользуется, съ 28 іюня 1883 года, пятилѣтнею льготою по платежу горной подати, но только на опредѣленное нормою количество металла; по Кедабекскому-же заводу подать вносилась сполна.

Тифлиск. губерніи.	На Алвердскомъ	3,093	пуд.	20 фун.
	„ Шамблугскомъ.	178	„	20 „
Елисавет. губерн. Зангезурск. уѣзда.	„ Угурчайскомъ (бывш. Кавартскій).	1,751	„	27 „
	„ Гализурскомъ.	1,800	„	— „
	„ Катарскомъ.	405	„	— „
	„ Лазаревскомъ.	574	„	— „
	Итого . . .	7,802	пуд.	27 фун.

Слѣдуетъ замѣтить, что изъ числа этихъ заводовъ Алвердскій и Шамблугскій находятся во владѣніи, на поссессіонномъ правѣ, двухъ отдѣльныхъ товариществъ, которыя дѣйствуютъ на основаніи особыхъ уставовъ, преподанныхъ бывшимъ намѣстникомъ Кавказскимъ, Угурчайскій-же заводъ дѣйствуетъ въ размѣрахъ, значительно меньшихъ, сравнительно съ назначенною для него нормою выплавки (4 тыс. пуд.), вслѣдствіе не удовлетворенія, въ свое время, ходатайства владѣльцевъ означеннаго завода объ отводѣ къ нему необходимаго количества лѣса (800 десят.). Въ настоящее время уже приняты мѣры къ скорѣйшему удовлетворенію этого ходатайства.

Затѣмъ, изъ вышеизложеннаго слѣдуетъ, что на всѣхъ заводахъ Закавказскаго края, въ 1885 г., было выплавлено мѣди 81,620 пуд. 12 фунт.

Здѣсь неизлишне замѣтить, что относительно новыхъ, по мѣдному производству, предпріятій, Управленіемъ, въ тотъ-же году, были даны разрѣшенія: Титулярному Совѣтнику *Беглярову* и горнозаводчикамъ *Кундуровымъ* на разработку мѣдныхъ рудъ изъ рудника, отведеннаго имъ близъ с. Катаръ, Елисаветпольской губерніи и на проплавку этихъ рудъ на Угурчайскомъ, заводѣ, и Шушинскому жителю *Муса-беку Меликъ-Каракозову*, съ товарищами, на разработку мѣдныхъ рудъ изъ рудника, отведеннаго имъ близъ того-же селенія Катаръ, и на проплавку этихъ рудъ на Катарскомъ заводѣ.

Кромѣ того, необходимо упомянуть еще, что, въ декабрѣ мѣсяцѣ отчетнаго года, Управленіемъ было дано разрѣшеніе владѣльцамъ Делижанскаго мѣдиплавильнаго завода на возстановленіе его дѣйствія, прекратившагося въ 1881 году, за недостаткомъ у владѣльцевъ средствъ.

Желѣзодѣлательные заводы. Желѣзодѣлательныхъ и въ то-же время чугуноплавильныхъ заводовъ—одинъ *Чатахскій*, въ Больнисскомъ ущельи, Тифлисской губерній и уѣзда, въ 70верст. на югозападъ отъ Тифлиса. Заводъ этотъ, основанный въ 1863 году, при значительныхъ пособіяхъ отъ казны, вынужденъ былъ, подъ бременемъ казенныхъ и частныхъ долговъ, прекратить свое дѣйствіе еще въ 1875 году.

При разсмотрѣніи въ бывшемъ Главномъ Управленіи Намѣстника Кавказскаго вопроса о дальнѣйшей участи Чатахскаго завода и о томъ, какъ

поступить съ этимъ заводомъ, въ видахъ возможно-большаго согласованія интересовъ казны и причастныхъ къ дѣлу лицъ, бывшему Намѣстнику Кавказскому благоугодно было испросить, въ 1881 году, Высочайшее разрѣшеніе на передачу Чатахскаго завода въ поссессіонное владѣніе одному изъ главныхъ кредиторовъ завода, дворянину *Шабурову*, подъ условіемъ открытія дѣйствія завода, для выплавки чугуна, въ 3-хъ-лѣтній срокъ и окончанія въ теченіи слѣдующихъ двухъ лѣтъ необходимыхъ сооруженій для выдѣлки не менѣе 100 т. пуд. желѣза въ годъ, съ тѣмъ, чтобы *Шабуровъ*, предварительно вступленія во владѣніе заводомъ, удовлетворилъ всѣхъ кредиторовъ онаго на сумму 360,000 руб., а казна сложила-бы со счетовъ всѣ, числящіеся на заводѣ и на владѣльцахъ его казенные долги, престиравшіеся до 246,000 рублей.

Дворянинъ *Шабуровъ* принятыя имъ на себя предварительныя обязательства, относительно удовлетворенія частныхъ кредиторовъ, выполнилъ въ назначенный ему мѣстнымъ горнымъ начальствомъ срокъ и, затѣмъ, окончательное заключеніе съ нимъ договора послѣдовало въ концѣ 1884 г.; но, тѣмъ не менѣе, въ теченіи всего 1885 года Чатахскій заводъ не дѣйствовалъ.

Слѣдуетъ замѣтить еще, что, въ началѣ 1885 г., гражданскому инженеру *Яновскому* Управленіемъ Горною частью было дано, согласно его просьбѣ, разрѣшеніе на устройство близь сел. Аджамети, Кутаисской губерніи и уѣзда, на землѣ, принадлежащей г. *Ананову*, чугуно-плавильнаго и желѣзодѣлательнаго завода. Но къ постройкѣ этого завода г. *Яновскій* пока еще не приступалъ. По первоначальнымъ-же предположеніямъ, заводъ долженъ былъ дѣйствовать на тквибульскомъ каменномъ углѣ и на желѣзныхъ рудахъ, встрѣчающихся въ Шаропанскомъ и Рачинскомъ уѣздахъ, Кутаисской губерніи.

Золотой промыселъ. Мѣсторожденія розсыпнаго золота извѣстны на Кавказѣ, и именно въ Закавказскомъ краѣ, съ давняго времени. Такъ, напримѣръ, присутствіе золота опредѣлено во всѣхъ рѣчкахъ, берущихъ свое начало съ горъ, окружающихъ озеро Гокча, въ Эриванской губерніи, и по нѣкоторымъ рѣчкамъ Елисаветпольской, Тифлисской и Кутаисской губерній; но собственно разработка золота, въ 1885 году, нигдѣ въ краѣ не производилась, хотя Горнымъ Департаментомъ и было выдано, въ томъ году, свидѣтельство на поиски этого металла на Кавказѣ и за Кавказомъ инженеру путей сообщенія *Пассеку* [1]).

Кобальтовое производство. Вслѣдствіе открытія новыхъ проявленій кобальтовыхъ рудъ въ Дашкесанскомъ рудникѣ, добыча ихъ была возобновле-

---

[1]) Дозволительныя свидѣтельства на поиски золота въ краѣ выдавались и ранѣе, но къ установленію промысла до сихъ поръ не привели.

на гг. *Сименсами* въ 1884 году. Въ томъ году ими было добыто 327 пуд. 33 фун., а въ слѣдующемъ, 1885 году,—613 пуд., всего-же 940 пуд. 33 фунта. Изъ этого количества рудъ выплавлено, на Кедабекскомъ заводѣ, въ 1885 г.,—398 пуд. 4 фунта кобальтовой шпейзы.

Разработка марганцовыхъ мѣсторожденій. Залежи марганцовыхъ рудъ извѣстны во многихъ мѣстностяхъ Закавказскаго края; такъ, напримѣръ: 1) въ Кутаисской губерніи: въ Арданучскомъ участкѣ, Артвинскаго округа, близъ сел. Гюмюшхана; въ Кутаисскомъ уѣздѣ, близъ желѣзнодорожныхъ станцій Самтреди и Аджамети и при сел. Пирсати, Багдади и Набареви; въ Сенакскомъ уѣздѣ, близъ сел. Ново-Сенаки; въ Шаропанскомъ уѣздѣ, въ окрестностяхъ Чіатури и другихъ селеній; 2-е) въ Тифлисской губерніи: въ Горійскомъ уѣздѣ, въ 12 верст. отъ желѣзнодорожной станціи Гоми; въ Тифлисскомъ уѣздѣ, при сел. Чхипта, Бобви и Сагиращени; 3-е) въ Елисаветпольской губерніи, въ Казахскомъ уѣздѣ, близъ селенія Хача-Су, и 4-е) въ Бакинской губерніи и уѣздѣ, по р. Сумгаитъ. Но наибольшее развитіе разработка ихъ получила въ Шаропанскомъ уѣздѣ.

Площадь, на которой въ Шаропанскомъ уѣздѣ проявляются наиболѣе богатыя залежи марганцовыхъ рудъ, составляя около 126 квадр. верстъ, ограничивается съ С.—линіею, проходящей чрезъ селенія Цирквали, Зоди и Сачхери; съ Ю.—линіею, идущею чрезъ сел. Свери и Нагорети; съ З—линіею, протягивающеюся чрезъ селенія Ргани и Свери, и съ В.—проходящею чрезъ селенія Сачхери и Джалаурта. Она раздѣляется на двѣ, почти равныя половины теченіемъ рѣки Квирилы, имѣющей здѣсь направленіе отъ СВ. на ЮЗ. Въ предѣлахъ этой площади, рудная залежь, съ прикрывающими ее кремнистымъ известнякомъ и песчаниками эоценоваго возраста, почти сохранила свое первоначальное, т. е. горизонтальное положеніе и покоится на осадкахъ верхняго мѣла. Она состоитъ изъ нѣсколькихъ слоевъ руды, перемежающихся часто съ песчаною глиною и рыхлымъ пескомъ. Толщина ея простирается отъ 5 до 8 футовъ.

Въ орографическомъ отношеніи, вся рудоносная площадь представляетъ собою обширную нагорную равнину, въ которую глубоко врѣзались трещины и ущелья съ руслами рѣкъ и ручьевъ, именно Квирилы и ея притоковъ. По сторонамъ этихъ руселъ, мѣловые слои образуютъ почти отвѣсныя стѣны, нѣсколько отступя отъ верхняго края которыхъ располагаются террасы, сложенныя изъ эоценовыхъ слоевъ, имѣющихъ рудную залежь въ своемъ основаніи. Вслѣдствіе такого строенія, мѣстность изобилуетъ обнаженіями марганцовыхъ рудъ, а самая разработка этихъ рудъ въ значительной степени облегчается вышеупомянутымъ положеніемъ слоевъ.

Усиленная, заграницей, потребность въ марганцовыхъ рудахъ заставила обратить вниманіе на залежи ихъ и на Кавказѣ. Здѣсь къ добычѣ этихъ рудъ было приступлено въ 1879 году. Сначала за дѣло принялись лица, обладавшія достаточными денежными средствами и имѣвшія намѣреніе вес-

ти его на правильныхъ основаніяхъ. Но какъ помимо пунктовъ, первоначально занятыхъ этими лицами на вышеозначенной площади, нашлись на ней выходы марганцовыхъ рудъ и во многихъ другихъ мѣстахъ, и какъ, кромѣ того, почти всѣ земли, на той-же площади, составляютъ частную собственность помѣщиковъ и крестьянъ, владѣющихъ этими землями въ большой чрезполосности, участками разной величины и часто цѣлыми родами нераздѣльно, и какъ, наконецъ, стремленіе къ обогащенію обуяло всѣми этими владѣльцами, то, конечно, первоначальные предприниматели, въ скоромъ времени, встрѣтили сильную конкуренцію со стороны мелкихъ землевладѣльцевъ; къ тому-же, одновременно съ этимъ, стали понижаться и цѣны на марганцовую руду. Не видя, вслѣдствіе этихъ обстоятельствъ, выгодъ отъ марганцоваго дѣла, крупные предприниматели понемногу прекратили свои дѣйствія и, въ настоящее время, добыча марганцовыхъ рудъ сосредоточивается въ рукахъ преимущественно мелкихъ рудопромышленниковъ.

Въ подраженіе тому, какъ марганцовыя залежи разработывались прежде крупными предпринимателями, и мелкіе промышленники приступали къ добычѣ рудъ посредствомъ штоленъ; но, не умѣя проводить затѣмъ какія-либо другія подземныя выработки, они, вмѣсто того, рядомъ съ первою штольною закладывали обыкновенно вторую, такую-же, затѣмъ третью и т. д. Штольны эти имѣли размѣры весьма различные и крѣпились крайне неудовлетворительно; вообще, способы добычи руды, равно какъ расположеніе выработокъ были въ высшей степени нераціональны. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ эта нераціональность веденія подземныхъ работъ еще находила себѣ оправданіе въ чрезмѣрно малой площади владѣнія; но въ большинствѣ случаевъ, она зависѣла отъ совершеннаго непониманія горнаго дѣла мѣстными промышленниками, которые принадлежали, по преимуществу, къ числу людей, неполучившихъ никакого образованія.

О размѣрахъ, которые принялъ марганцовый промыселъ, можно судить по слѣдующимъ даннымъ:

Добыто рудъ:

Въ 1884 году	1,263,000 пуд. [1])
„ 1885 „	3, 640,800 „

Изъ этого послѣдняго количества перевезено, въ отчетномъ году, по Закавказской желѣзной дорогѣ, въ Поти и Батумъ	2,756,415 пуд.

[1]) Въ прежнихъ свѣдѣніяхъ Управленія показывалось 1,023,000 пуд., но приводимая нынѣ цифра ближе къ дѣйствительной.

За границу отправлено:

Изъ Поти	1,407,059½ „
„ Батума	1,159,522 „
Осталось въ означенныхъ пунктахъ.	189,833½ „

Безпорядочное состояніе, въ которомъ продолжительное время находился шаропанскій марганцовый промыселъ, заставило обратить на него особенное вниманіе, и съ этою цѣлью въ прошедшемъ году были проектированы слѣдующія мѣры:

1) Перенесеніе постояннаго мѣстопребыванія инженера, завѣдывающаго горными заводами, рудниками и промыслами въ Тифлисской и Кутаисской губерніяхъ, изъ Тифлиса въ Кутаисъ, т. е. въ ближайшій городъ къ разработкамъ не только марганцовыхъ рудъ въ Шаропанскомъ уѣздѣ, но и каменнаго угля въ Кутаисскомъ, такъ какъ въ уѣздахъ этихъ горный промыселъ начинаетъ принимать уже значительные размѣры, находясь, въ то-же время, въ такомъ состояніи, что требуетъ особыхъ попеченій и постояннаго, усиленнаго надзора со стороны лица, въ завѣдываніи котораго онъ состоитъ. [1])

2) Скорѣйшее учрежденіе въ краѣ должностей окружныхъ инженеровъ и маркшейдеровъ.

3) Установленіе хотя нѣкотораго попуднаго сбора съ добываемой марганцовой руды, для нижеслѣдующихъ надобностей:

а) На содержаніе по крайней мѣрѣ двухъ опытныхъ штейгеровъ (по одному на каждую половину площади, занятой залежами помянутой руды), назначенныхъ въ помощь горному инженеру, завѣдывающему марганцовымъ промысломъ, для преподанія мѣстнымъ рудопромышленникамъ способовъ болѣе правильнаго крѣпленія выработокъ, провѣтриванія ихъ и т. п., равно какъ для ближайшаго надзора по исполненію рудопромышленниками распоряженій завѣдывающаго промысломъ горнаго инженера;

б) На содержаніе особаго полицейскаго надзора, для наблюденія за сохраненіемъ на марганцовыхъ разработкахъ порядка и безопасности, а также для оказанія, въ случаѣ надобности, чинамъ горнаго надзора содѣйствія по исполненію ихъ законныхъ требованій;

и в) на улучшеніе путей сообщенія между разработками марганцовыхъ рудъ и станціей Квирилы, Закавказской желѣзной дороги.

Разработка серебро-свинцовыхъ мѣсторожденій. Хотя мѣсторожденія серебро-свинцовыхъ рудъ и извѣстны во многихъ мѣстахъ на Кавказѣ, тѣмъ не менѣе, за исключеніемъ приписаннаго къ Алагирскому заводу Садон-

---

[1]) Мѣру эту хотя и рѣшено было привесть немедленно въ исполненіе, но къ тому встрѣтилось препятствіе въ размѣрахъ района, состоящаго нынѣ въ завѣдываніи мѣстнаго инженера; какъ только размѣры эти будутъ измѣнены, согласно существующему предположенію, мѣстопребываніе означеннаго инженера будетъ перенесено въ гор. Кутаисъ.

скаго рудника, разработывалось, въ послѣднее время, только одно мѣсторожденіе, именно близъ селенія Холстъ по р. р. Холстъ, и Ардону, въ 3 участкѣ Владикавказскаго округа, Терской области. Мѣсторожденіе это находится на землѣ спорной между семьей *Бекучаровыхъ* и обществомъ селенія Холстъ и эксплоатируется турецкимъ подданнымъ, грекомъ *Ходжи-Киріязовымъ*, по условію съ жителями селенія Холстъ, безплатно, но съ обязательствомъ брать потребное число рабочихъ какъ для добычи и сортировки, такъ и для перевозки руды на Алагирскій заводъ, исключительно изъ жителей селенія Холстъ, за опредѣленную плату. Работы на немъ ведутся непостоянно и притомъ лишь съ поверхности, по выходамъ рудной жилы. Руда содержитъ, въ пудѣ, отъ 15 до 20 фунт. свинца и отъ 2 до 3 зол. серебра.

Въ 1884 году добыто руды. . . . . 2,241 пуд.
„ 1885 „ „ „ „ . . . . . 860 „

Добыча цинковыхъ рудъ. Кромѣ Садонскаго серебро-свинцоваго рудника, Алагирскаго завода, цинковыя руды, главнымъ обарзомъ въ видѣ цинковой обманки, извѣстны также во многихъ мѣстностяхъ Закавказья. Такъ цинковая обманка, является почти постояннымъ спутникомъ мѣдныхъ рудъ въ уѣздахъ Зангезурскомъ и Джеванширскомъ, Елисаветпольской губерніи,— Телавскомъ, Тифлисской губерніи, и въ Артвинскомъ округѣ, Кутаисской губерніи. Добываются-же цинковыя руды только въ послѣдней мѣстности, именно близъ селенія Хотъ. Около этого селенія одно мѣсторожденіе цинковыхъ и мѣдныхъ рудъ было отведено, еще въ 1881 году, турецко-оддапному греку *Георгію Цафракиди*, но къ разработкѣ его приступлено лишь въ 1885 г., когда и было добыто 4,200 пуд. цинковой обманки. Изъ этого количества 1,600 пуд. вывезено, чрезъ Батумъ, заграницу, именно во Францію, съ уплатою таможенныхъ пошлинъ по $2^1/_2$ коп. съ пуда золотомъ. Въ 1886 году размѣръ добычи и вывоза цинковыхъ рудъ предполагалось значительно увеличить.

Эксплоатація сѣрныхъ мѣсторожденій. Добыча сѣры сосредоточивалась исключительно на *Чиркатскомъ рудникѣ*. Рудникъ этотъ находится въ Дагестанской области (Гумбетовскомъ наибствѣ, Андійскаго округа) въ 55 верстахъ на З. отъ г. Темиръ-Ханъ-Шуры, и заложенъ въ горѣ, извѣстной подъ именемъ „Кхіутъ“. Въ крутомъ, южномъ склонѣ этой горы имѣлось обнаженіе самородной сѣры, которое и послужило поводомъ къ заложенію, въ шестидесятыхъ еще годахъ, нѣсколькихъ штоленъ для предварительной развѣдки мѣсторожденія. Развѣдка эта показала, что гнѣздообразная залежь сѣры имѣетъ паденіе около 12° на СВ; что средняя толщина залежи составляетъ около 7 фут.; что кровлю сѣрной залежи образуетъ твердый доломитъ, а почву—гипсъ; что самая залежь состоитъ изъ кристаллической сѣры, связанной кристаллическимъ-же гипсомъ и иловатою глиною, и что, наконецъ, между самою залежью и доломитовой ея кровлею имѣется слой глины, отъ 2 до 6 вершковъ.

Разработка происходила сначала камерами, совершенно неправильной формы, причемъ, для поддержанія кровли, оставлялись болѣе или менѣе значительные, но неправильнаго вида, столбы сѣрной руды. Только съ 1882 года была введена бо́льшая правильность въ расположеніи выработокъ, причемъ заложенными по паденію старались пересѣкать идущія по простиранію подъ болѣе или менѣе прямымъ угломъ.

Въ началѣ 1883 года было замѣчено, что рудная залежь стала утоняться и мѣстами даже выклиниваться. Поэтому, французская компанія («Лесканъ Перду, сынъ и К°"), которой поссессоръ рудника, князь *Эристовъ*, передалъ свое право разработки, обратила особенное вниманіе на усиленіе развѣдочныхъ работъ. Работы эти продолжаются и понынѣ.

Въ 1885 г., на Чиркатскомъ рудникѣ,		
добыто сѣрной руды.	470,000	пуд.
Получено, на немъ-же, чистой сѣры [1]).	73,000	„
Изъ этого количества продано на Бакинскіе заводы сѣрной кислоты.	65,000	„
Доставлено въ Баку сѣрной руды	10,000	„

Каменноугольное дѣло. Каменноугольная промышленность на Кавказѣ и за Кавказомъ никакого прогресса въ своемъ развитіи, въ 1885 году, не проявила, хотя болѣе или менѣе значительныя мѣсторожденія каменнаго угля, подчиненныя именно юрской системѣ, и извѣстны въ Кутаисской губерніи и Кубанской области [2]).

Въ Кутаисской губерніи каменный уголь встрѣчается въ уѣздахъ: Кутаисскомъ, Шаропанскомъ и Зугдидскомъ, и округѣ Сухумскомъ. Но наиболѣе значительныя его мѣсторожденія сосредоточиваются въ Кутаисскомъ уѣздѣ.

Въ Кутаисскомъ уѣздѣ, по мощности залежей и богатству запасовъ, особеннаго вниманія заслуживаютъ тквибульскія мѣсторожденія,—самыя обширныя на Кавказѣ,—а за ними слѣдуютъ мѣсторожденія, впрочемъ, довольно плохаго угля, въ окрестностяхъ гор. Кутаиса.

Тквибульскія мѣсторожденія находятся въ мѣстности Окриба, въ верховьяхъ р. Тквибули, верстахъ въ 40 на С. В. отъ Кутаиса, у подножія Накеральскаго хребта. Съ крутыхъ террасъ этого хребта, дугой ограничивающаго, съ сѣвера, тквибульскую котловину, сбѣгаетъ къ югу, вѣерообразно, нѣсколько ручьевъ, собирающихся въ одну рѣчку Тквибули, и вотъ по этимъ-то ручьямъ и имѣются выходы каменнаго угля, расположенные, подобно гребню Накерала, тоже по кривой, выгнутой къ сѣверу, линіи. Во всѣхъ этихъ выходахъ каменный уголь является въ видѣ системы слоевъ, раздѣленныхъ

---

[1]) Выплавлено, помощью калькаронъ (цилиндрическихъ печей, съ наклоннымъ подомъ).

[2]) Въ послѣднее время признаки каменнаго угля открыты также въ южной части Черноморскаго округа, въ бассейнѣ р. Псезуапе, и въ Пятигорскомъ округѣ, въ г. Ошкаконъ.

углистой сланцевой глиной, причемъ толщина отдѣльныхъ слоевъ угля и глины колеблется, приблизительно, отъ 1 до 4 и 5 фут.; общая-же толщина всѣхъ слоевъ собственно каменнаго угля достигаетъ 40—50 футовъ.

Несмотря на значительное богатство, тквибульскія мѣсторожденія каменнаго угля до сихъ поръ еще не эксплоатировались, вслѣдствіе, главнымъ образомъ, недостатка удобныхъ путей сообщенія. Въ настоящее-же время съ предстоящимъ вскорѣ окончаніемъ строющейся вѣтви Закавказской желѣзной дороги, есть надежда, что каменноугольный промыселъ въ Тквибули успѣетъ развиться, хотя ему и предстоитъ, по всей вѣроятности, выдержать нѣкоторую конкуренцію со стороны скопляющихся въ такомъ изобиліи, на Апшеронскомъ полуостровѣ, нефтяныхъ остатковъ.

Изъ мѣсторожденій каменнаго угля, извѣстныхъ въ окрестностяхъ Кутаиса, разработывались только три: *Мошаметское*, *Гелатское* и *Земоубанское*. Первое, находящееся въ $1^1/_2$ верст. отъ названнаго города, развѣдывалось еще въ сороковыхъ и, затѣмъ, въ семидесятыхъ годахъ, вертикальными и наклонными шахтами, причемъ было обнаружено нѣсколько (3—4) слоевъ угля, которые и подвергались, отъ времени до времени, разработкѣ. Второе мѣсторожденіе, расположенное въ 8 верстахъ отъ того-же города, близь Гелатскаго монастыря, состоитъ изъ двухъ слоевъ угля, толщиною: верхній—отъ $2^1/_2$ до 5 фут. и нижній—въ $2^1/_2$ фута; работы велись наклонной шахтой, заложенной въ верхнемъ слоѣ, и штольной. Послѣ 1883 года, когда стало извѣстно, что тквибульская желѣзнодорожная вѣтвь минуетъ мѣсторожденіе и пойдетъ не по лѣвому, а по правому берегу р. Красной (притокъ р. Квирилы), работы въ копи были остановлены. Что-же касается до третьяго мѣсторожденія, то, составляя продолженіе предыдущаго, оно находится отъ него въ 2 вер., вверхъ по р. Красной и по лѣвую-же ея сторону; работы велись на немъ наклонной шахтой [1]) и притомъ только въ верхнемъ, изъ вышеупомянутыхъ двухъ слоевъ, имѣющемъ здѣсь, въ среднемъ, толщину 5 футовъ. На Земоубанскомъ мѣсторожденіи работы были прекращены по той-же причинѣ, какъ и на Гелатскомъ.

Въ Сухумскомъ округѣ ископаемый уголь извѣстенъ пока только въ одной мѣстности—близь Пицунды, именно на р. Бзыби, выше селеній Калдахвари и Васа. Уголь является здѣсь цѣлою свитою слоевъ, отъ 1 дюйма до $2^1/_2$ фут., подчиненныхъ глинамъ, которыя, въ свою очередь, залегаютъ среди песчаниковъ. Общая толщина слоевъ достигаетъ 12—13 футовъ; но отдѣльные слои крайне непостоянны: часто выклиниваются, или-же сливаются между собою. Несмотря на незначительное отдаленіе отъ моря (верстъ 18—20), мѣсторожденіе, за недостаткомъ путей сообщенія, не разработывается.

---

[1]) Такъ назыв. шахта „Россія".

Наконецъ, въ Кубанской области, мѣсторожденія ископаемаго угля сгруппированы на р. Кубани, между поселкомъ Верхне-Николаевской станицы и устьемъ впадающей въ Кубань, съ правой стороны, р. Мары; близлежащія-же разработки находятся въ 70 верст. къ югу отъ Невинномысской станціи, Ростово-Владикавказской желѣзной дороги. Копей нѣсколько; по болѣе значительныхъ четыре: *Каракентская*, *Макарьевская*, *Хумаринская* и *Петропавловская* [1]). Добыча сосредоточивается, преимущественно, на послѣднихъ двухъ. Слои угля залегаютъ почти горизонтально, или лишь съ небольшимъ уклономъ, въ юрскихъ песчаникахъ; они являются въ ограниченномъ числѣ (рабочихъ слоевъ только два) и имѣютъ незначительную толщину, именно до 2, или съ небольшимъ 2 футовъ. Эксплоатація ихъ не въ малой степени затрудняется многочисленными сдвигами.

Вообще-же, на Кавказѣ, въ 1885 г., разработка ископаемаго угля производилась только въ Кубанской области, при чемъ добыто было:

На Макарьевской копи	8,000	пуд.
„ Хумаринской „	100,000	„
„ Петропавловской „	100,000	„
Итого	208,000	пуд.

Въ означенномъ году кубанскій уголь находилъ себѣ потребленіе въ Баталпашинскѣ, Невинномысской станицѣ, Пятигорскѣ и Ставрополѣ.

Нефтяная промышленность. Естественные выходы нефти и источники горючаго газа извѣстны почти на всемъ протяженіи Кавказскаго хребта, по обѣ его стороны, гдѣ во многихъ пунктахъ существуетъ и добыча нефти; но болѣе правильную организацію нефтяной промыселъ имѣетъ лишь въ Бакинской губерніи,—именно на Апшеронскомъ полуостровѣ,—въ Кубанской области и около Царскихъ Колодцевъ,—въ средней части южнаго склона Кавказскаго хребта.

Бакинская губернія. Въ губерніи этой, какъ и вообще на Кавказѣ, первенствующее, по производительности нефтяныхъ источниковъ, значеніе имѣетъ Апшеронскій полуостровъ. Главные источники этой мѣстности сосредоточиваются преимущественно на плоской возвышенности, проходящей верстахъ въ 12-ти на сѣверовостокъ отъ г. Баку, на которой и сгруппированы такимъ образомъ, что составляютъ три площади: *Балаханскую*, *Сабунчинскую* и *Сураханскую*. Но, въ сущности, двѣ первыя изъ нихъ столь тѣсно связаны между собою, что многими соединяются подъ общимъ наименованіемъ—*Балахано-Сабунчинской площади*. Кромѣ того, на Апшеронскомъ

[1]) Первыя три копи принадлежатъ наслѣдникамъ губернскаго секретаря Утякова, а послѣдняя —Высочайше утвержденному обществу для разработки каменной соли и натуральной соды въ южной Россіи.

полуостровѣ имѣется еще четвертая, небольшая, но тоже довольно производительная площадь—*Биби-Эйбатская*, лежащая, вблизи моря, за Баиловымъ мысомъ, въ 5 верст. къ югу отъ Баку. На упомянутыхъ площадяхъ нефтяные источники находятся частью на казенныхъ [1]), частью-же на частныхъ земляхъ.

Балаханская площадь. *Земли казенныя.* Дѣйствующихъ группъ, обнимающихъ пространство въ 155 десят. 733 кв. саж.—16. Группы эти принадлежатъ нижеслѣдующимъ 7 фирмамъ:

1) Бакинскому нефтяному обществу—группы: I, II, IV, VI, VIII и XV. На нихъ было 9 дѣйствующихъ буровыхъ скважинъ, глубиною до 468 фут. Общая производительность всѣхъ шести группъ составляла 6.367,887 пуд. нефти, удѣльнаго вѣса $0,_{866}$—$0,_{875}$.

Обществу принадлежитъ, между прочимъ, громадный *Сураханскій заводъ*, къ которому проложенъ, со всѣхъ группъ, соединенныхъ между собою отдѣльными нефтепроводами, общій 3″ нефтепроводъ. На заводѣ этомъ поступило въ переработку нефти 6.869,740 пуд., причемъ изъ нея получено 1.678,600 пуд. керосина и 131,500 пуд. смазочнаго масла.

2) Купцамъ *Адамову*, *Елиазарову* и *Хачатурову*—V группа, съ 4 дѣйствующими буровыми скважинами, давшими 2,000,000 пуд. нефти, удѣльнаго вѣса $0,_{88}$.

Фирма завода не имѣетъ, а каждый участникъ перерабатываетъ нефть на собственномъ заводѣ. На заводахъ этихъ получено 984,502 пуда керосина.

3) Товариществу „Соучастникъ"—XIII группа, съ 9 дѣйствующими буровыми скважинами, глубиною до 770 фут.; добыто нефти 6.000,000 пуд., удѣльнаго вѣса $0,_{865}$—$0,_{869}$.

Фирма тоже завода не имѣетъ; нѣкоторые-же участники владѣютъ отдѣльными заводами.

4) Товариществу „Халафи"—XIV группа съ 1 дѣйствущей буровой скважиной, глубиною въ 336 фут., изъ коей добыто 800,000 пуд. нефти, удѣльнаго вѣса $0,_{867}$.

5) Наслѣдникамъ *Мирзоева*—III, IX, X XI группы, на которыхъ дѣйствовало 7 скважинъ, глубиною отъ 189 до 570 футовъ; скважины эти дали 5,000,000 пуд. нефти, удѣльнаго вѣса $0,_{862}$—$0,_{874}$.

---

[1]) Всѣ вообще нефтяные источники Кавказа, а въ томъ числѣ и Бакинской губерніи, находящіеся на казенныхъ земляхъ и состоявшіе до 1873 г. въ откупномъ содержаніи, были переданы, на основаніи Высочайше утвержденныхъ 17-го февраля 1872 года правилъ и въ періодъ времени съ 1872 по 1880 г., съ торговъ, частнымъ лицамъ, всего за сумму 3,054,843 руб. При этомъ источники были раздѣлены на группы, числомъ 54; изъ нихъ 40 группъ упадаетъ на Бакинскую губернію (одна изъ нихъ [№ XVI], вслѣдствіе перехода, по судебному рѣшенію, приграниченной къ ней земли въ частное владѣніе, уничтожена), 13—на Сигнахскій уѣздъ, Тифлисской губерніи и 1—на Кайтаго-Табасаранскій округъ, Дагестанской области; къ нимъ прирѣзана свободная казенная земля, которая отведена групповладѣльцамъ на арендномъ правѣ, съ платою по 10 руб. въ годъ за десятину, установленную правилами о нефтяномъ промыслѣ, 1873 года, на 24 года.

Нефть доставляется съ промысловъ, частью, на принадлежащій фирмѣ заводъ въ Баку, частью-же,—на заводы другихъ лицъ, въ Черномъ городкѣ, по собственному 4 дюймовому нефтепроводу. Количество полученнаго на заводѣ *Мирзоевыхъ* керосина составляло 160,000 пуд., а смазочнаго масла—50,000 пуд.

6) Потомственному почетному гражданину *Ліонозову*—VII группа, на которой было 7 дѣйствующихъ скважинъ, глубиною отъ 140′ до 546′. Скважины эти дали 2,226,782 пуда нефти, удѣльнаго вѣса 0,860—0,875.

Вся добытая нефть была переработана на арендованныхъ заводахъ, въ Черномъ городкѣ, куда и доставлялась по собственному 3″ нефтепроводу.

7) Торговому дому „Бенкендорфъ и К°„—XII и XVII группы, на которыхъ было въ дѣйствіи 7 буровыхъ скважинъ и 18 колодцевъ, общею годовою производительностью въ 6,500,000 пудовъ нефти, удѣльнаго вѣса 0,862—0,901.

Собственный перегонный заводъ не дѣйствовалъ, вся-же добытая нефть была продана товариществу бр. *Нобель* и Батумскому Нефтепромышленному и Торговому Обществу, къ нефтянымъ резервуарамъ которыхъ проложены два отдѣльныхъ нефтепровода съ обѣихъ группъ.

Такимъ образомъ, въ 1885 году, на вышеупомянутыхъ 16 группахъ, 44-мя скважинами было добыто нефти 28,894,669 пуд., причемъ, на тѣхъ-же группахъ, имѣлось 6 магистральныхъ нефтепроводовъ.

Земли частныя. На земляхъ этихъ, Высочайше пожалованныхъ въ даръ разнымъ лицамъ, 23 фирмами эксплоатировалось 24 участка, обнимающихъ собою пространство въ 95 дес. 340 кв. саж. Изъ нихъ на 15 участкахъ, пространствомъ въ 38 дес. 400 кв. саж., девятью фирмами производилась добыча, а именно: 1) товариществомъ бр. *Нобель*, 2) Каспійскимъ товариществомъ, 3) Каспійско-Черноморскимъ товариществомъ, 4) торговымъ домомъ „Дембо и Коганъ“, 5) Бакинскимъ горнымъ товариществомъ, 6) бр. *Колесниковыми*, 7) товариществомъ „Шибаевъ и К°“, 8) товариществомъ „Цатуровъ и К°“ и 9) *Ліонозовымъ*. Всего, на этихъ участкахъ дѣйствовало 35 скважинъ; изъ этого числа 24-мя скважинами въ 1885 г., добыто нефти 9,081,375 пуд. [1]).

На частныхъ земляхъ Балаханской площади имѣлось, въ означенномъ году, 5 магистральныхъ нефтепроводовъ.

Сабунчинская площадь. *Земли казенныя.* На этихъ земляхъ товариществу бр. *Нобель* принадлежатъ 6 участковъ, въ 100 кв. саж. каждый. На нихъ, въ 1885 г., было 5 дѣйствующихъ скважинъ, дававшихъ въ сутки отъ 2 до 3 тыс. пудовъ нефти. Годовая-же производительность ихъ включена въ приведенную ниже общую цифру производительности промысловъ товарищества *Нобель*, на Сабунчинской площади расположенныхъ.

Земли частныя. На нихъ 94 фирмы владѣли 136 участками, обнимаю-

---

[1]) Нефть, добытая 11-ью скважинами на участкахъ т—ва бр. Нобель, включена въ приведенную ниже общую цифру производительности промысловъ этого товарищества.

щими собою 881 десят. 2,239 кв. саж.; изъ нихъ эксплоатировалось 125 участковъ, пространствомъ въ 169 дес. 1,142 кв. саж., 82 фирмами. На участкахъ, по которымъ доставлены свѣдѣнія, дѣйствовали 73 буровыя скважины. Добыто на этихъ участкахъ, за исключеніемъ принадлежащихъ т-ву бр. *Нобель*, 32,088,224 пуд. нефти. Изъ этого количества на участки слѣдующихъ главныхъ фирмъ упадаетъ нефти:

Бакинскаго нефтянаго общества.	2,420,657	пуд.
Калантарова и *Антонова*.	1,800,000	„
Бакинскаго горнаго товарищества	1,888,000	„
Кащеева	2,000,000	„
Каспійскаго товарищества.	9,131,511	„
Рыльскаго и Комп.	1,081,000	„
Рыльскаго	1,719,000	„
Авакова и Татарской	3,550,394	„

Кромѣ того, на всѣхъ вообще участкахъ Балаханской и Сабунчинской площадей, принадлежащихъ т-ву бр. *Нобель*, 32-мя скважинами [1]) добыто нефти—17,705,000 пуд.

Товарищество бр. *Нобель* и Каспійское имѣли свои нефтепроводы, проложенные отъ промысловъ къ заводамъ, въ Черномъ городкѣ.

На двухъ обширныхъ, масляно-керосиновыхъ заводахъ братьевъ *Нобель* было получено:

керосина.	10,700,000	пуд.
смазочнаго масла. . . .	800,000	„
бензина.	23,000	„

На заводѣ Каспійскаго товарищества получено:

керосина	3,450,094	пуд.

Всего-же, въ отчетномъ году, на двухъ главныхъ площадяхъ Бакинской губерніи,—Балаханской и Сабунчинской,—91 нефтепромышленными фирмами, помощью 157 буровыхъ скважинъ, на пространствѣ 363 дес. 475 кв. саж., извлечено 87,769,268 пудовъ нефти. Нѣкоторыя фирмы свѣдѣній не доставили..

Сураханская площадь. Площадь эта, въ отношеніи эксплоатаціи нефти, серьезнаго значенія не имѣетъ, такъ какъ на ней (на казенной землѣ) расположена только одна (XVIII) группа *Теръ-Акопова*, на которой, хотя и заложено довольно много буровыхъ скважинъ (23), глубиною отъ 105 до

[1]) Изъ этого числа, какъ упомянуто выше, 11 скважинъ находятся на частныхъ земляхъ Балаханской площади, 5—на казенныхъ и 16—на частныхъ земляхъ Сабунчинской площади.

343 футовъ, но даютъ онѣ нефти сравнительно ничтожное количество. Такъ, въ 1885 г., ея было добыто всего лишь 175 пудовъ.

Биби-Эйбатская площадь. Добыча нефти производится, на казенной землѣ, двумя фирмами:

1) Торговымъ домомъ *Тагіевыхъ* и бр. *Саркисовыхъ*. Ему принадлежитъ XIX группа, при которой 10 десят. земли. На этой группѣ было 8 дѣйствующихъ скважинъ, глубиною отъ 434 до 644 фут., которыми добыто 6,000,000 пуд. нефти, удѣльнаго вѣса 0,855. На промыслѣ имѣется керосиновый заводъ; на немъ было получено:

керосина	2,400,000 пуд.
смазочнаго масла. . .	6,000 „
бензина.	18,000 „

2) Товариществомъ „Джакели и К°“. Оно владѣетъ XX группою, при которой земли 9 дес. 2360 квад. саж. Въ 1885 году на группѣ этой имѣлось 6 дѣйствующихъ буровыхъ скважинъ, глубиною отъ 200 до 490 футовъ, которыя дали 300,000 пуд. нефти, удѣльнаго вѣса 0,865. При промыслѣ имѣются: механическое и бондарное заведенія, равно какъ керосиновый заводъ, на которомъ, въ 1885 году, было получено 60 000 пуд. керосина.

Нефтяные промыслы другихъ мѣстностей Бакинской губерніи. Промыслы эти принадлежатъ разнымъ лицамъ и къ нимъ относятся какъ обмежеванныя, еще въ 1872 году, нумерныя группы [1]), такъ и отведенные разновременно, по заявкамъ, участки, въ размѣрѣ отъ 1 до 10 десят. Промыслы эти расположены близь дер. Бинагады и станцій Дженгинской и Маразлинской, у селенія Хидырзинде, между горами Кюргезъ и Лохбатанъ, близь дер. Балаханы, на косѣ Алятъ, въ нѣкоторыхъ пунктахъ Джеватскаго уѣзда, близь деревень Хильмели и Дарнегулъ и на островѣ Святомъ. Производительность же ихъ, въ 1885 г., была незначительна.

Всего въ Бакинской губерніи дѣйствовало, въ 1885 году, 140 нефтепромышленныхъ фирмъ, эксплоатировавшихъ 39 группъ и 209 участковъ на пространствѣ 1167 десят. 387 кв. саж. На тѣхъ изъ нихъ, по которымъ доставлены свѣдѣнія, находилось:

Буровыхъ скважинъ дѣйствующихъ, глубиною отъ 150′ до 959′ [2]), діаметромъ отъ $4^1/_2$″ до 16″ и суточною производительностью: частною отъ самого ограниченнаго количества до 25,000 п. и общею — въ 590,488 п. нефти, удѣльн. вѣса 0,845—0,925 . . .	194

[1]) XXI—XXVIII, XXX—XLI.

[2]) На участкѣ г. *Карасева*, въ Сабунчахъ, находящемся въ арендномъ пользованіи бр. *Нобель*

Буровыхъ скважинъ недѣйствующихъ, глубиною отъ 7′ до 1378′ [1]) и діаметромъ отъ 6″ до 32″. . . . 205
Колодцевъ дѣйствующихъ, общею суточною производительностью въ 412 пудовъ нефти 41
Колодцевъ недѣйствующихъ 171
Нефтепроводовъ магистральныхъ 13

На означенныхъ группахъ и участкахъ было добыто:

Нефти . . . . . 94,144,943 пуд.
Кира . . . . . 18,800 „

Керосиновыхъ и масляно-керосиновыхъ заводовъ, въ той-же губерніи, считается около 200. За отчетный годъ свѣдѣнія доставили 82 заводскія фирмы, изъ коихъ заводы дѣйствовали только у 72 фирмъ. На заводахъ этихъ получено:

Керосина . . . . . 33,375,413 [2]) пуд.
Смазочнаго масла . . . . . 2,002,500 „
Бензина . . . . . 41,000 „

Но должно замѣтить, что цифры полученія керосина и бензина, несомнѣнно, преувеличены въ показаніяхъ заводчиковъ, съ цѣлью пріобрѣсть право на полученіе въ свое распоряженіе большаго числа вагоновъ-цистернъ на Закавказской желѣзной дорогѣ.

Затѣмъ, по вышеприведеннымъ оффиціальнымъ даннымъ и по приблизительнымъ соображеніямъ о количествѣ вывезенныхъ по грунтовымъ дорогамъ и употребленныхъ на мѣстѣ нефтяныхъ продуктовъ, дѣятельность нефтяныхъ промысловъ Бакинской губерніи, за отчетный годъ, довольно точно опредѣляется нижеслѣдующими цифрами:

Всего добыто:

Нефти . . . . . 115,000,000 пуд.
Кира . . . . . 50,000 „

Переработано:

Нефти . . . . . 105,000,000 пуд.
Нефтяныхъ остатковъ . . . . . 4,000,000 „

Получено:

Керосина . . . . . 30,000,000 пуд.
Бензина . . . . . 28,258 „
Смазочнаго масла . . . . . 1,608,768 „

[1]) На участкѣ бр. *Нобель*, близь д. Зыхъ.
[2]) Въ 1884 году 19,214,000 пудовъ.

Нефтяныхъ остатковъ (вывезенныхъ изъ Баку) . . . . . 35,633,347 пуд.

Вообще-же производительность нефтяныхъ промысловъ Бакинской губерніи, за послѣднее трехлѣтіе, представляется въ слѣдующемъ видѣ:

	Нефти:	Кира:
Въ 1883 году добыто . .	60,000,000 пуд.	100,000 пуд.
„ 1884 „ „ . .	89,000,000 „	60,000 „
„ 1885 „ „ . .	115,000,000 „	50,000 „

Отсюда не трудно видѣть, что производительность эта, по отношенію къ нефти, въ теченіи послѣднихъ трехъ лѣтъ, почти удвоилась, а по отношенію къ киру, уменьшилась на половину.

Тифлисская губернія. Въ предѣлахъ этой губерніи эксплоатируемые нефтяные источники сосредоточиваются въ Сигнахскомъ уѣздѣ, въ степи подъ названіемъ „Малые Шираки", въ окрестностяхъ Царскихъ-Колодцевъ, и въ Тифлисскомъ уѣздѣ, въ 12 верстахъ отъ г. Тифлиса, ниже предмѣстья Навтлугъ, на лѣвомъ берегу р. Куры. Первые находятся на казенной землѣ и состоятъ въ арендномъ содержаніи инженеръ-полковника *Минкевича*, а вторые—на землѣ городской, въ хозяйственномъ распоряженіи Тифлисской городской управы.

Г. *Минкевичъ* арендовалъ двѣ группы, съ площадью въ 20 десят., на которыхъ имѣется до 44 буровыхъ скважинъ, но изъ нихъ дѣйствовали только двѣ. Скважины эти, въ 1885 г., дали 40,000 пуд. нефти. Нефть перерабатывалась на заводѣ, устроенномъ въ Царскихъ-Колодцахъ, на которомъ получено было:

бензина	2,000 пуд.
керосина	8,720 „
остатковъ	28,000 „

Близь Навтлуга подъ источниками числится 17 десят. 1800 кв. саж. Нефть извлекается помощью двухъ колодцевъ и въ истекшемъ году было получено ея 694 пуда.

Елисаветпольская губернія. Нефтяные источники сосредоточиваются въ урочищѣ Нафталанъ, близь Зейвинской почтовой станціи, по дорогѣ въ г. Шушу; они находятся частью на казенныхъ, частью-же на частныхъ земляхъ и состоятъ въ арендномъ пользованіи мѣстныхъ обывателей. Въ отчетномъ году на нихъ добыто всего лишь 85 пудовъ нефти.

Кубанская область. Въ этой области источники нефти извѣстны во многихъ мѣстахъ, но сосредоточиваются, главнымъ образомъ, въ двухъ пунктахъ, именно близь Ильской и Крымской станицъ.

Въ окрестностяхъ Ильской станицы (Закубанскаго уѣзда) они проявляются на земляхъ Кубанскаго казачьяго войска и состоятъ въ арендномъ содержаніи акціонернаго общества „Русскій Стандартъ". Земли предоставлено обществу 674,743 десят. Добычныя работы сконцентрированы въ мѣстности, находящейся отъ станицы въ 2 верст., вверхъ по теченію р. Или. Дѣйствующихъ буровыхъ скважинъ, въ отчетномъ году, было 37, глубиною до 1200 футовъ. Нефти, удѣльнаго вѣса 870°—990°, было добыто 1,000,000 пудовъ. Продавалась она какъ въ сыромъ (100,000 п.), такъ и въ обработанномъ видѣ. Въ обработку нефть поступала на заводы общества въ Новороссійскѣ и Ильскѣ. Къ Новороссійскому заводу она прогонялась по нефтепроводу, длиною около 70 верстъ, при діаметрѣ въ 3″. На двухъ заводахъ общества, при обработкѣ нефти, было получено керосина 80,000 пуд. и остатковъ 375,000 пуд.

Источники близь Крымской станицы (Темрюкскаго уѣзда) находятся въ урочищѣ Кудако (по обоимъ берегамъ р. Кудако), на землѣ, принадлежащей Д. С. С. *Дурасову*, всего на пространствѣ 5 десят. Постоянно дѣйствующихъ буровыхъ скважинъ 2, помощью которыхъ въ 1885 г. было добыто 60,000 пуд. нефти, удѣльнаго вѣса 0,858—0,860. Нефть подвергалась переработкѣ на принадлежащемъ г. *Дурасову* заводѣ, причемъ получено 15,000 пудовъ керосина, 4,000 пуд. бензина и 20,000 пуд. остатковъ.

Всего же, въ 1885 году, въ Кубанской области было добыто нефти 1,060,000 пуд. и получено:

Керосина	95,000 пуд.
Бензина.	4,000 »
Остатковъ около.	395,000 »

Терская область. Нефтяные источники, извѣстные въ этой области, сгруппированы на земляхъ: казачьяго войска, казенно-общественныхъ и частныхъ.

Земли казачьяго войска. Источники находятся въ Грозненскомъ округѣ по обоимъ склонамъ Сунжинскаго хребта, между рѣками Сунжею и Тереком. Они состояли въ откупномъ содержаніи у братьевъ *Мирзоевыхъ*, съ платою по 12,500 рублей въ годъ, срокомъ по 1-е января 1886 года, причемъ подраздѣлялись на три группы, по 10 десят. каждая, а именно: Грозненскую, Мамакаевскую и Карабулакскую. Буровыхъ скважинъ, на всѣхъ трехъ группахъ, не имѣлось, а нефть добывалась изъ колодцевъ ручной работы и ямъ. Въ 1885 году дѣйствовало 5 колодцевъ и 4 ямы, изъ коихъ добыто 66,586 пуд. (102,440 ведеръ) нефти. Нефть поступала въ обработку на керосинъ и въ продажу въ сыромъ видѣ. Въ обработку поступило 50,635 пуд., изъ коихъ получено керосина 17,400 пуд.

Казенно-общественныя земли. На нихъ расположены четыре небольшія группы (въ юртѣ близь сел. Брагуны, Истисуйская, Беноевская и Дылымов-

ская), дающія, посредствомъ колодцевъ и ямъ, самое незначительное количество нефти.

Частныя земли. На нихъ находятся Брагуновскіе источники (на землѣ князей *Таймазовыхъ*), состоящіе въ арендномъ содержаніи у мѣстныхъ жителей и дающіе тоже лишь небольшое количество нефти.

Всего-же въ Терской области, въ 1885 году, добыто нефти 67,974 пуд.

Дагестанская область. Нефтяные источники находятся въ Кайтаго-Табасаранскомъ и Темиръ-Ханъ-Шуринскомъ округахъ, на земляхъ какъ казенныхъ и казенно-общественныхъ, такъ и частныхъ. Производительность ихъ составляла, въ 1885 году, 3,800 пуд. нефти.

Подводя, затѣмъ, общій итогъ, по дѣйствію, въ отчетномъ году, нефтяныхъ промысловъ и керосиновыхъ заводовъ Кавказскаго и Закавказскаго края, оказывается, что, въ томъ году, на первыхъ было добыто:

Нефти	116,172,553.	пуд.
Кира	50,000	»

а на вторыхъ изготовлено:

Керосина	30,121,120	»
Бензина	34,258	»
Смазочнаго масла	1,608,768	»

Опредѣлить же количество полученныхъ нефтяныхъ остатковъ довольно трудно, но можно съ увѣренностью сказать, что оно превышало 40 милл. пудовъ.

Соляной промыселъ. а) *Добыча поваренной соли.* Вѣдѣнію Управленія Горною частью подлежатъ соляные промыслы лишь Закавказскаго края. Къ нимъ относятся: 1) разработки каменной соли въ Эриванской губерніи и Карской области, 2) соляныя озера Бакинской губерніи и 3) соляные источники Дагестанской области. Но прежде, чѣмъ коснуться состоянія и дѣйствія этихъ промысловъ въ отчетномъ году, необходимо ознакомиться съ условіями, при которыхъ соляная часть Закавказскаго края, по отмѣнѣ акциза на соль, была передана, въ концѣ 1882 года, изъ Акцизнаго Управленія въ Управленіе Горное, а равно и съ тѣми общими распоряженіями, какія были сдѣланы, въ 1885 году, относительно: отдачи вновь въ аренду соляныхъ промысловъ, за истеченіемъ сроковъ старыхъ контрактовъ, разсчета съ прежними арендаторами и отмѣны нѣкоторыхъ, стѣснительныхъ для новыхъ арендаторовъ обязательствъ.

Соляной промыселъ въ Закавказскомъ краѣ, по переходѣ его въ вѣдѣніе Управленія Горною частью, продолжалъ дѣйствовать на основаніи тѣхъ же правилъ, которыя были утверждены главнымъ кавказскимъ начальствомъ еще при существованіи на соль акциза, именно 31-го декабря 1878 г., но уже, конечно, безъ взиманія акцизной пошлины. Согласно этихъ правилъ, казенные

соляные промыслы отдавались въ частное содержаніе, по контрактамъ, за опредѣленную на торгахъ попудную плату, производившуюся, по мѣрѣ продажи соли на промыслѣ или вывоза ея изъ онаго, самими арендаторами. Съ цѣлью же обезпеченія казнѣ извѣстнаго дохода, арендаторамъ назначено было, для ежегодной добычи, минимальное количество соли, которое они безусловно обязаны были оплачивать попудными деньгами, хотя-бы ими это количество соли и не было добыто вовсе.

Такъ какъ сроки всѣхъ контрактовъ, по отдачѣ казенныхъ соляныхъ промысловъ въ частное содержаніе, простирались далѣе перехода ихъ въ вѣдѣніе горнаго вѣдомства, именно до 1885 года, то до наступленія этихъ сроковъ они и оставались въ содержаніи на прежнихъ основаніяхъ, т. е. за попудную плату, и только въ концѣ 1884 года были приняты мѣры къ измѣненію прежнихъ условій. Съ этою цѣлью согласно Высочайше утвержденному, 5-го февраля 1882 г., Положенію Комитета Министровъ, были выработаны проекты новыхъ условій по отдачѣ казенныхъ соляныхъ промысловъ въ частное содержаніе. Проекты эти были утверждены г. Министромъ Государственныхъ Имуществъ въ 1884 г., а самыя условія введены въ дѣйствіе въ 1885 году.

Въ условіяхъ этихъ существенное измѣненіе противъ прежнихъ правилъ заключается въ томъ, что плата за содержаніе промысловъ производится уже не съ каждаго пуда добываемой соли, а годовая—оброчная, обезпечивающая казнѣ опредѣленный доходъ. За то и арендаторы, производя эту плату, пользуются правомъ добычи, продажи и вывоза съ промысла неограниченнаго количества соли. Но вполнѣ такое право предоставлено лишь арендаторамъ соляныхъ озеръ; для лицъ-же, арендующихъ разработки каменной соли, существуетъ нѣкоторое ограниченіе, необходимое въ интересахъ дальнѣйшаго дѣйствія промысловъ. Ограниченіе состоитъ въ томъ, что лица эти, въ послѣдній годъ арендного періода, не вправѣ добывать, продавать или вывозить съ промысловъ болѣе извѣстнаго количества соли, контрактами опредѣленнаго.

Обращаясь къ измѣненію и облегченію заключенныхъ съ арендаторами соляныхъ промысловъ контрактовъ, слѣдуетъ упомянуть объ отмѣнѣ лишь одного, но, въ сущности, крайне стѣснительнаго для нихъ обязательства, заключавшагося въ томъ, что арендаторы должны были всю добываемую ими соль непремѣнно складывать въ бугры, правильной формы. Обязанность эта была установлено еще во время завѣдыванія соляными промыслами Акцизнаго Управленія, т. е. при существованіи попудной платы, и оговорка, относительно нея, была включена также въ новыя условія, въ виду удобства, которое сооруженіе бугровъ представляло мѣстному надзору для повѣрки операцій арендаторовъ. Но насколько мѣра, о которой идетъ рѣчь, была необходима для точнаго опредѣленія попудной платы, настолько-же примѣненіе ея къ дѣлу, при годовой оброчной платѣ, оказалось безцѣльнымъ и

обременительнымъ для арендаторовъ, которымъ, какъ уже упоминалось выше, предоставлено нынѣ право пользованія солью съ промысловъ въ неограниченномъ количествѣ, за исключеніемъ лишь послѣдняго года аренды (и то только въ отношеніи разработокъ каменной соли), въ теченіи котораго, во избѣжаніе подрыва будущихъ арендаторовъ, имъ разрѣшено добывать соль въ количествѣ, не превышающемъ опредѣленной нормы. Вслѣдствіе этого, согласно представленію Управленія Горною частью, послѣдовало разрѣшеніе г. Министра Государственныхъ Имуществъ на освобожденіе арендаторовъ казенныхъ соляныхъ промысловъ Закавказскаго края отъ обязательства складывать добываемую ими соль въ правильные бугры съ тѣмъ, чтобы сооруженіе бугровъ на самосадочныхъ озерахъ и источникахъ считалось вовсе не обязательнымъ, а на разработкахъ каменной соли обязательнымъ только въ послѣдній годъ аренды, для возможно болѣе точнаго опредѣленія количества добычи и вывоза соли въ этотъ періодъ времени.

Переходя, за симъ, къ опредѣленію состоянія соляныхъ промысловъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и производительности ихъ, въ 1885 году, необходимо прежде всего замѣтить, что въ Закавказскомъ краѣ считается пять соляныхъ копей, а именно: въ Эриванской губерніи казенныя—*Кульпинская* и *Нахичеванская* и частная—*Сустинская*, и въ Карсской области казенныя—*Кагызманская* и *Ольтинская*. Но изъ нихъ послѣдняя копь, будучи совершенно заброшена, въ 1885 году, равно какъ и въ предшествовавшіе годы (начиная съ 1878 г.), не дѣйствовала, такъ что, относительно разработокъ мѣсторожденій каменной соли, мы ограничимся разсмотрѣніемъ здѣсь лишь остальныхъ четырехъ, начавъ нашъ обзоръ съ казенныхъ разработокъ.

Главнѣйшій промыселъ—*Кульпинскій*, на которомъ еще недавно производилась подземная разработка соли, является простымъ разносомъ, вслѣдствіе того, что старыя мины не только не безопасны для дальнѣйшихъ работъ, но и засорены въ значительной степени мелкою солью. Мины эти суть поземныя галлереи, берущія свое начало на выходѣ соляной залежи и направляющіяся внизъ, по довольно крутому ея паденію (около 25°), на длину всего лишь нѣсколькихъ десятковъ саженъ, для большаго удобства выноса соли. Такія мины заложены всюду, гдѣ только обнажается соляная залежь, такъ что онѣ, во многомъ, уподобляются хищнической разработкѣ ископаемыхъ посредствомъ т. наз. *дудокъ*. Поверхностная добыча соли производится также весьма неправильно, уступами, отчасти крайне узкими и не имѣющими вполнѣ устроенныхъ съѣздовъ; къ тому-же уступы эти тоже въ значительной степени засорены прежними арендаторами, за счетъ которыхъ и подлежатъ расчисткѣ.

Нахичеванское мѣсторожденіе, вслѣдствіе значительной мощности породъ, составляющихъ его кровлю, издавна разработывается подземнымъ способомъ и, въ настоящее время, тамошняя копь представляется въ видѣ обширной, кругообразной камеры, сообщающейся съ поверхностью посредствомъ

выходящей въ оврагъ небольшой наклонной шахты; потолокъ копи поддерживается, главнымъ образомъ, оставленными столбами соли, самой разнообразной формы и расположенными безъ всякой правильности, причемъ забои находятся на окружности копи. Вслѣдствіе значительной ширины и совершенной неправильности галлерей, а также тонкости слоя соли, оставляемаго въ потолкѣ выработокъ, въ Нахичеванской копи издавна происходили обвалы, которые, надо замѣтить, почти никогда не расчищались, вслѣдствіе чего почва выработокъ крайне засорена. Еще во времена акцизнаго управленія соляными промыслами, Нахичеванская копь находилась въ очень безпорядочномъ состояніи; тогда не только ничего не дѣлалось для ея исправленія, но арендаторами подрубались даже и тѣ немногіе столбы соли, которые были оставлены для поддержанія кровли мѣсторожденія, а равно уширялись и повышались старыя галлереи. Поэтому, въ отчетномъ году, положеніе этого промысла, вслѣдствіе непрерывно слѣдовавшихъ одинъ за другимъ обваловъ кровли солянаго пласта, являлось столь опаснымъ, что Управленіе Горною Частью вынуждено было, въ предотвращеніе несчастій съ рабочими, распорядиться временнымъ пріостановленіемъ на немъ добычныхъ работъ (въ декабрѣ мѣсяцѣ) и изысканіемъ мѣръ къ тому, чтобы, въ возможно непродолжительномъ времени, промыселъ былъ приведенъ въ положеніе, допускающее возобновленіе работъ. Съ этою цѣлью, Управленіемъ была командирована, на мѣсто, особая коммисія изъ горныхъ инженеровъ: князя *Цулукидзе*, *Бацевича* и *Швачкина*. Коммисія эта, осмотрѣвъ копь и удостовѣрившись, что пріостановка въ ней роботъ была вызвана участившимися обвалами потолка въ старыхъ выработкахъ, служащихъ путемъ сообщенія для рабочихъ, указала мѣстному надзору наиболѣе безопасныя для движенія рабочихъ галлереи, и, въ тоже время, нашла возможнымъ возобновить добычу соли, но только въ шести изъ пятнадцати дѣйствовавшихъ раньше забоевъ, дабы, при одновременной порохострѣльной работѣ во всѣхъ забояхъ, не произошло, вслѣдствіе сотрясенія кровли, новыхъ значительныхъ обваловъ. Для того-же, чтобы дать работамъ нормальное развитіе и установить вполнѣ безопасный доступъ ко всѣмъ дѣйствующимъ забоямъ, коммиссія нашла необходимымъ произвести крѣпленіе копи столбами и стѣнками, сложенными изъ бракованной соли, на глинѣ, и деревянными стойками, а также устроить второй выходъ изъ копи на поверхность. Таковое заключеніе коммиссіи имѣется въ виду привести въ исполненіе.

Кагызманское мѣсторожденіе, за несоставленіемъ, въ свое время, раціональнаго плана подземной разработки, эксплоатируется нынѣ, какъ и Кульпинское, исключительно поверхностнымъ способомъ. Разработываемый пластъ соли, вскрытый разносомъ на склонѣ горы, имѣетъ паденіе до 30° и покрытъ наносомъ, толщиною отъ 2 до 3 и болѣе саженъ. Добыча соли производится двумя уступами, подвигающимися вверхъ по возстанію пласта. Наносъ, покрывающій соль, пересѣченъ трещинами, изъ коихъ нѣкоторыя очень глу-

боки. При сильныхъ ливняхъ, или послѣ нихъ, онъ сползаетъ по крутому склону горы и заливаетъ, въ большей или меньшей степени, разработку, постоянно угрожая опасностью рабочимъ. Расчистка этихъ обваловъ, обнимающихъ собою, иногда, до 400 и болѣе куб. саж., стоитъ не малыхъ денегъ и въ значительной степени замедляетъ добычу соли.

На всѣхъ трехъ вышеупомянутыхъ казенныхъ промыслахъ, равно какъ на нижеслѣдующемъ, частномъ, добыча соли производится исключительно порохострѣльнымъ способомъ.

Сустинская соляная копь только одна и состоитъ, въ краѣ, въ частномъ владѣніи. Она принадлежитъ *Кичикъ-хану-Келбалиханову* и представляетъ собою имѣющую одинъ только выходъ на поверхность, подземную, крайне неправильную разработку, причемъ, по донесеніямъ мѣстнаго надзора, потолокъ копи далъ во многихъ мѣстахъ трещины и угрожаетъ обвалами. Какъ и откуда пріобрѣтался этою копью необходимый для добычи соли порохъ, было неизвѣстно, такъ какъ никакого свидѣтельства на пріобрѣтеніе его владѣльцу выдаваемо не было и на самомъ промыслѣ не имѣлось надлежащаго, для храненія пороха, помѣщенія [1]). Вслѣдствіе этого довелось прибѣгнуть къ нѣкоторымъ понудительнымъ мѣрамъ для устраненія замѣченныхъ по Сустинскому промыслу неисправностей.

Бакинскіе соляные источники составляютъ, какъ уже было упомянуто выше, шесть главныхъ участковъ, въ составъ которыхъ входятъ или отдѣльныя, болѣе значительныя озера, или группы таковыхъ озеръ; но, кромѣ того, къ нимъ принадлежитъ еще цѣлый рядъ, по преимуществу, мелкихъ озеръ, или группъ подобныхъ озеръ, числомъ до 28. Изъ этого числа, четыре озера, вслѣдствіе залитія ихъ нефтью изъ сосѣднихъ фонтановъ, потеряли вполнѣ или въ значительной степени свою солеродность. Озера эти суть: Балаханское, Сабунчинское, Романинское и Забратское.

За тѣмъ, *Дагестанскіе соляные источники* представляютъ собою: 1) четыре группы въ Кайтаго-Табасаранскомъ округѣ, 2) четыре отдѣльные источника въ Кюринскомъ ханствѣ; 3) сорокъ пять источниковъ въ Андійскомъ округѣ и 4) озеро „Турали", въ Темиръ-Ханъ-Шуринскомъ округѣ. Но изъ нихъ только $2^2/_3$ части источниковъ Кайтаго-Табасаранскаго округа принадлежатъ казнѣ, остальные-же находятся въ пользованіи мѣстныхъ жителей.

Въ 1885 г. на соляныхъ промыслахъ Закавказскаго края добыто соли:

На Кульпинскомъ промыслѣ.	320,441	пуд.
„ Кагызманскомъ „	260,300	„
„ Нахичеванскомъ „	162,055	„
„ Сустинскомъ „	460,000	„
„ соляныхъ озерахъ Бакинской губерніи.	83,383	„
„ соляныхъ промыслахъ Дагестанской области.	118,610	„
Итого. . . .	1,404,789	пуд.

[1]) Несоблюденіе правилъ о взрывчатыхъ веществахъ замѣчено было и на многихъ другихъ, въ краѣ, рудникахъ, противъ чего уже приняты должныя мѣры.

б) *Добыча глауберовой соли.* Залежи глауберовой соли и озера, заключающія въ себѣ эту соль, распространены какъ по сѣверную, такъ и по южную стору Кавказскаго хребта; но наиболѣе извѣстныя находятся въ Кубанской области и губерніяхъ: Тифлисской и Бакинской. Такъ какъ разработки глауберовой соли въ Кубанской области вѣдѣнію Управленія Горною Частью не подлежатъ, то мы и ограничимся разсмотрѣніемъ лишь мѣсторожденій, проявляющихся въ упомянутыхъ двухъ губерніяхъ.

Въ Тифлисской губерніи насчитывается 10 извѣстныхъ мѣстныхъ нынѣ мѣсторожденій глауберовой соли, изъ коихъ 9—въ Тифлисскомъ и 1—въ Горійскомъ уѣздахъ: въ Бакинской губерніи—6 мѣсторожденій, именно въ Шемахинскомъ уѣздѣ. Изъ всѣхъ этихъ мѣсторожденій, находящихся, частію, на казенныхъ, частью-же, на частныхъ земляхъ, разработывается только одно,—въ имѣніи „Уджарма", близь сел. Мухравань, въ 30-ти верстахъ на сѣверовостокъ отъ гор. Тафлиса (на землѣ г. *Бахметьева*). Мѣсторожденіе это, представляя собою высохшее озеро, имѣетъ видъ довольно правильнаго штока, вытянутаго по направленію съ В. на З. Обслѣдованная въ предѣлахъ его площадь составляетъ 12,000 кв. саж., причемъ опредѣленный нынѣ запасъ соли простирается до $11^1/_2$ мил. пудовъ. Толщина соляной залежи достигаетъ 17 футовъ. Сверху соль покрыта песчаною глиною, толщина которой измѣняется отъ 1 до 15 фут. и, въ среднемъ, составляетъ около 6 фут. Она выщелачивалась и продолжаетъ выщелачиваться еще и теперь изъ горныхъ породъ, слагающихъ окружающія мѣсторожденіе высоты, именно изъ сарматскихъ рухляковъ и песчаниковъ.

Изъ означеннаго мѣсторожденія, въ отчетномъ году, добыто только 30,000 пуд. глауберовой соли, тогда какъ въ 1884 году размѣръ добычи простирался до 100,000 пуд.

На самомъ мѣсторожденіи устроенъ заводъ для очистки соли, который въ 1885 году не дѣйствовалъ, но на которомъ въ 1884 году было получено безводной соли 50,000 пудовъ.

Вслѣдствіе продолжавшихъ поступать, въ отчетномъ году, заявокъ частныхъ лицъ о вновь открытыхъ ими, частью на свободныхъ казенныхъ земляхъ, частью-же на земляхъ общественныхъ, отданныхъ въ надѣлъ отъ казны сельскимъ обществамъ, новыхъ мѣсторожденій глауберовой соли, Управленіе Горною Частью, не находя въ дѣйствующихъ законоположеніяхъ по горной и соляной частямъ должныхъ указаній, ни относительно порядка производства означеннаго рода заявокъ, ни о размѣрахъ подлежащихъ къ отводу, по этимъ заявкамъ, площадей, входило, по сему предмету, въ 1885 году, въ сношеніе съ Горнымъ Департаментомъ. Послѣднимъ поднятые Управленіемъ Горною Частью вопросы были переданы на заключеніе Горнаго Совѣта, который мнѣніемъ положилъ: мѣсторожденія глауберовой соли отнюдь не подчинять дѣйствію Горнаго Устава, а сдавать ихъ въ разработку частнымъ лицамъ на общемъ основаніи соляныхъ правилъ 5 февраля 1882 г., съ тор-

говъ. Таковое заключеніе Горнаго Совѣта, Министръ Государственныхъ Имуществъ приказалъ исполнить.

Согласно вышеизложенному, Управленіемъ Горною Частью уже сдѣлано распоряженіе о томъ, чтобы были собраны подробныя свѣдѣнія о мѣсторожденіяхъ глауберовой соли, находящихся на казенныхъ земляхъ, и опредѣлены относительныя достоинства означенныхъ мѣсторожденій, для необходимаго раздѣленія ихъ на группы. Но должно замѣтить, что ограниченность средствъ, находящихся въ распоряженіи Управленія, и много другихъ занятій, лежащихъ на инженерахъ, завѣдывающихъ горнымъ промысломъ на Кавказѣ, едва-ли позволятъ привесть эту работу къ концу въ непродолжительномъ времени.

Несчастные случаи съ людьми въ рудникахъ, на промыслахъ и заводахъ. Всего на промыслахъ, рудникахъ и горныхъ заводахъ Кавказскаго и Закавказскаго края произошло, въ 1885 г., 15 несчастій съ людьми, причемъ пострадавшихъ было 21 человѣкъ, изъ этого числа—собственно рабочихъ 20. Распредѣляются-же эти несчастные случаи между различными промыслами и заводами слѣдующимъ образомъ:

	Число несчастныхъ случаевъ:
Нефт. промыслы Балахано-Сабунчинской площади	10
Марганцовые промыслы Шаропанскаго уѣзда.	2
Кагызманскій соляной промыселъ.	1
Калакетскій заводъ.	1
Рудники Катарскаго завода.	1
	15

По пяти, изъ этихъ случаевъ, виновные были привлечены къ отвѣтственности, а по четыремъ—собираются дополнительныя свѣдѣнія.

Изъ общаго-же числа пострадавшихъ, при всѣхъ несчастныхъ случаяхъ, было:

Убитыхъ.	6 челов. [1]).
Утонувшихъ.	1 „
Умершихъ отъ полученныхъ ранъ, обжоговъ и увѣчій.	6 „
Выздоровѣвшихъ отъ пораненій и ушибовъ.	8 „
	21 челов.

Принимая, затѣмъ, въ соображеніе, что общее число обращавшихся на мѣстныхъ горныхъ промыслахъ, рудникахъ и заводахъ рабочихъ простиралось до 6,000 челов. [2]), и что изъ этого числа умершихъ, вслѣдствіе несча-

---

[1]) Въ этомъ числѣ одинъ посторонній, не принадлежавшій къ числу горнорабочихъ.

[2]) Изъ этого числа, на однихъ Бакинскихъ промыслахъ 3,800, на мѣдиплавильныхъ заводахъ 1,025 и на марганцевыхъ рудникахъ 735 чел.

стныхъ случаевъ, было 12 чел., оказывается, что число жертвъ этихъ случаевъ составляло, въ 1885 году, $^1/_5$ % общаго числа рабочихъ.

Доходы и расходы Управленія. Доходовъ, въ 1885 году, поступило:

1) Горной подати и пени съ мѣдиплавильныхъ заводовъ	43,532 руб.	27 коп.
2) Платы за земли, отведенныя подъ добычу каменнаго угля	31 „	25 „
3) Подесятинной платы за земли, отведенныя подъ добычу нефти	6,217 „	24 „
4) Отъ соляныхъ промысловъ.	122,400 „	31 „
Итого. . .	172,181 „	07 коп.

Расходовъ, въ томъ-же году, было:

1) На содержаніе личнаго состава Управленія.	31,612 руб.	67 коп.
2) На содержаніе солянаго надзора. . . .	16,077 „	— „
3) На добавочное жалованье служащимъ при Управленіи, за прослуженіе на Кавказѣ опредѣленныхъ сроковъ	6,640 „	53 „
4) Хозяйственные расходы.	7,920 „	— „
5) На геологическія изслѣдованія и изданіе отчетовъ.	10,970 „	— „
Итого. . .	73,220 руб.	20 коп.

Превышеніе доходовъ надъ расходами составляло 98,960 руб. 87 коп.

Такой результатъ нельзя не признать удовлетворительнымъ, тѣмъ болѣе, что нѣкоторые предметы горнаго промысла, какъ, напримѣръ, сѣра, марганцовыя руды и, въ особенности, нефть оставались необложенными никакою податью.

Слѣдуетъ замѣтить, что до осени 1885 года состоящіе въ вѣдѣніи Управленія мѣдиплавильные заводы вносили горную подать за каждый прошедшій годъ, по полугодно, въ размѣрѣ, причитающемся за производство въ оплачиваемое полугодіе. Но въ октябрѣ того-же года Управленіе нашло необходимымъ распорядиться, чтобы впредь горная подать, согласно 504 ст. VII т. уст. горн., была вносима, хотя и въ тѣ-же сроки, но не за то количество металла, какое было выплавлено въ данное полугодіе, а каждый разъ въ размѣрѣ половины той суммы ея, какая причитается за выплавку въ теченіи всего прошедшаго года.

Заключеніе. По степени своего развитія и значенія въ народно-хозяйственномъ отношеніи, изъ различныхъ отраслей горнаго дѣла на Кавказѣ и за Кавказомъ, слѣдующія четыре заслуживаютъ наибольшаго вниманія:

Нефтяная промышленность,
Соляное дѣло,
Мѣдное производство и
Марганцовый промыселъ.

Относительно каждой изъ этихъ отраслей позволяемъ себѣ сказать здѣсь нѣсколько словъ.

Нефтяная промышленность, хотя и пріобрѣла уже, по своимъ размѣрамъ, несомнѣнно государственное значеніе, но, тѣмъ не менѣе, оказывается лишенною достаточно прочнаго основанія, вслѣдствіе неполноты научныхъ данныхъ о распредѣленіи нефти въ нѣдрахъ земли. Отсюда—неувѣренность въ завтрашнемъ днѣ, боязнь за скорое истощеніе запасовъ нефти, уже тронутыхъ разработкой, и недовѣріе къ нѣкоторымъ имѣющимся въ виду мѣропріятіямъ Правительства. Съ цѣлью устраненія такого пробѣла, уже предпринятъ рядъ геологическихъ изслѣдованій и дѣлаются подробныя соображенія о дальнѣйшемъ развитіи этихъ изслѣдованій.

Соляное дѣло, собственно въ Закавказскомъ краѣ, находится нынѣ въ нѣкоторомъ упадкѣ, вслѣдствіе того, во 1-хъ, что мѣстная соль встрѣчаетъ не малую конкуренцію со стороны вывозимой изъ Закаспійской области [1]) и во 2-хъ, что разработки каменной соли въ вышеупомянутомъ краѣ, благодаря почти совершенному отсутствію за ними, въ теченіи многихъ лѣтъ, техническаго надзора, оказываются въ состояніи крайняго запущенія. Управленіе Горною Частью изыскиваетъ теперь способы не только къ приведенію, въ возможно непродолжительномъ времени, въ исправность означенныхъ разработокъ, но и къ возобновленію добычныхъ работъ на одномъ, совершенно заброшенномъ промыслѣ (*Ольтинскомъ*, въ Карсской области), находящемся, однако, въ мѣстности, весьма нуждающейся въ соли.

Мѣдное производство, вѣроятно, оживится нѣсколько послѣ состоявшагося уже возвышенія таможенныхъ пошлинъ на ввозимую въ Имперію мѣдь. Основанное, главнымъ образомъ, на древесномъ горючемъ матеріалѣ, оно, тѣмъ самымъ, поставлено въ извѣстныя рамки. Управленіе Горною Частью считаетъ своею обязанностью строго слѣдить за тѣмъ, чтобы мѣдиплавильные заводы, пользующіеся пособіемъ въ лѣсѣ отъ казны, не выходили изъ этихъ рамокъ, во избѣжаніе значительнаго вреда, который, въ противномъ случаѣ, легко можетъ быть нанесенъ ими лѣсному хозяйству страны. Но, въ то-же время, оно будетъ всѣми возможными мѣрами содѣйствовать развитію мѣднаго производства на минеральномъ топливѣ и при посредствѣ электричества.

Что-же касается до остававшагося, въ продолженіи нѣсколькихъ лѣтъ,

---

[1]) Изъ означенной области, въ 1885 году, ввезено на Кавказъ соли около 600,000 пудовъ; не малое количество этой соли дошло даже до Тифлиса.

безъ всякаго попеченія марганцоваго промысла, болѣе другихъ подверженнаго, по свойству своему, различнаго рода случайностямъ, то Управленіе Горною Частью находитъ наиболѣе полезнымъ предоставить этотъ промыселъ его естественному росту, принявъ на себя лишь заботу о введеніи на немъ необходимаго порядка и объ улучшеніи дорогъ, служащихъ для вывоза разработываемаго ископаемаго.

При этомъ нельзя не указать на то, что, помимо недостатка капиталовъ у мѣстныхъ предпринимателей и неимѣнія удобныхъ путей сообщенія, однимъ изъ главныхъ тормазовъ развитія горнаго промысла на Кавказѣ и за Кавказомъ служитъ значительная путаница въ поземельныхъ отношеніяхъ, обусловленная отсутствіемъ не только частнаго, но, въ большинствѣ мѣстностей, и генеральнаго размежеванія.

ГОРНОЗАВОДСКАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СѢВЕРО-АМЕРИКАНСКИХЪ СОЕДИНЕННЫХЪ ШТАТОВЪ ВЪ 1885 ГОДУ [1]).

Слѣдующій краткій отчетъ о горной производительности Соединенныхъ штатовъ въ 1885 году извлеченъ изъ корректурныхъ листовъ рапорта Геологической Инспекціи Соединенныхъ Штатовъ (United States Geological Survey), который вскорѣ будетъ опубликованъ. Этотъ томъ будетъ третій изъ серіи извѣстныхъ подъ заглавіемъ „Mineral Resources“, издаваемыхъ Отдѣленіемъ Горной Статистики и Технологіи.

Каменный уголь. Коммерческій итогъ добычи каменнаго угля всѣхъ родовъ въ 1885 году, за исключеніемъ потребленнаго на самыхъ рудникахъ, составлялъ 95,834,705 большихъ тоннъ [2]) на сумму 152,915,108 долларовъ. Въ этомъ числѣ Пенсильванскій антрацитъ составлялъ 32,265,421 тонну, на сумму 72,274,544 дол., тогда какъ другіе угли, включая смолистый, бурый, лигнитъ и небольшія партіи антрацита, добытаго внѣ Пенсильваніи, составляли 63,569,284 тонны—на сумму 80,640,564 долл., на мѣстѣ добычи. Общая производительность, включая рудничное потребленіе была: Пенсильванскаго антрацита—34,228,548 тоннъ, а другихъ углей—64,840,668 тоннъ, составляя общую абсолютную добычу угля въ Соединенныхъ Штатахъ—

---

[1]) Переводъ Гор. Инж. К. Кулибина.

[2]) Считаемъ не лишнимъ привести здѣсь сравненіе упоминаемыхъ въ этой статьѣ мѣръ съ русскими: 1 больш. тонна=2240 торг. фунтовъ=62 русск. пудамъ; 1 малая тонна=2000 торг. фунт.=55 п. 15 ф., 1 торг. фунтъ=1,10763 русск. фунт.; 1 тройская унція=$7^1/_3$ золотн.; 1 долларъ=100 центамъ=1,33 метал. руб. *Переводчикъ.*

99,069,216 большихъ тоннъ, оцѣниваемыхъ слѣдующимъ образомъ: антрацитъ—76,671,948 дол., смолистый уголь—82,347,648 дол., итого 159,019,596 дол.—Общая добыча антрацита (включая мѣстное потребленіе) превышала добычу 1884 года на 1,052,792 тонны, а цѣнность была болѣе на 10,320,436 долларовъ. Общая добыча смолистаго угля была менѣе, чѣмъ въ 1884 году, на 8,889,871 тонну, но цѣнность его была на 4,930,582 дол. болѣе. Общая добыча углей всякаго рода показываетъ чистую убыль въ вѣсѣ на 7,837,079 больш. тоннъ, сравнительно съ 1884 годомъ, а выигрышъ въ цѣнности на 15,251,018 дол., происшедшій отъ средняго увеличенія стоимости тонны угля на 25 центовъ. Общая цѣнность почти одинакова съ бывшею въ 1883 г.

Коксъ. Общая производительность кокса въ 1885 году была—5,106,696 малыхъ тоннъ,—стоимостью при печахъ въ 7,629,118 дол. Въ этомъ числѣ Пенсильванія произвела 78 процентовъ или 3,991,905 тоннъ, на сумму—4,981,656 дол. Остальное было приготовлено въ четырнадцати штатахъ и территоріяхъ. Наибольшая производительность кокса въ Соединенныхъ Штатахъ была достигнута въ 1883 году, когда его было приготовлено—5,461,721 тонна. Эта производительность упала въ 1884 году до 4,873,805 тоннъ. Производительность въ 1885 году показываетъ повышеніе сравнительно съ 1884 годомъ, не достигая 1883 года почти на 360,000 тоннъ.

Петролеумъ. Общая добыча составляла—21,842,041 боченковъ въ 42 галлонна (338,893,245 ведеръ), изъ которыхъ Пенсильванскія и Нью-Іоркскія площади доставили—20,776,041 боч. Общая стоимость, при средней цѣнѣ $87^7/_8$ цента за боченокъ составляла—19,193,694 дол. Производительность показываетъ уменьшеніе на 2,247,717 боченковъ и на 1,282,600 дол. цѣнности сравнительно съ 1884 годомъ.

Натуральный газъ. Свѣдѣній о количествѣ кубическихъ футовъ собрано не было. Количество каменнаго угля, замѣненнаго газомъ, въ 1885 году составляло 3,161,000 тоннъ, на сумму въ 4,854,200 дол.—Въ 1884 году замѣненный уголь представлялъ стоимость въ 1,460,000 дол. Сравнительно съ 1883 годомъ добыча увеличилась въ десять разъ.

Желѣзо. Главныя статистическія данныя за 1885 годъ были слѣдующія: мѣстныхъ желѣзныхъ рудъ употреблено—7,600,000 большихъ тоннъ, стоимостью на рудникѣ - 19,000,000 дол. Привозныхъ желѣзныхъ рудъ употреблено 390,786 бол. тоннъ; всего желѣзной руды употреблено 7,990,786 большихъ тоннъ. Чугуна приготовлено 4,044,526 большихъ тоннъ, на 53,343 тонны менѣе сравнительно съ 1884 годомъ; стоимость чугуна, при печахъ—64,712,400 дол. или на 9,049,224 дол. менѣе, чѣмъ въ 1884 году. Общая стоимость всего желѣза на мѣстѣ производства, на первой степени обработки—93,000,000 дол.; уменьшеніе сравнительно съ 1884 годомъ на 2,800,000 д.

Золото и серебро. Авторитеты монетнаго дѣла исчисляютъ стоимость золота добытаго въ 1885 году, въ 31,801,000 дол.; увеличеніе на 1,001,000

дол. противъ 1884 года. Производительность серебра исчислена такимъ же образомъ въ 51,600,000 дол.; увеличеніе противъ 1884 года на 2,800,000 дол.

Мѣдь. Производство въ 1885 году, включая 5,086,841 фунтовъ выплавленной изъ привозныхъ колчедановъ, составляло 170,962,607 фунтовъ, стоимостью въ Нью-Іоркѣ въ 18,292,999 дол., при средней цѣнѣ въ 10,7 центовъ за фунтъ. Увеличеніе противъ 1884 года на 25,740,667 фунтовъ вѣсомъ и на 503,312 дол. стоимостью.

Свинецъ. Производство—129,412 малыхъ тоннъ, при средней цѣнѣ въ 81 дол. за тонну на Атлантическомъ берегу—на 10,469,431 дол.; уменьшеніе на 10,485 тоннъ вѣса и 67,611 дол. стоимости, сравнительно съ 1884 годомъ. Производство свинцовыхъ бѣлилъ исчисляется въ 60,000 малыхъ тоннъ, цѣною въ $5^1/_2$ центовъ за фунтъ, на сумму 6,300,000 дол.

Цинкъ. Производство металлическаго цинка въ 1885 году было—40,688 малыхъ тоннъ, оцѣниваемыхъ въ 3,539,856 дол., при средней цѣнѣ въ 4,35 цента за фунтъ; увеличеніе на 2,144 тонны вѣса и 117,149 дол. цѣнности, сравнительно съ 1884 годомъ. Изъ цинковыхъ рудъ также приготовлялись цинковыя бѣлила (окись цинка) въ количествѣ до 15,000 малыхъ тоннъ, на сумму въ 1,050,000 дол.

Ртуть. Производство—32,073 бутылей (въ $76^1/_2$ фунтовъ чистаго вѣса) или на 160 бутылей болѣе противъ 1884 года. Общая стоимость,—при средней цѣнѣ въ Санъ-Франциско въ 30,53 дол. за бутыль,—на сумму 979,189 дол.; увеличеніе противъ 1884 года на 42,861 дол. Производство киновари было около 600,000 фунтовъ, также какъ и въ 1884 году; но цѣна ея возрасла до 52 центовъ за фунтъ, такъ что общая стоимость составила — 312,000 дол.

Никель. Производство металлическаго или зерненаго никеля было — 245,504 фунта, на сумму—169,397 дол. Въ добавленіе къ этому было вывезено штейновъ и рудъ, содержащихъ 32,400 фунтовъ никеля. Общая цѣнность всего никеля составляла—190,000 дол.

Кобальтъ. Количество кобальтовой окиси было—8,423 фунта, на сумму 19,373 дол. Общая стоимость кобальта въ рудѣ, штейнѣ и помянутой окиси составляла 65,373 дол.

Марганецъ. Добыча марганцевыхъ рудъ была—23,258 большихъ тоннъ, на сумму—190,281 дол. Марганцовистой желѣзной руды —3,237 бол. тоннъ,—стоимостью—17,318 дол. Общая стоимость—207,599 дол.

Хромъ. Добыча хромистой желѣзной руды была—2,700 больш. тоннъ, цѣнностью въ 40,000 дол. Употребленіе ея для приготовленія хромовокислаго калія и натрія замѣтно возрасло, вслѣдствіе привоза хромистаго желѣзняка изъ Средней Азіи.

Олово. Вѣроятная добыча оловяннаго камня изъ сосредоточенныхъ раз-

работокъ рудника Этта, въ Дакотѣ, составляла 200 тоннъ. Заводовъ для плавки еще не устроено.

Платина. Добыча сырой платины въ 1885 году составляла около 250 тройск. унцій, на сумму 187,50 дол. Въ этомъ числѣ не значатся до 300 унцій осмійстаго иридія, употребляемаго на наконечники для перьевъ.

Алюминій. Производство металлическаго алюминія возрасло съ 1,800 тр. унцій, въ 1884 году, до 3,400 унцій въ 1885 году, представляющихъ цѣнность въ 2,550 дол. Алюминіевой бронзы, содержащей 10% алюминія было приготовлено до 4,500 фунтовъ, па сумму 1,800 дол.

Строительный камень. Стоимость—19,000,000 дол.; около того же что и въ 1884 году.

Кирпичь и черепица. Спросъ и соотвѣтственное производство возрасли въ 1885 году до стоимости—35,000,000 дол.

Известь. При постоянной цѣнѣ въ 50 центовъ за боченокъ, при печахъ, производство возрасло отъ 37,000,000 боченковъ, въ 1884 году, до 40,000,000 боченковъ въ 1885 г.

Цементъ. Производство естественнаго цемента изъ камня возрасло до 4,000,000 боченковъ, въ 300 фунтовъ каждый, но стоимость его опредѣлялась только въ 3,200,000 дол. Приготовленіе искусственнаго Портландскаго цемента достигло до 150,000 боченковъ, въ 400 фунтовъ каждый, цѣнностью на сумму 292,500 дол. Общее производство цемента всѣхъ родовъ было 4,150,000 боченковъ, на сумму 3,492,500 дол., противъ 3,720,000 дол. въ 1884 году.

Дрогоцѣнные камни. Цѣнность Американскихъ дрогоцѣнныхъ камней, добытыхъ въ 1885 году, была 69,900 дол. Въ этомъ числѣ заключается на 42,800 дол. камней, проданныхъ какъ образцы и сувениры, и на 27,100 дол. для ошлифовки. Кромѣ того было продано золотосодержащихъ кварцевъ въ видѣ штуфовъ и для украшеній и ювелирныхъ издѣлій на сумму 140,000 дол.

Жерновый камень. Торговля жерновыми камнями всякаго рода сильно упала отъ введенія вальцовыхъ мельницъ. Общая цѣнность Езоповыхъ жерновыхъ камней въ Нью-Іоркѣ и Кокалико въ Пенсильваніи не превышала 100,000 дол. въ 1885 г.

Точильный камень. Цѣнность производства, исчисленная за 1885 годъ, составляла 500,000 дол.

Фосфориты. За исключеніемъ мѣстнаго потребленія около 1,000 тоннъ въ Сѣверной-Каролинѣ, общая добыча фосфоритоваго камня, доставленнаго изъ Южной Каролины и достигающая до 437,856 большихъ тоннъ промытаго камня, въ 1885 году, представляла цѣнность въ 2,846,064 дол., при средней цѣнѣ въ 6,50 дол. за тонну.

Гипсъ. Производство сыраго алебастра, въ 1885 году, исчислялось въ 100,600 малыхъ тоннъ; обожженнаго алебастра—72,200 тоннъ; всего 172,800

тоннъ, на сумму 959,600 дол. Въ этомъ числѣ заключается 75,100 тоннъ мѣстнаго продукта, а остальное было привезено изъ Новой Шотландіи.

Соль. Вся добыча была—7,038,653 боченка въ 280 фунтовъ каждый, превышая добычу 1884 г. на 523,716 боченковъ. Общая стоимость всей добытой соли была 4,930,621 дол., представляя увеличеніе на 732,887 дол., происходящее частію отъ увеличенія цѣнности Мичиганскаго продукта и частію отъ усиленія добычи въ Западномъ Нью-Іоркѣ.

*Бромин*ъ. Производство слегка возрасло, составляя около 310,000 фунтовъ, сравнительно съ 281,100 фунтами 1884 года. Общая стоимость, при средней цѣнѣ 29 центовъ за фунтъ, была 89,900 дол., представляя увеличеніе на 22,436 дол. сравнительно съ предшествовавшимъ годомъ.

Сѣра. Добыча была только около 700 тоннъ, стоющихъ 18,000 дол.

Колчеданы. Добыто было около 49,000 больш. тоннъ, на сумму 220,500 дол. Въ добавленіе къ этому привезено было 47,500 тоннъ.

Баритъ. Добыча была 15,000 тоннъ на сумму 75,000 дол., въ сыромъ видѣ, въ какомъ добывается изъ рудника.

Слюда. Добыча уменьшилась на Западѣ, вслѣдствіе низкаго качества получаемыхъ листовъ. Общая добыча, за вычетомъ потерь, составляла 92,000 фунтовъ, на сумму 161,000 дол.

Полевой шпатъ. Производство немолотаго полеваго шпата 13,600 больш. тоннъ, на сумму 68,000 дол.

Азбестъ. Добыто около 300 мал. тоннъ, на сумму 9,000 дол.

Асфальтъ. Добыча осталась таже, около 3,000 тоннъ, съ цѣною на мѣстѣ—10,000 дол.

Минеральныя воды. Сбытъ достигалъ до 1,312,845 дол. отъ 9,148,401 галлоновъ; стоимость слегка уменьшилась сравнительно съ 1884 годомъ. Значительное сокращеніе въ количествѣ галлоновъ произошло отъ исключенія воды артезіанскихъ колодцевъ въ Мадисонѣ, Висконсинъ, которая употребляется для правильнаго городскаго снабженія. Значительное мѣстное потребленіе тоже исключено.

Общій выводъ. Данныя, сообщенныя въ послѣднемъ рапортѣ, относительно общей горной производительности, требуютъ незначительнаго измѣненія для 1885 года. Статистическія свѣдѣнія, были составлены съ цѣлію дать указанія на тѣ пункты, которые представляютъ болѣе интереса или пользы, и представлены въ той обыкновенной формѣ, которая принята во многихъ отрасляхъ торговой статистики. При сравненіи общихъ данныхъ, имѣющихся съ 1882 года, замѣчается постоянное уменьшеніе въ цѣнности, въ теченіи 1883 и 1884 годовъ, въ особенности замѣтное въ этомъ послѣднемъ году. Въ 1885 году замѣчается, наоборотъ увеличеніе, происходящее, безъ сомнѣнія, отчасти отъ болѣе полной выручки и точной оцѣнки, но тѣмъ не менѣе указывающее на болѣе выгодный рабочій годъ; обстоятельство это обнаружилось-бы еще съ большею явственностью, если бы послѣдняя половина 1885 года была

сравнена съ соотвѣтствующимъ періодомъ 1884 года, такъ какъ во многихъ важныхъ отрасляхъ торговли цѣны повысились къ концу года.

Металлическое производство Соединенныхъ Штатовъ въ 1865 г.

	Количество.	Стоимость. Долларовъ.
Чугуна, стоимость на мѣстѣ производства больш. тон.	4,044,525	64,712,400
Серебра, монетная стоимость . . . тройскихъ унц.	39,910,279	51,600,000
Золота, монетная стоимость . . . . . » »	1,538,376	31,801,000
Мѣди, стоимость въ Нью-Іоркъ-Сити [1]). . . . фунт.	170,962,607	18,292,999
Свинца » » » » » . . мал. тон.	129,412	10,469,431
Цинка » » » » » » . . . . »	40,688	3,539,856
Ртути » » Санъ-Франциско . . . . бутыл.	32,073	979,189
Никеля » » Филадельфіи . . . . . фунт.	277,904	191,753
Алюминія, стоим. въ Филадельфіи . . . . тр. унц.	3,400	2,550
Платины, сырой, стоим. въ Нью-Іоркъ-Сити тр. унц.	250	187
Итого	—	181,589,365

Неметаллическая горная производительность Соединенныхъ Штатовъ въ 1885 году (стоимость на мѣстѣ производства).

	Количество.	Стоимость. Долларовъ.
Смолистаго угля, бураго угля, лигнита и антрацита, добытаго повсюду кромѣ Пенсильванія больш. тоннъ [2])	64,840,668	82,347,648
Пенсильванскаго антрацита . . . больш. тоннъ [3]).	34,228,548	76,671,948
Петролеума . . . . . боченковъ.	21,842,041	19,193,694
Строительнаго камня	—	19,000,000
Извести . . . . . боченковъ.	40,000,000	20,000,000
Соли . . . . . »	7,038,653	4,825,345
Цемента . . . . . »	4,150,000	3,492,500
Южно-Каролинскихъ фосфатовъ . . больш. тон.	437,856	2,846,064
Известнякъ, для флюса	—	1,694,656

[1]) Включая мѣдь изъ привозныхъ колчедановъ.

[2]) Коммерческій продуктъ, то есть, поступившій въ продажу, составлялъ только 63,659,284 т. на сумму 80,640,564 дол.

[3]) Коммерческій продуктъ, то есть, поступившій въ продажу, составлялъ только 32,265,421 т. на сумму 72,274,544 дол.

		Количество.	Стоимость Долларовъ.
Минеральныхъ водъ	галлоновъ продан.	9,148,401	1,312,845
Натуральнаго газа.		—	4,854,200
Цинковыхъ бѣлилъ	мал. тоннъ	15,000	1,050,000
Буры, концентрированной	фунт.	8,000,000	480,000
Нью-Джерсейскихъ мергелей	мал. тон.	875,000	437,500
Слюды	фунт.	92,000	161,000
Колчеданы	больш. тоннъ.	49,000	220,500
Золотосодержащ. кварца въ штуфахъ, подѣлкахъ и т. п.		—	140,000
Марганцевой руды	больш. тон.	23,258	190,281
Барита сыраго	» »	15,000	75,000
Охры	больш. тоннъ	3,950	43,575
Драгоцѣнныхъ камней		—	69,900
Бромина	фунт.	310,000	89,900
Полеваго шпата	больш. тоннъ	13,600	68,000
Хромистаго желѣзняка	бол. тоннъ	2,700	40,000
Асбеста	малыхъ тоннъ	300	9,000
Сланцы, молотые для краски . .	большихъ тонн.	1,975	24,687
Сѣры	малыхъ тоннъ.	715	17,875
Асфальта	малыхъ тоннъ	3,000	10,500
Кобальтовой окиси	фунтовъ.	68,723	65,373
Итого.		—	239,431,991

Выводъ цѣнности металлическихъ и неметаллическихъ минеральныхъ веществъ, добытыхъ въ Соединенныхъ Штатахъ въ 1885 г.

Металловъ.	181,589,365	дол.
Минеральныхъ веществъ, показанныхъ въ предъидущей таблицѣ.	239,431,991	»
	421,021,356	дол.
Предполагаемая цѣнность необозначенныхъ минеральныхъ продуктовъ	7,500,000	»
Общій итогъ . . .	428,521,356	дол.

Краткія таблицы горной производительности Соединенныхъ Штатовъ за 1882, 1883, 1884 и 1885 календарные года.

Продукты.	1882.		1883.	
	Количество.	Стоимость.	Количество.	Стоимость.
Металлическіе.		долларовъ.		долларовъ.
Чугуна, стоимость на мѣстѣ производства больш. тон.	4,623,323	106,336,429	4,595,510	91,910,200
Серебра, монетная стоим. . . . . тр. унц.	36,197,395	46,800,000	35,733,622	46,200,000
Золота. монетн. стоим. тр. унц.	1,572,186	32,500,000	1,451,249	30,000,000
Мѣди, стоим. въ Нью-Іоркъ-Сити . . . . . фунтовъ	91,646,232	16,038,091	117,151,795	18,064,807
Свинца, стоим. въ Нью-Іоркъ-Сити мал. тоннъ.	132,890	12,624,550	143,957	12,322,719
Цинка, стоим. въ Нью-Іоркъ-Сити мал. тоннъ.	33,765	3,646,620	36,872	3,311,106
Ртути, стоим. въ Санъ-Франциско . . . бутыл.	52,732	1,487,042	46,725	1,253,632
Никеля, стоим. въ Филадельфіи фунт.	281,616	309,777	58,800	52,920
Сурьмы, стоим. въ Санъ-Франциско мал. тоннъ.	60	12,000	—	—
Платины, стоимость (сырой) въ Нью-Іоркъ-Сити тр. унц.	200	600	200	600
Алюминія, стоимость въ Филадельфіи тр. унц. . .	—	—	1,000	875
Итого металлическихъ ве-веществъ	—	219,755,109	—	203,116,859
Неметаллическіе (стоимость на мѣстѣ производства).				
Смолистаго угля бол. тон.	60,861,190	76,076,487	68,531,500	82,237,800
Пенсильванскаго антрацита большихъ тоннъ. . .	31,358,264	70,556,094	34,336,469	77,257,055
Петролеума боченковъ . .	30,053,500	23,704,698	23,400,229	25,740,252
Извести »	31,000,000	21,700,000	32,000,000	19,200,000
Строительнаго камня . . .	—	21,000,000	—	20,000,000
Соли боченковъ	6,412,373	4,340,140	6,192,231	4,211,042
Цемента »	3,250,000	3,672,750	4,190,000	4,293,500
Известняка, для флюса больш. тонъ	3,850,000	2,310,000	3,814,273	1,907,136
Фосфатовъ, Южно-Каролинскихъ больш. тоннъ.	332,077	1,992,462	378,380	2,270,280

Продукты.	1882.		1883.	
	Количество.	Стоимость.	Количество.	Стоимость.
		долларовъ.		долларовъ.
Мергелей, Нью-Джерсейскихъ мал. тоннъ. . . .	1,080,000	540,000	972,000	486,000
Буры фунт.	4,236,291	338,903	6,500,003	585,000
Слюды »	100,000	250,000	114,000	285,000
Охры больш. тоннъ. . . .	7,000	105,000	7,000	84,000
Мыльнаго камня мал. тон.	6,000	90,000	—	—
Барита сыраго больш. » .	20,000	80,000	27,000	108,000
Драгоцѣнныхъ камней. . .	—	75,000	—	74,050
Золотосодержащаго кварца—штуфы, подѣлки. .	—	75,000	—	115,000
Колчедановъ больш. тон. .	12,000	72,000	25,000	137,500
Марганцевой руды бол. тон.	3,500	52,500	8,000	120,000
Хромистыхъ желѣзняковъ больш. тоннъ	2,500	50,000	3,000	60,000
Асбеста мал. тоннъ. . . .	1,200	36,000	1,000	30,000
Графита фунт.	425,000	34,000	575,000	46,000
Кобальтовой окиси фунт.	11,653	32,046	1,096	2,795
Сланцевъ молотыхъ для краски больш. тоннъ. .	2,000	24,000	2,000	24,000
Сѣры мал. тоннъ	600	21,000	1,000	27,000
Асфальта мал. тоннъ . . .	3,000	10,500	3,000	10,500
Корунда » »	500	6,250	—	—
Пемзы » »	70	1,750	—	—
Полеваго шпата бол. тон.	—	—	14,100	71,112
Бѣлилъ цинковыхъ малыхъ тоннъ.	—	—	—	—
Бромина фунт.	—	—	301,100	72,264
Минеральныхъ водъ—галлоновъ проданныхъ. . .	—	—	7,529,423	1,119,603
Натуральнаго газа.	—	215,000	—	475,000
Итогъ стоимости неметаллическихъ минеральныхъ продуктовъ . .	—	227,461,580	—	241,049,889
Итогъ стоимости металлическихъ продуктовъ . .	—	219,755,109	—	203,116,859
Примѣрная стоимость необозначенныхъ минеральныхъ водъ	—	8,000,000	—	8,000,000
Общій итогъ . . .	—	455,216,689	—	452,166,748

Продукты.	1884.		1885.	
	Количество.	Стоимость.	Количество.	Стоимость.
Металлическіе		долларовъ.		долларовъ.
Чугуна, стоимость на мѣстѣ производства бол. тон. .	4,097,868	73,761,624	4,044,525	64,712,400
Серебра, монетная стоимость . . . тр. унц.	37,744,605	48,800,000	39,910,279	51,600,000
Золота, монетная стоимость тр. унц.	1,489,949	30,800,000	1,538,376	31,801,000
Мѣди, стоим. въ Нью-Іоркъ Сити . . . фунт.	147,805,407	18,106,162	170,962,607	18,292,999
Свинца, стоим. въ Нью-Іоркъ-Сити мал. тон. .	139,897	10,537,042	129,412	10,469,431
Цинка, стоим. въ Нью-Іоркъ-Сити мал. тон. .	38,544	3,422,707	40,688	3,539,856
Ртути, стоим. въ Санъ-Франц. . . . . бутыл	31,913	936,327	32,073	979,189
Никеля, стоим. въ Филадельфіи . . . . фунт.	64,550	48,412	277,904	191,753
Сурьмы, стоим. въ Санъ-Франциско мал. тон. .	—	—	—	—
Платины, стоимость (сырой) въ Нью Іоркъ-Сити тр. унц.	150	450	250	187
Алюминія, стоимость въ Филадельфіи тр. унц. .	1,800	1,350	3,400	2,550
Итого металлическихъ веществъ	—	186,414,074	—	181,589,365
Неметаллическіе (стоимость на мѣстѣ производства).				
Смолистаго угля бол. тон.	73,730,539	77,417,066	64,840,668	82,347,648
Пенсильванскаго антрацита бол. тон. . . .	33,175,756	66,351,512	34,228,548	76,671,948
Петролеума боченковъ .	24,089,758	20,476,294	21,842,041	19,193,694
Извести боченковъ . . .	37,000,000	18,500,000	40,000,000	20,000,000
Строительнаго камня . .	—	19,000,000	—	19,000,000
Соли боченковъ	6,514,937	4,197,734	7,038,653	4,825,345
Цемента „	4,000,000	3,720,000	4,150,000	3,492,500
Известняка, для флюса бол. тон.	3,401,930	1,700,965	—	1,694,656
Фосфатовъ Южно-Каролинскихъ бол. тон. . .	431,779	2,374,784	437,856	2,846,064

Продукты.	1884.		1885.	
	Количество.	Стоимость.	Количество.	Стоимость.
Мергелей Нью-Джерсейскихъ мал. тон. . . .	875,000	437,500	875,000	437,500
Буры фунтовъ	7,000,000	490,000	8,000,000	480,000
Слюды „	147,410	368,525	92,000	161,000
Охры бол. тон.	7,000	84,000	3,950	43,575
Мыльнаго камня мал. тон.	—	—	—	—
Барита сыраго бол. тон. .	25,000	100,000	15,000	75,000
Драгоцѣнныхъ камней	—	82,975	—	69,900
Золотосодержащаго кварца,—штуфы, поддѣлки	—	140,000	—	140,000
Колчедановъ бол. тон. .	35,000	175,000	49,000	220,500
Марганцевой руды бол. тон.	10,000	120,000	23,258	190,281
Хромистыхъ желѣзняковъ бол. тон.	2,000	35,000	2,700	40,000
Азбеста мал. тон.	1,000	30,000	300	9,000
Графита фунт.	—	—	—	—
Кобальтовой окиси фунт.	2,000	5,100	68,723	65,373
Сланцевъ, молотыхъ для краски . . . бол. тон.	2,000	20,000	1,975	24,687
Сѣры . . . . мал. тон.	500	12,000	715	17,875
Асфальта мал. тон. . . .	3,000	10,500	3,000	10,500
Корунда » » . . .	—	—	—	—
Пемзы » » . . .	—	—	—	—
Полеваго шпата бол. тон.	10,900	55,112	13,600	68,000
Бѣлилъ цинковыхъ мал. тон.	13,000	910,000	15,000	1,050,000
Бромина фунт.	281,100	67,464	310,000	89,900
Минеральныхъ водъ галон. продан.	10,215,328	1,459,143	9,148,401	1,312,845
Натуральнаго газа . . .	—	1,460,000	—	4,854,200
Итого стоимость неметаллическихъ минеральныхъ продуктовъ	—	219,800,674	—	239,431,991
Итого стоимость металлическихъ продуктовъ .	—	186,414,074	—	181,589,365
Примѣрная стоимость необозначенныхъ минеральныхъ продуктовъ . . .	—	7,000,000	—	7,500,000
Общій итогъ .	—	413,214,748	—	428,521,356

СМѢСЬ

Устройство первыхъ тюрбинъ Жирара въ Сибири.

Въ августѣ мѣсяцѣ 1884 года въ Николаевскомъ желѣзодѣлательномъ заводѣ, въ Иркутской губерніи, принадлежащемъ *бр. Бутинымъ*, устроенъ прокатный станъ для листоваго кубоваго желѣза, приводимый въ дѣйствіе тюрбиною *Жирара*, по конструкціи сходной съ описанной въ «Горномъ Журналѣ» 1878, Томъ II, стр. 37. Діаметръ тюрбины (съ желѣзными перьями) 11 ф. 3″, ширина направляющихъ водоспусковъ 9″ и ширина рабочаго колеса по внѣшней окружности 24″. Напоръ = $26^1/_2$ ф. Число направляющихъ водоспусковъ 12.

На этомъ станѣ въ 12 часовую смѣну прокатываютъ 28 листовъ кубоваго желѣза длиною $10^1/_2$ ф., шириною 3 ф. и толщиною $^1/_4$″. Передача движенія отъ тюрбины къ стану прямая, при 42 оборотахъ въ 1 м.

Въ постройкѣ находятся еще двѣ подобныхъ тюрбины, но только съ чугунными перьями, для доменныхъ мѣховъ и для прокатки кубовыхъ плотовъ. Послѣдняя тюрбина двойная съ зубчатымъ приводомъ. При числѣ оборотовъ тюрбины въ 1 м. 42, станъ будетъ совершать 60 оборотовъ.

Прудъ въ Николаевскомъ заводѣ небольшой и расположенъ въ горахъ. Круглый годъ невозможно будетъ работать всѣми тремя тюрбинами.

Съ 20-го апрѣля по 1-е августа воды достаточно для трехъ тюрбинъ. Отъ 1-го августа до февраля мѣсяца можетъ продолжать работать только тюрбина при доменныхъ мѣхахъ. Съ февраля до 20-го апрѣля устанавливается паровое дѣйствіе.

Всѣ вышеупомянутые постройки произведены механикомъ *В. А. Шилоносовымъ*, братомъ *И. А. Шилоносова*, устроившаго тюрбины Жирара на заводахъ гг. Всеволожскихъ.

П. Т.

Американскій способъ добычи золота въ Сибири [1]).

П. Першина.

Въ концѣ сентября, я присутствовалъ на гидравлическихъ опытахъ по американской системѣ, примѣняемыхъ здѣсь для промывки золота на кабинетскихъ золотыхъ промыслахъ инженеромъ Шостакомъ. Гидравлическая система промывки золотосодержащихъ горныхъ породъ давно существуетъ въ Америкѣ и извѣстна въ Россіи только изъ книжекъ; нигдѣ до сихъ поръ она не примѣнялась. Въ сочиненіи Локка этотъ способъ описанъ подробно и знающіе англійскій языкъ могли ознакомиться съ теоріею американскаго способа; но одной теоріи въ такомъ серьезномъ дѣлѣ недостаточно; необходима практика, или, иначе говоря,—чтобъ вполнѣ уразумѣть этотъ способъ, нужно къ нему попристальнѣе присмот-

[1]) Изъ „Сибирскаго Вѣстника"

рѣться, ощупать и изучить въ деталяхъ на самыхъ мѣстахъ, гдѣ такимъ образомъ добываютъ золото.

Вотъ для этой-то цѣли былъ командированъ Кабинетомъ въ Америку, Австралію и Новую Зеландію горный инженеръ М. А. Шостакъ. Съ годъ тому назадъ г. Шостакъ вернулся изъ своего кругосвѣтнаго путешествія въ Сибирь и нынѣшнимъ лѣтомъ на Куенскомъ кабинетскомъ золотомъ промыслѣ произвелъ приспособленія и устройства для примѣненія новаго способа, съ намѣреніемъ нынѣ-же начать фактическую добычу золота; но несвоевременное исполненіе заказовъ (элеваторовъ, брызгалъ и проч. чугунныхъ отливокъ) на Петровскомъ заводѣ отсрочило добычу золота до будущаго года. Нынѣ же, въ сентябрѣ, производились только небольшіе опыты, чтобъ убѣдиться въ вѣрности постановки золотопромывальныхъ орудій и вообще въ цѣлесообразности всѣхъ техническихъ сооруженій.

При тѣхъ способахъ промывки, которые обыкновенно практикуются у насъ въ Сибири, чтобы промыть въ сутки, положимъ, 60 кубическихъ саженъ песковъ, потребуется болѣе ста человѣкъ рабочихъ, десятка полтора служащихъ или надзирателей, самое меньшее полсотни лошадей съ полною упряжью и пр. и проч. При гидравлическомъ же, американскомъ способѣ ничего этого не требуется, и для промывки 50 куб. с. песковъ нужно четыре человѣка рабочихъ и не нужно ни одной лошади, словомъ, когда уже всѣ гидравлическія сооруженія— плотины, канавы, трубы, брызгалы, элеваторы,—произведены, то во всю операцію или золотопромывальный періодъ, при самой добычѣ золота, какъ сказано, ежедневно нужно только четыре рабочихъ, да пять-шесть, много до десяти рабочихъ плотниковъ и мастеровыхъ для перекладки трубъ, передвиженія элеватора и шлюза, всего на всего достаточно 15 человѣкъ.

Теперь приблизительно пояснимъ самый способъ. Прежде всего нужно, чтобъ была возможность сколить воду на предполагаемой къ разработкѣ розсыпи и чтобъ эта вода была въ достаточномъ количествѣ, а главное на такой высотѣ надъ уровнемъ розсыпи, чтобы резервуаръ или бакъ стоялъ выше производимыхъ работъ не менѣе какъ на 20 саженъ по вертикальной линіи, дабы при 9-ти дюймовыхъ водопроводныхъ трубахъ получать давленіе не менѣе трехъ атмосферъ, при притокѣ воды въ бакъ не менѣе 7—8 футовъ въ секунду. Вотъ самая существенная основа для гидравлическаго способа. Если таковыя условія выполнимы, то успѣхъ дѣла обезпеченъ и цѣлыя горы исчезнутъ подъ напоромъ фонтановъ, пускаемыхъ изъ носовокъ въ желаемомъ направленіи. На нижнемъ концѣ водопроводныхъ трубъ прикрѣпляются брызгала или носовки, въ родѣ тѣхъ трубъ, какія употребляются у пожарныхъ машинъ, но, разумѣется, большихъ размѣровъ, такъ что струя воды, при выходѣ изъ трубы, не менѣе въ діаметрѣ $1^1/_2$ или 2-хъ дюймовъ. Если уклонъ долины соотвѣтственный, то для производства работъ достаточно однихъ брызгалъ для разрушенія грунта, и для того, чтобъ разрушенныя породы могло гнать водою на шлюзъ и наконецъ далѣе его, дабы не употреблять особой силы для отвода промытыхъ песковъ. Если же уклонъ долины, по коей залегаетъ золотая розсыпь, не настолько значительный, чтобъ далеко относило эфеля и гальку, то въ такомъ случаѣ ставится элеваторъ, коимъ поднимается силою воды порода и выбрасывается вмѣстѣ съ водою на шлюзъ, по коему увлекаемые водою пески, осадивъ золото, сходятъ со шлюза и образуютъ отвалъ эфелей и гальки вмѣстѣ. По мѣрѣ надобности, элеваторъ переносится выше по долинѣ. Элеваторъ имѣетъ видъ цилиндра, длиною до 20-ти футовъ, поставленнаго съ небольшимъ наклономъ въ сторону шлюза. Пріемный конецъ его утверждается въ небольшомъ зумфѣ, въ который брызгалами сгоняется порода съ размываемой площади и изъ этого зумфа съ

ужасною быстротою летитъ въ верхъ по элеватору и падаетъ на шлюзъ. На 1 куб. сажень песковъ требуется отъ 15 до 18 куб. саж. воды.

Опыты производились надъ пустою породою, не содержащею золота, но довольно и того, что какъ самъ производитель работъ, г. Шостакъ, такъ и всѣ мы, посторонніе зрители, вполнѣ убѣдились въ превосходномъ дѣйствіи этого способа, когда передъ нашими глазами брызгаломъ плотную природную почву мгновенно разрушало и рвало и въ видѣ мутнаго потока гнало къ основанію элеватора, а послѣдній, въ свою очередь, съ неистовою силою бросалъ фонтанъ камней, песка и воды на высоту 20-ти футовъ на промывальный шлюзъ.

На всякой почти золотоносной розсыпи есть покрыша изъ пустыхъ наносовъ, или, какъ называютъ на золотопромышленномъ языкѣ, торфовъ, то этотъ торфъ снимается дѣйствіемъ тѣхъ же брызгалъ и элеваторовъ, слѣдовательно, нѣтъ опасенія, что золото вмѣстѣ съ торфами увезутъ въ отвалъ, какъ это часто случается, но торфы здѣсь подвергнутся той же манипуляціи, какъ и самые пески. Почва или постель розсыпи тоже не останется съ золотомъ, такъ какъ при этомъ способѣ достаточно 5-ти доль во 100 пудахъ породы, чтобъ оправдать расходы по эксплоатаціи, а что будетъ свыше этого содержанія, то уже составитъ чистый барышъ.

Но всякое дѣло, по русской пословицѣ, мастера боится; такъ и въ данномъ случаѣ. Прежде чѣмъ приступать къ гидравлическому способу добычи золота, если бы кто вздумалъ, то нужно изучить его, по примѣру г. Шостака, и тогда успѣхъ обезпеченъ.

Устройство плотинъ для скопа воды и канавы водопроводныя составятъ главный расходъ гидравлическаго способа; примѣрно, единовременная затрата на данную мѣстность, впредь до выработки, будетъ отъ 15 т. до 50 т. рублей, самыя же трубы, пролагаемыя обыкновенно по склону горы, носовки, элеваторы и шлюзы будутъ стоить не болѣе 3—5 т. рублей, да плюсъ 15 человѣкъ рабочихъ, вотъ весь расходъ на выработку въ полтораста рабочихъ лѣтнихъ дней семи съ половиною милліоновъ пудовъ песковъ или 7,500 куб. саженъ. Но единовременная затрата на гидравлическія сооруженія не должна падать цѣликомъ на первый годъ работъ, а распредѣлится на всѣ послѣдующіе, слѣдовательно, стоимость на данную выработку песковъ сократится, противъ нынѣшняго, по меньшей мѣрѣ въ десять разъ. Припомнимъ только то, что золотопромышленнику не придется дѣлать авансовыхъ затратъ по нѣскольку десятковъ тысячъ рублей на наемъ массы рабочихъ, на покупку лошадей, сбруи, инструментовъ, припасовъ и фуража и съ тѣмъ вмѣстѣ содержать на пріискѣ громадное хозяйство съ скотными и конными дворами, кузницами и разными цѣхами, поѣдающими массу денегъ.

Надо ожидать, что гидравлическій способъ добычи золота произведетъ переворотъ въ золотомъ дѣлѣ и получитъ въ Сибири самое широкое примѣненіе; до сихъ поръ пріиски, втунѣ лежащіе по невыгодности къ работамъ и совершенно брошенные изъ прежде работавшихся, будутъ эксплоатироваться вновь съ значительною пользою и съ меньшею затратою рабочихъ рукъ, избытокъ которыхъ обратится къ сельскому хозяйству. При такихъ условіяхъ, золотой промыселъ въ Сибири не будетъ въ ущербъ ни государственной экономіи, ни общему благосостоянію, а напротивъ, явится виднымъ факторомъ къ развитію страны въ совокупности съ земледѣліемъ и другими народными промыслами.

О несчастныхъ случаяхъ на копяхъ 1-го округа Привислянскаго края.

Горнаго Инженера Ѳ. Бруспицына.

Прочитавъ въ послѣдней книжкѣ «Горнаго Журнала» статью г. А. П. Кеппена «о несчастныхъ случаяхъ на рудникахъ и заводахъ перваго горнаго округа Царства Поль-

скаго» (Привислянскаго края), я считаю долгомъ дополнить ее свѣдѣніями, собранными мною въ минувшее лѣто отъ разныхъ лицъ и учрежденій, называть которыя въ настоящее время не приходится, въ виду возбужденнаго правительствомъ вопроса о положеніи Привислянской промышленности, для изслѣдованія которой я имѣлъ честь быть избраннымъ въ члены Высочайше утвержденной коммисіи; кромѣ того, нѣкоторыя данныя я имѣлъ случай получить изъ Горнаго Департамента.

Свѣдѣнія изъ послѣдняго присутственнаго мѣста даютъ цифру добычи угля въ 1-мъ горномъ округѣ Привислянскаго края за 1885 годъ въ 108.075,009 пудовъ и цифру пострадавшихъ—49 человѣкъ, т. е. одинъ пострадавшій приходится на 2.205,612 пудовъ добытаго угля, а при числѣ задолженныхъ рабочихъ въ 7,816 человѣкъ, на каждые 1,000 рабочихъ приходится несчастій 6,269, а на 1,000 собственно горнорабочихъ — 11 человѣкъ!

Еслибъ свѣдѣнія, собираемыя путемъ чтенія рапортовъ г. окружнаго инженера, близко подходили къ дѣйствительности, то и тогда цифра несчастій не могла бы не обратить вниманія на способъ разработки угля, практикующійся въ краѣ; но, надо замѣтить, что свѣдѣнія оффиціальныя далеко не полны, и мнѣ, къ сожалѣнію, пришлось во очію убѣдиться въ печальномъ состояніи нашей оффиціальной статистики. Не входя въ настоящей замѣткѣ въ подробности, смѣю увѣрить читателей нашего журнала, что изъ 100 несчастій извѣстными становятся не болѣе 80, такъ какъ, даже при недолгомъ пребываніи моемъ въ краѣ, мнѣ пришлось узнать о 56 несчастіяхъ на копяхъ съ 1-го января по 15-е сентября сего года, а по свѣдѣніямъ оффиціальнымъ (въ Горномъ Департаментѣ) за это время ихъ насчитывается всего-то 45.

Во всякомъ случаѣ и эти 45 ужасныхъ несчастій показываютъ, что дѣло ведется не вполнѣ правильно. Прежде всего поражаетъ число убитыхъ. За нынѣшній годъ изъ этихъ оффиціальныхъ 45-ти на смертные случаи относится чуть не половина (21), а за 1885 годъ изъ 49 пострадавшихъ отправилось на тотъ свѣтъ—37.

По даннымъ г. Кеппена [1]) изъ 46 несчастныхъ случаевъ за 1885 годъ на всѣхъ копяхъ, рудникахъ и заводахъ 1-го округа отъ обрыва угля или пустой породы произошло 21 несчастіе, при чемъ пострадало 25 человѣкъ, изъ коихъ 18 убито; не малое число несчастій относится и на *прочіе* случаи, а именно 10 убито и 2 ранено. Было бы конечно не безъинтересно узнать, какіе это *прочіе случаи*, при которыхъ число убитыхъ составляетъ 83% изъ всѣхъ пострадавшихъ.

Совершенно справедливо замѣчаетъ г. Кеппенъ, что главная масса (именно *масса*!) несчастій приходится на копи. Къ сожалѣнію, почтенный авторъ ни слова не говоритъ о количествѣ теряемаго угля при существующей системѣ эксплоатаціи его въ краѣ. При взглядѣ на ужасныя цифры потери столь полезнаго ископаемаго, быть можетъ, и система добычи измѣнилась бы и число бы человѣческихъ жертвъ поуменьшилось.

Опять, не входя въ детали, приведу только цифры потери угля на копяхъ ф. Крамсты, о которомъ, по поводу кассъ, упоминаетъ авторъ „несчастныхъ случаевъ“ на стр. 308 „Горнаго Журнала“ за ноябрь 1886 г., хотя надо признаться, что никакая касса, хотя бы и г. Крамсты, въ Россіи безъ дозволенія правительства не можетъ быть терпима, а посему и никакой контроль надъ таковою не мыслимъ, и таблица пособій, приведенная въ концѣ статьи г. Кеппена, такимъ образомъ не имѣетъ серьезнаго значенія. Надо замѣ-

---

[1]) Стр. 303.

тить еще, что на незаконное существованіе подобныхъ кассъ уже обращено вниманіе подлежащаго начальства и жалобы рабочихъ на поборы оказались небезосновательными.

Безвозвратно потеряннаго угля только изъ верхнихъ, нетронутыхъ еще пластовъ, на принадлежащихъ о-ву ф. Крамсты копяхъ оказывается по 1-е іюля 1885 г.

1)	на площади	Игнатій . . .	55.845,900 пуд.
2)	„	Вильгельмъ. .	14.535,300 „
3)	„	Карлъ . . .	87.653,300 „
4)	„	Георгъ . . .	19.778,600 „
		Итого . . .	177.813.100 пуд.

Здѣсь, для краткости, не принято во вниманіе то обстоятельство, что при добычѣ пласта Редена, значительная масса его въ тѣхъ копяхъ, гдѣ толща его превышаетъ 8 метровъ, какъ напр. на копи Игнатій, пропадаетъ; разсчетъ этотъ касается только верхнихъ флецовъ. При болѣе подробномъ исчисленіи я, въ свое время, приведу точныя данныя о потерѣ угля при нынѣшнемъ хозяйничаніи иностранныхъ углепромышленниковъ въ копяхъ русской окраины, а теперь ограничусь заявленіемъ, что ежегодно теряется 100.000,000 угля, т. е. столько же, сколько и добывается.

Не могу не привести еще слѣдующаго сравненія: одинъ убитый въ копяхъ Привислянскаго края приходится на 2.920,946 пуд. добытаго угля.

Одинъ убитый въ копяхъ Верхней Силезіи приходится на 7.209,770 пуд. добытаго угля [1]).

Кромѣ того, въ Силезіи эксплоатируютъ всѣ пласты, достойные разработки, и способъ очистной выемки съ обрушеніемъ кровли примѣняется къ добычѣ флецовъ въ послѣдовательномъ нисходящемъ порядкѣ и, при настоящемъ недостаткѣ надлежащихъ размѣровъ лѣса для крѣпленія, въ скоромъ времени замѣнится добычей съ закладкой пустой породой въ пространства вынутыхъ цѣликовъ, при эксплоатаціи мощныхъ флецовъ.

Во всякомъ случаѣ, позволю себѣ привести здѣсь слѣдующія положенія:

1) по отношенію къ добычѣ угля, у насъ погибаетъ рабочихъ въ 2,5 раза болѣе чѣмъ въ Силезіи, а не втрое менѣе;

2) потеря угля у насъ въ Привислянскомъ краѣ составляетъ по отношенію къ добычѣ 100%;

а посему слѣдуетъ:

а) силезскому способу выемки угля на очистку положить предѣлъ;

б) за каждый несчастный случай, происшедшій въ копи не отъ непредвидѣнныхъ случайностей, взыскивать съ владѣльца опредѣленное вознагражденіе въ пользу семьи пострадавшаго, а уголовную отвѣтственность возложить на инженера, завѣдующаго копью;

в) управленіе копями должно быть ввѣрено горнымъ инженерамъ, имѣющимъ русскій дипломъ, а ни въ какомъ случаѣ не допускаемо для лицъ, не имѣющихъ таковаго и хотя бы 20 лѣтъ кряду прослушавшихъ лекціи въ Тарновицкой штейгерской школѣ или даже въ Берлинской горной академіи;

г) Правительственный надзоръ за каменноугольною промышленностью долженъ быть усиленъ.

Вотъ пока все, что я желалъ замѣтить по поводу статьи высокопочтеннаго А. Н. Кешена.

[1]) „Г. Ж.“ № 11, стр. 307.

Замѣтка по поводу статьи А. П. Кеппена „О несчастныхъ случаяхъ на рудникахъ и заводахъ 1-го горнаго округа Ц. Польскаго".

Профессора Н. Іосса.

Занимавшись нѣкогда статистикою въ силу своихъ служебныхъ обязанностей (секретаря Горнаго Ученаго Комитета и преподавателя горнозаводской статистики въ Горномъ Институтѣ), я конечно съ большимъ интересомъ прочиталъ помѣщенную въ Ноябрьской книжкѣ „Горнаго Журнала" за 1886 годъ статью Ал. Петр. Кеппена „о несчастныхъ случаяхъ на рудникахъ и заводахъ 1-го горнаго округа Царства Польскаго", равно какъ и предшествовавшую ей выдержку изъ горнозаводской статистики Пруссіи. При этомъ выводы, сдѣланные А. П. Кеппеномъ, изъ имѣвшихся въ его распоряженіи численныхъ данныхъ, возбудили мое особенное вниманіе уже тѣмъ, что они противорѣчили составившемуся въ умѣ моемъ представленію о небрежномъ веденіи работъ по эксплоатаціи каменноугольныхъ залежей Ц. Польскаго. Обстоятельство это и заставило меня внимательно разсмотрѣть цифровыя данныя, служившія для выводовъ А. П. Кеппена, съ цѣлью убѣдиться вполнѣ въ пригодности ихъ для правильныхъ заключеній. Важнѣйшія изъ этихъ данныхъ (относящихся къ каменноугольной промышленности) заключаются въ слѣдующихъ цифрахъ [1]).

			Добыто угля.	Задолжено раб.	Убито.	Ранено.
Во Франціи	въ	1883 году	21.333,884 метр. угля.	113,003 ч.	172 ч.	935 ч.
	„	1884 „	20.223,514 „ „	109,426 „	171 „	895 „
Въ Верхней Силезіи	„	1882 „	10.853,285 „ „	35,514 „	94 „	591 „
	„	1883 „	11.796,305 „ „	36,279 „	110 „	655 „
	„	1884 „	12.232,067 „ „	39,081 „	104 „	700 „
Въ Ц. Польскомъ	„	1883 „	102.393,000 пудъ „	6,944 „	30 „	20 „
	„	1884 „	103.473,000 „ „	7.550 „	24 „	21 „
	„	1885 „	109.282,000 „ „	7,921 „	37 „	12 „

При разсмотрѣніи этихъ данныхъ, невольно бросается въ глаза отношеніе между числомъ убитыхъ и раненыхъ въ каменноугольныхъ копяхъ Ц. Польскаго, если сравнить его съ отношеніемъ, выведеннымъ изъ данныхъ, полученныхъ на копяхъ Франціи и Верхней Силезіи. Дѣйствительно, во Франціи на каждаго убитаго въ каменноугольныхъ копяхъ причитается среднимъ числомъ (за 2 года) 5,33 ч. раненыхъ; въ Верхней Силезіи на 1 убитаго приходится 6,31 ч. раненыхъ. Въ Ц. Польскомъ, при добычѣ каменнаго угля, на 1 убитаго приходится только 0,58 ч. раненыхъ, если сдѣлать средній выводъ за три года (1883 по 1885) и 0,33 ч. если взять данныя за одинъ лишь 1885 г. Оказывается, стало быть, что отношеніе числа раненыхъ къ числу убитыхъ на каменноугольныхъ копяхъ Ц. Польскаго почти въ 10 разъ менѣе, чѣмъ въ Силезіи и Франціи, хотя у насъ въ числѣ раненыхъ показываются и легко раненые, въ Пруссіи же только тѣ изъ пострадавшихъ, кои вынуждены были болѣзнію по крайней мѣрѣ на мѣсяцъ прекратить работу. Обстоятельство это вызываетъ невольное сомнѣніе въ точности свѣдѣній, относящихся собственно до числа раненыхъ на копяхъ Ц. Польскаго, такъ какъ, съ одной стороны, условія добычи угля въ немъ весьма сходны съ таковыми же Верхней Силезіи, а съ другой стороны—

[1]) См. Горный Журналъ 1886 г. № 11, стр. 304 и 307.

нельзя сомнѣваться въ большой точности данныхъ оффиціальной статистики Прусскаго Королевства.

Если-же основать свои выводы о большей или меньшей безопасности рабочахъ на каменноугольныхъ копяхъ Ц. Польскаго, сравнительно съ копями Французскими и Верхне-Силезскими, лишь на данныхъ, не подлежащихъ сомнѣнію, а именно лишь на числѣ убитыхъ, то получатся заключенія, значительно разнящіяся отъ выводовъ г. Кеппена.

Въ самомъ дѣлѣ, при добычѣ каменнаго угля въ трехъ вышеназванныхъ странахъ причитается:

		На 1000 ч. рабочихъ убито.	На одн. уб. доб. угля
Во Франціи	въ 1883 году	1,52	7.640,500 пудовъ.
	„ 1883 „	1,56	7 285.700 „
Въ Верхней Силезіи	„ 1882 „	2,64	7.112,300 „
	„ 1883 „	3,03	6.615,000 „
	„ 1884 „	2,66	7,571,800 „
Въ Ц. Польскомъ. . .	„ 1883 „	4,33	3.413,000 „
	„ 1884 „	3,17	4.519,000 „
	„ 1885 „	4,66	2.953,000 „

Такимъ образомъ количество добытаго угля, причитающееся на одного убитаго въ копяхъ Ц. Польскаго, среднимъ числомъ вдвое меньше, чѣмъ въ копяхъ В. Силезіи и Франціи. При томъ польскій рабочій имѣетъ примѣрно въ полтора раза больше шансовъ быть убитымъ, чѣмъ рабочій Верхней Силезіи и отъ двухъ до трехъ разъ больше, чѣмъ рабочій каменноугольныхъ копей Франціи.

ЕЩЕ О ШУНГИТѢ.

(Письмо въ Редакцію).

Г. Редакторъ! Въ Сентябрьской книжкѣ редактируемаго Вами журнала появилась статья г. Алексѣева „о теплопроизводительной способности и составѣ ископаемыхъ углей изъ различныхъ мѣсторожденій Россійской Имперіи,“ въ которой, между прочимъ, есть глава о шунгинскомъ углѣ. Въ этой послѣдней г. Алексѣевъ снова возвращается къ старому спору о шунгитѣ, пытаясь доказать, что онъ ничѣмъ не отличается отъ антрацитовъ и не можетъ быть признанъ за особое видоизмѣненіе углерода. Самый тонъ статьи г. Алексѣева (и только исключительно въ этой главѣ о шунгитѣ, въ другихъ нѣтъ) и выходки, направленныя противъ меня, лишаютъ меня возможности возражать этому автору. Придавая подобный характеръ своей статьѣ, г. Алексѣевъ тѣмъ самымъ приглашаетъ и меня избрать такое же оружіе для борьбы съ нимъ,—но я считаю *вообще*, а для себя въ частности, неприличнымъ, употреблять такой тонъ въ научныхъ вопросахъ. Вотъ почему я избралъ формою письмо къ Вамъ, г. Редакторъ, и такимъ путемъ буду говорить съ читающей Вашъ журналъ публикою, а не съ г. Алексѣевымъ.

Въ 1879 году въ II томѣ Горнаго Журнала, и почти одновременно и на нѣмецкомъ языкѣ въ Neues Jahrbuch für Mineralogie u s. w., появилась моя статья подъ заглавіемъ „Новый крайній членъ въ ряду аморфнаго углерода,“ —

въ которой, на основаніи ряда химическихъ анализовъ и изученія физическихъ свойствъ (твердости, удѣльнаго вѣса, электропроводности и теплоемкости), была установлена новая разность подъ вышеуказаннымъ наименованіемъ. Въ этой статьѣ я старался всесторонне изучить новое тѣло, — какъ это и принято въ наукахъ естественныхъ,—и сравнить его съ другими родственными тѣлами. Такое сравненіе показало, что новая разность принадлежитъ къ группѣ аморфнаго углерода и, по степени концентраціи послѣдняго, а равно и по физическимъ свойствамъ, стоитъ за антрацитами, но въ тоже время представляетъ отъ послѣднихъ больше отличія, чѣмъ наблюдается различія между антрацитами и каменнымъ углемъ [1]).

Вотъ одна изъ причинъ, заставившихъ меня выдѣлить шунгинское ископаемое изъ ряда минеральныхъ углей. Другая причина, поддержавшая вышеупомянутое рѣшеніе, заключалась въ трудной сгораемости изучаемаго вещества и въ оригинальной способности его сильно растрескиваться. Оба эти послѣднія обстоятельства также вызывали, какъ необходимость, дать новое наименованіе, дабы и въ общежитіи дѣлали различіе между этимъ ископаемымъ и антрацитами. Правда, года два тому назадъ, я самъ почувствовалъ недостатокъ въ длинготѣ названія, и въ моей „Геологіи" назвалъ это ископаемое шунгитомъ.

Г. Алексѣевъ, въ самомъ началѣ своей статьи, называетъ меня ожесточеннымъ врагомъ такъ называемаго имъ шунгинскаго угля. Вамъ, г. Редакторъ, въ журналѣ котораго и печатана моя статья, было видно въ чемъ заключалось мое ожесточеніе,—оно выразилось только тѣмъ, что я подвергъ это ископаемое подробному изслѣдованію, показалъ ошибки въ изслѣдованіяхъ моихъ предшественниковъ, заставившихъ ихъ принять шунгитъ за антрацитъ, о которомъ въ то время извѣщалось въ газетахъ, журналахъ и даже въ парадной встѣчѣ, сдѣланной этому ископаемому въ Техническомъ Обществѣ. Нельзя меня винить и за то, что моя статья о шунгитѣ, какъ я слыхалъ позднѣе, помѣшала нѣкоторымъ личностямъ ввести въ заблужденіе довѣрчивыхъ акціонеровъ, привлекаемыхъ во вновь созидающееся акціонерное общество. Чѣмъ-же выразилось мое ожесточеніе, о которомъ говоритъ г. Алексѣевъ?

Далѣе г. Алексѣевъ удивляется, что я назвалъ это ископаемое углеродомъ, а не углемъ, и старается даже доказать, что „никакого ряда аморфнаго углерода мы не знаемъ", а есть „скорѣе смѣси углеродистыхъ соединеній съ весьма большимъ вѣсомъ частицы". Въ петрографіи и минералогіи уже давно установилась своя терминологія, которую слѣдовало знать и автору, пишущему о минеральныхъ угляхъ, по которой есть цѣлое семейство минераловъ и горныхъ породъ углерода, причемъ различаютъ въ нихъ два отдѣла: отдѣлъ кристаллическаго углерода и аморфнаго. Еще Бишофъ подъ одною рубрикою „Der Kohlenstoff" рядомъ разсматриваетъ: графитъ, антрацитъ и алмазъ. И если самъ г. Алексѣевъ, желая доказать, что шунгитъ уголь, а не углеродъ, сопровождаетъ свое опредѣленіе словомъ „скорѣе", то для насъ не подлежитъ сомнѣнію, что покуда не будетъ до-

---

[1]) Такъ твердость шунгита (всѣ эти данныя получены съ блестящею разностью его, содержащей 1,01% золы) мною найдена равною между 3,5 и 4, тогда какъ для антрацитовъ она отъ 2 до 2,5; удѣльный вѣсъ шунгита, въ томъ видѣ, какъ онъ встрѣчается въ природѣ, 1,84, а въ сухомъ видѣ 1,98; для большинства антрацитовъ удѣльный вѣсъ 1,58. Опыты надъ электропроводностью шунгита дали число, превосходящее въ 729 разъ электропроводность антрацита изъ Ровенковъ, Донецкаго бассейна, и только въ трое слабѣе графита.

казано опытнымъ путемъ, что антрациты и другія твердыя горючія минеральныя ископаемыя суть химическія соединенія, до тѣхъ поръ не измѣнится и наша классификація. Во всякомъ случаѣ, едва ли кто будетъ оспаривать, что въ антрацитѣ (до 94% С) и въ шунгитѣ (98%) углеродъ вполнѣ преобладаетъ. Точно также и въ другихъ горныхъ породахъ, какъ напр., въ породахъ кремнеземистыхъ, допускаютъ въ петрографіи послѣднее наименованіе, хотя сплошь и рядомъ породы содержатъ кремнезема менѣе, чѣмъ въ вышеупомянутыхъ породахъ углерода.

Нѣсколькими строками далѣе г. Алексѣевъ говоритъ: „несостоятельность выводовъ г. Иностранцева была обнаружена проф. Лисенко". Здѣсь г. Алексѣевъ, въ виду, должно быть, нѣкоторой давности моей работы, представляетъ дѣло невѣрно. Мною именно было доказано, что, не высушивъ надлежащимъ образомъ шунгитъ, г. Лисенко подвергъ его анализу и счелъ водородъ воды этого ископаемаго за водородъ, связанный съ углеродомъ. Это сдѣлалось-бы яснымъ для г. Алексѣева, если бы онъ внимательно читалъ статью, о которой взялся толковать, и это избавило-бы его отъ совершенно неумѣстнаго выраженія (стр. 482), въ которомъ онъ говоритъ: „На сколько же странны были пріемы г. Иностранцева, видно изъ того, что онъ сушилъ уголь при 150°". Можно только удивляться, что г. Алексѣеву кажутся странными способы, употребляемые многими, и не кажется страннымъ его собственный способъ, завѣдомо не приводящій къ точнымъ результатамъ. Такъ, сушку угля г. Алексѣевъ производилъ надъ сѣрною кислотою, хотя, какъ это показалъ еще Соссюръ въ 1813 г., многіе минералы не отдаютъ всей гигроскопической влажности при самой тщательной сушкѣ ихъ при обыкновенной температурѣ. Въ моей статьѣ на первомъ планѣ были приложены заботы къ точному опредѣленію воды, которую я опредѣлилъ *прямымъ путемъ*, а не изъ *разности*, какъ это сдѣлалъ г. Лисенко. Опредѣленія воды сопровождались всѣми предосторожностями и повторялись при разнообразныхъ условіяхъ опыта, а потому, вмѣсто того, чтобы удивляться, г. Алексѣевъ обязанъ былъ опытнымъ путемъ доказать неточность моихъ наблюденій,—чего онъ не сдѣлалъ. Въ той-же моей статьѣ г. Алексѣевъ могъ-бы найти указаніе, что и при сушкѣ въ воздушной банѣ потеря достигала до 7,21%, слѣдовательно, въ струѣ сухой угольной кислоты только на 0,55% болѣе.

Что же касается моего взгляда на гигроскопичность вообще, котораго какъ то странно отъ меня требуетъ г. Алексѣевъ, то считаю долгомъ замѣтить, что я его не излагалъ въ своей монографіи о шунгитѣ. Мнѣ, изучая свойства этой разности углерода, пришлось сдѣлать опытъ и относительно поглощенія, причемъ оказалось, что въ теченіе 37 сутокъ онъ поглотилъ 7,47%, а не 3,18% какъ невнимательно цитируетъ мою работу г. Алексѣевъ: онъ здѣсь беретъ цифры изъ перваго опыта, не обращая вниманія на то, что этотъ опытъ былъ сдѣланъ съ прокаленнымъ шунгитомъ. Вышепредставленныя мнѣ, такъ называемыя, возраженія г. Алексѣева, заканчиваются фразою: „Въ этой-то безотносительности сужденій г. Иностранцева и лежитъ корень его ошибки". Крайне интересно, что, не указавъ ни одной изъ моихъ ошибокъ, г. Алексѣевъ нашелъ ихъ корень! По моему мнѣнію, эта фраза логически ни откуда не слѣдуетъ и едва ли имѣетъ мѣсто въ такъ называемой ученой статьѣ.

Приводя анализъ шунгита, или опредѣленіе С и Н. и сопоставляя его съ

анализомъ одного изъ углей, сдѣланныхъ Дюма, опредѣлившимъ до 97,6% С., г. Алексѣевъ говоритъ, что послѣдній не счелъ долгомъ признавать его за особое видоизмѣненіе углерода. Мнѣ неизвѣстно какія мотивы были у Дюма, но весьма естественно предположить, что имъ не были изучены физическія свойства данной разности углерода, а, какъ извѣстно, для установки новаго минеральнаго вида требуется изученіе не только химическихъ, но и физическихъ свойствъ даннаго ископаемаго; изученіе физическихъ свойствъ можетъ быть и не было произведено Дюма,—вѣроятно въ томъ и заключается отвѣтъ г. Алексѣеву.

Особенно странно отношеніе г. Алексѣева къ трудности сгоранія шунгита. [1]) Онъ сопоставляетъ сгораніе грушевскаго антрацита съ шунгитомъ, но при этомъ ни однимъ словомъ не промолвился о томъ, какую разность шунгита бралъ для опытовъ; а такихъ разностей мною уже было анализировано девять,—вѣроятно ихъ еще больше. Громадное должно быть различіе въ томъ, съ большимъ или меньшимъ количествомъ золы взята для опыта разность шунгита, что мною уже было показано давно. Изъ своихъ опытовъ, „хотя, какъ говоритъ г. Алексѣевъ (стр. 483), скорость струи кислорода, діаметръ платиновой гильзы и т. д. измѣнялись у меня при различныхъ опытахъ...", онъ выводитъ заключеніе, что шунгитъ горитъ нѣсколько скорѣе грушевскаго антрацита. Такой выводъ болѣе чѣмъ странный, ибо нѣсколькими страницами раньше (стр. 458) г. Алексѣевъ говоритъ: „что даже такіе трудно горючіе угли, какъ шунгинскій и т. д.;" чему же тутъ вѣрить: сожиганію-ли, произведенному при непостоянныхъ условіяхъ, или первымъ словамъ г. Алексѣева? Прибавлю, что я въ свое время производилъ сравнительные опыты сжиганія (см. у меня стр. 323) шунгита и графита съ р. Курейки изъ Сибири при совершенно одинаковыхъ условіяхъ и убѣдился въ томъ, что графитъ послѣдней мѣстности выгораетъ значительно скорѣе шунгита; отсюда, мнѣ кажется, я имѣлъ право сдѣлать выводъ о чрезвычайно трудной сгораемости шунгита. Что же касается способности шунгита растрескиваться въ его чистыхъ разностяхъ, то этотъ опытъ я производилъ неоднократно и показывалъ его спеціалистамъ, и въ настоящее время не откажусь демонстрировать эти опыты на имѣющихся у меня образцахъ.

Представляемый г. Алексѣевымъ анализъ даетъ влажности 1,87% и летучихъ веществъ 8,2% и это найдено въ шунгитѣ, взятомъ изъ коллекціи Конткевича и содержащемъ до 2,02% золы. Я уже упомянулъ въ своей статьѣ (стр. 323), что въ мѣстѣ выхода на дневную поверхность блестящей разности шунгита онъ, вѣроятно подъ вліяніемъ вывѣтриванія, а можетъ быть и окисленія, принимаетъ видимо нѣсколько иной характеръ, напоминая гагатъ. Въ этой разности мною прямымъ путемъ, а не косвеннымъ, было опредѣлено воды 9,41% и золы 2,20%,—числа, весьма близкія къ полученнымъ г. Алексѣевымъ, а это, въ свою очередь, наводитъ меня на мысль, что у г. Алексѣева не было чистой разности шунгита съ 1,01% золы; надъ этою послѣднею разностью я и производилъ всѣ мои химическія и физическія изслѣдованія. Приводимый г. Алексѣе-

---

[1]) Напр., у г. Алексѣева взято шунгита 0,801 грм., которые сгорѣли въ 8 минутъ, а въ другомъ опытѣ 0,561 грм. того же шунгита, сгорѣвшіе въ 8 минутъ. Отсюда видно, что опыты г. Алексѣева даютъ довольно точную мѣру для сгоранія и могутъ дать хорошій матеріалъ для „относительности сужденій"!..

вымъ анализъ шунгита, въ которомъ не было опредѣлено прямымъ путемъ воды, конечно, вводитъ г. Алексѣева въ ту же ошибку, въ которую впалъ г. Лисенко и другіе. Не лишено интереса, что, пользуясь данными г. Алексѣева, можно представить разсчетъ того количества H, которое должно было-бы быть найдено въ шунгитѣ, если бы его высушили настоящимъ образомъ. Ели принять, что въ анализированномъ образцѣ, вслѣдствіе неполнаго его обезвоживанія, сохранилась вода, то число подъ рубрикою H слѣдуетъ уменьшить соотвѣтственнымъ количествомъ O, считая, что послѣдній принадлежитъ водѣ. Изъ цифръ г. Алексѣева мы тогда получимъ: H=1,19%, количеству найденнаго O(6,11%) соотвѣтствуетъ H=0,76%; откуда H не соединеннаго съ O будетъ 0,4 %; мною же найдено въ шунгитѣ 0,4%. (*)

Вычисляя теплотворную способность, г. Алексѣевъ (стр. 485) говоритъ, что „по величинѣ теплотворной способности разсматриваемый уголь становится въ одинъ рядъ съ антрацитами". Не трудно убѣдиться, что на основаніи теплотворной способности, шунгитъ можно съ равнымъ основаніемъ отнести и къ графитамъ, какъ это можно видѣть изъ нижеслѣдующаго разсчета, основаннаго на данныхъ г. Алексѣева. Для теплотворной способности одного грамма органической массы г. Алексѣевъ (стр. 484) даетъ 7434 ед. т.; вычитая изъ этой величины то незначительное количество, которое соотвѣтствуетъ теплотѣ сгоранія содержащагося въ шунгитѣ водорода (0,39%)=134 ед. т., получимъ 7300 ед. т. Такъ какъ органическая масса изслѣдованнаго г. Алексѣевымъ образца шунгита содержитъ 93,45% углерода, то одному грамму этой разности соотвѣствуетъ теплота горѣнія=7800 ед. т., т. е. ровно столько, сколько даетъ при горѣніи графитъ. Что же касается до отнесенія г. Алексѣевымъ шунгита къ антрацитамъ, то, вѣроятно, здѣсь преднамѣренно скрывается сдѣланное мною почти восемь лѣтъ тому назадъ. Я оттого и поставилъ шунгитъ въ одинъ рядъ съ антрацитами, назвавъ новымъ крайнимъ членомъ въ ряду аморфнаго углерода, что это минеральное вещество аморфно, что теплоемкость его какъ и у антрацитовъ, хотя въ то же время и отличается отъ этихъ послѣднихъ твердостью, удѣльнымъ вѣсомъ и электропроводностью; два послѣднія свойства сближаютъ его съ графитомъ.

Въ прошломъ году г. Зауэръ нашелъ, также въ гуронской системѣ, какъ и у насъ, разность аморфнаго углерода въ Рудныхъ горахъ Саксоніи, которую онъ принялъ за совершенно тожественную съ описанною мною изъ Шунги, но длинота моего названія побудила его предложить для указанной разности названіе „графитоида." Я по этому поводу возражалъ г. Зауэру, указывая, что годомъ раньше назвалъ ее „шунгитомъ" въ моей „Геологіи", и что названіе графитоидъ неудобно потому, что можетъ ввести въ заблужденіе о большей близости ископаемаго къ графиту, тогда какъ онъ изъ разностей аморфнаго углерода. Г. Алексѣеву слѣдовало-бы знать, что теперь уже не я одинъ смотрю на шунгитъ какъ на особую разность аморфнаго углерода:—есть и другіе изслѣдователи, такъ думающіе.

Дальше съ такою подробностью я не буду разсматривать статью г. Алексѣева, укажу только, что и самъ авторъ статьи въ концѣ концевъ говоритъ: „но

(*) Такіе-же разсчеты я представилъ и противъ опытовъ г. Лисенко, въ которыхъ доказалъ недостаточную просушку шунгита, а въ силу этого и невѣрность опыта.

всетаки надо признать, что содержаніе золы въ этомъ углѣ и *другія его свойства* таковы, что для обыкновеннаго употребленія онъ не годится.“ Я нарочно подчеркнулъ о другихъ свойствахъ шунгита, о которыхъ г. Алексѣевъ не промолвился ни однимъ словомъ, если не считать горѣнія и его сомнительныхъ опытовъ. Значитъ, моя статья дала г. Алексѣеву эти свойства шунгита, ну хоть въ этомъ отношеніи моя заслуга передъ г. Алексѣевымъ!

Полное отсутствіе опытныхъ данныхъ, опровергающихъ мои опыты, озлобленный, импонирующій тонъ статьи г. Алексѣева только тамъ, гдѣ дѣло касается моей особы и шунгита, — все это говоритъ въ пользу того, что не для выясненія научныхъ истинъ была написана эта статья. Причина ея появленія оставалась-бы загадкою, если бы г. Алексѣевъ неосторожно не выдалъ-бы себя въ выноскѣ на стр. 487, гдѣ разсказываетъ, что администрація одного купца уже послала, по настоянію г. Алексѣева, на это мѣсторожденіе штейгера. Здѣсь дѣло становится яснымъ....

Г. Редакторъ, Вамъ, какъ технику, конечно, превосходно извѣстно, что какія-бы статьи ни писали ученые, имъ не остановить дѣло промышленное, если оно представляетъ выгоды. Въ теченіе почти десяти лѣтъ какъ сталъ извѣстенъ шунгитъ, если бы это было горючее ископаемое, его давно бы употребляли для топлива, тѣмъ болѣе, что чрезъ Онежское озеро постоянно совершаются пароходные рейсы; но ничего подобнаго нѣтъ, а потому какія бы статьи ни писали въ его пропаганду и защиту—толку не будетъ.

Такъ-какъ цѣль статьи г. Алексѣева для меня ясна, то я съ своей стороны считаю долгомъ заявить, что, чтобы не писалъ дальше г. Алексѣевъ, я отвѣчать не буду, ибо воевать не за научную идею и въ особенности предлагаемымъ мнѣ оружіемъ (тонъ и пріемы г. Алексѣева) считаю для себя недостойнымъ.

Примите и проч.
А. Иностранцевъ.

Замѣтка къ статьѣ «О несчастныхъ случаяхъ при горномъ промыслѣ Пруссіи».

(См. Горн. Журн. 1886 г., № 11, стр. 287).

Различныя условія, при которыхъ оказались несчастные случаи на рудникахъ Пруссіи въ 1885 году, были распредѣлены въ означенной статьѣ на двухъ таблицахъ—IV и V (вмѣсто одной IV, какъ было въ подлинникѣ) для болѣе нагляднаго сравненія несчастныхъ случаевъ съ горнорабочими въ Пруссіи и Россіи: въ IV таблицѣ показаны несчастія, случившіяся исключительно при горныхъ работахъ и въ горныхъ выработкахъ, что ближе подходитъ къ средѣ несчастій съ людьми въ нашихъ рудникахъ, нежели условія несчастій по V таблицѣ, куда вошли смертные случаи, напр., отъ гремучаго газа, углекислоты, прорыва рудничныхъ водъ и проч. Несмотря на такое раздѣленіе, цифры въ послѣднихъ двухъ графахъ таблицы V, на страницахъ 297 и 299, означаютъ, какъ и въ нѣмецкомъ подлинникѣ, *суммы несчастій пяти прусскихъ горныхъ округовъ, указанныхъ въ частности на таблицахъ IV и V*, на что собственно и имѣлось въ виду сдѣлать указаніе настоящею замѣткою. Кстати добавить, что на стран. 297, въ 16 графѣ сверху, вмѣсто 15 слѣдуетъ число 115; на стран. 299, въ итогѣ графы 15, пропущено 0,087, а въ итогѣ послѣдней графы слѣдуетъ число 2,507.

Г. Р.

ОБЪЯВЛЕНІЯ.

О присужденіи большой Михайловской преміи за 1886 годъ.

На основаніи ВЫСОЧАЙШЕ утвержденнаго положенія о большой Михайловской преміи, учрежденной въ 1846 году за лучшія сочиненія и изобрѣтенія по артиллерійской части, означенная премія должна была быть присуждена въ настоящемъ 1886 году.

Премія эта раздѣляется на первую и вторую. Первая составляется изъ пятилѣтнихъ процентовъ съ основнаго капитала, за вычетомъ изъ нихъ цѣнности золотой медали, составляющей вторую премію.

Въ засѣданіи Артиллерійскаго Комитета, происходившемъ 24-го Ноября 1886 года первая премія большинствомъ голосовъ присуждена Инспектору Артиллерійскихъ пріемокъ Генералъ-Маіору Энгельгардту за разработанную имъ матеріальную часть для 6 дм. полевой мортиры и за его же приборъ для безопасной разрядки снарядовъ;—вторая премія присуждена состоящему, для порученій при Главномъ Артиллерійскомъ Управленіи Полковнику Даниловскому: а) за разработанную имъ матеріальную часть горной артиллеріи и составленіе различныхъ свѣдѣній относящихся до горной артиллеріи, какъ объявленныхъ въ приказѣ по артиллеріи за № $\frac{186}{1884\ г.}$ такъ и нынѣ печатаемыхъ, б) за разработку инструментальной повозки и походной кузницы и составленіе относящихся до нихъ свѣдѣній, которыя нынѣ положено отпечатать и, в) за курсъ технологіи выдѣланной кожи.

Таковое постановленіе Артиллерійскаго Комитета ЕГО ИМПЕРАТОРСКИМЪ ВЫСОЧЕСТВОМЪ Генералъ-Фельдцейхмейстеромъ утверждено:

ВЪ 1887 ГОДУ

ВѢСТНИКЪ

ФИНАНСОВЪ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ.

УКАЗАТЕЛЬ ПРАВИТЕЛЬСТВЕННЫХЪ РАСПОРЯЖЕНІЙ ПО МИНИСТЕРСТВУ ФИНАНСОВЪ.

будетъ издаваться по прежней программѣ.

Годовая подписная цѣна:

въ С.-Петербургѣ	безъ доставки	6 руб.
	съ доставкою	7 »
съ пересылкою	во всѣ мѣста Имперіи	7 »
	заграницу	14 »

Полугодовая подписная цѣна.

въ С.-Петербургѣ	безъ доставки	3 р. 75 к.
	съ доставкою	4 » 50 »
съ пересылкою	во всѣ мѣста Имперіи . . .	4 » 50 »
	заграницу	9 » — »

Съ требованіями обращаться въ Редакцію (въ Министерствѣ Финансовъ, зданіе Главнаго Штаба) и къ главнѣйшимъ книгопродавцамъ.

ШЕСТОЙ ГОДЪ ИЗДАНІЯ

ОТКРЫТА ПОДПИСКА НА 1887 ГОДЪ НА ЖУРНАЛЪ

„ИНЖЕНЕРЪ"

ВЫХОДЯЩІЙ ВЪ г. КІЕВѢ ЕЖЕМѢСЯЧНО КНИЖКАМИ ВЪ 4—6 ПЕЧАТНЫХЪ ЛИСТОВЪ IN 4°

Редакціонный комитетъ: **А. А. Абрагамсонъ, Д. К. Волковъ, С. Д. Карейша, В. Р. Политковскій.**

Редакторъ **А. П. Бородинъ.**

ПОДПИСНАЯ ЦѢНА:

съ пересылкой и доставкой 12 руб. въ годъ.

разсрочка платежа допускается въ два срока: при подпискѣ 6 руб. и не позже 1 мая 6 руб.

Подписка принимается: Въ **Кіевѣ**, въ редакціи журнала **„Инженеръ"**, Кузнечная улица, въ книжныхъ магазинахъ Оглоблина и Розова, и въ С.-Петербургѣ и Москвѣ въ книжныхъ магазинахъ М. О. Вольфа; въ книжномъ магазинѣ В. Эриксона въ С. Петербургѣ.

Тамъ же принимаются объявленія.

Гг. подписчиковъ, желающихъ получить подписной билетъ, просятъ выслать 2 почтовыя марки на пересылку таковаго.

ЗА ПЕРЕМѢНУ АДРЕСА ПРИЛАГАЮТСЯ 5 ИНОГОРОДНИХЪ МАРОКЪ

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА

Ежемѣсячный журналъ, начавшій выходить съ 1 апрѣля 1886 г.

на

РУССКОЕ СУДОХОДСТВО

ТОРГОВОЕ И ПРОМЫСЛОВОЕ

НА РѢКАХЪ, ОЗЕРАХЪ И МОРЯХЪ.

ПОДПИСНАЯ ЦѢНА:

Съ пересылкой и доставкой } Съ 1 апрѣля 1886 г. по 1 апрѣля 1887 г. . . . . **7 руб.**

Редакторъ-издатель **М. Мецъ.**

Библиотека общества

Въ Канцеляріи Горнаго Ученаго Комитета (Горный Департаментъ, въ Зданіи Министерства Государственныхъ Имуществъ, у Синяго Моста) поступили въ продажу слѣдующія, вновь изданныя, книги:

1. „Начала Маркшейдейрскаго Искусства"

составилъ Горный Инженеръ Л. А. Саксъ. Ц. 1 руб. 50 коп.

2. „Вспомогательныя таблицы"

для скорѣйшаго опредѣленія вѣса чистыхъ металловъ въ лигатурныхъ сплавахъ" передѣльной цѣны чистыхъ металловъ по вѣсу и обратно вѣса ихъ по суммѣ денегъ, а также для исчисленія платы въ возмѣщеніе расходовъ казны: за раздѣленіе золото-серебряныхъ сплавовъ и за передѣлъ ихъ въ монету, и для опредѣленія взимаемой съ золота, серебра и платины натурою горной подати. Составлены С.-Петербургскимъ Монетнымъ Дворомъ. Цѣна 5 руб.

ПРАКТИЧЕСКІЙ КУРСЪ
ПАРОВЫХЪ МАШИНЪ

Ив. ТИМЕ,

ПРОФЕССОРА ГОРНАГО ИНСТИТУТА.

ТОМЪ I. Паровые котлы.
(СЪ ОТѢЛЬНЫМЪ АТЛАСОМЪ ЧЕРТЕЖЕЙ).

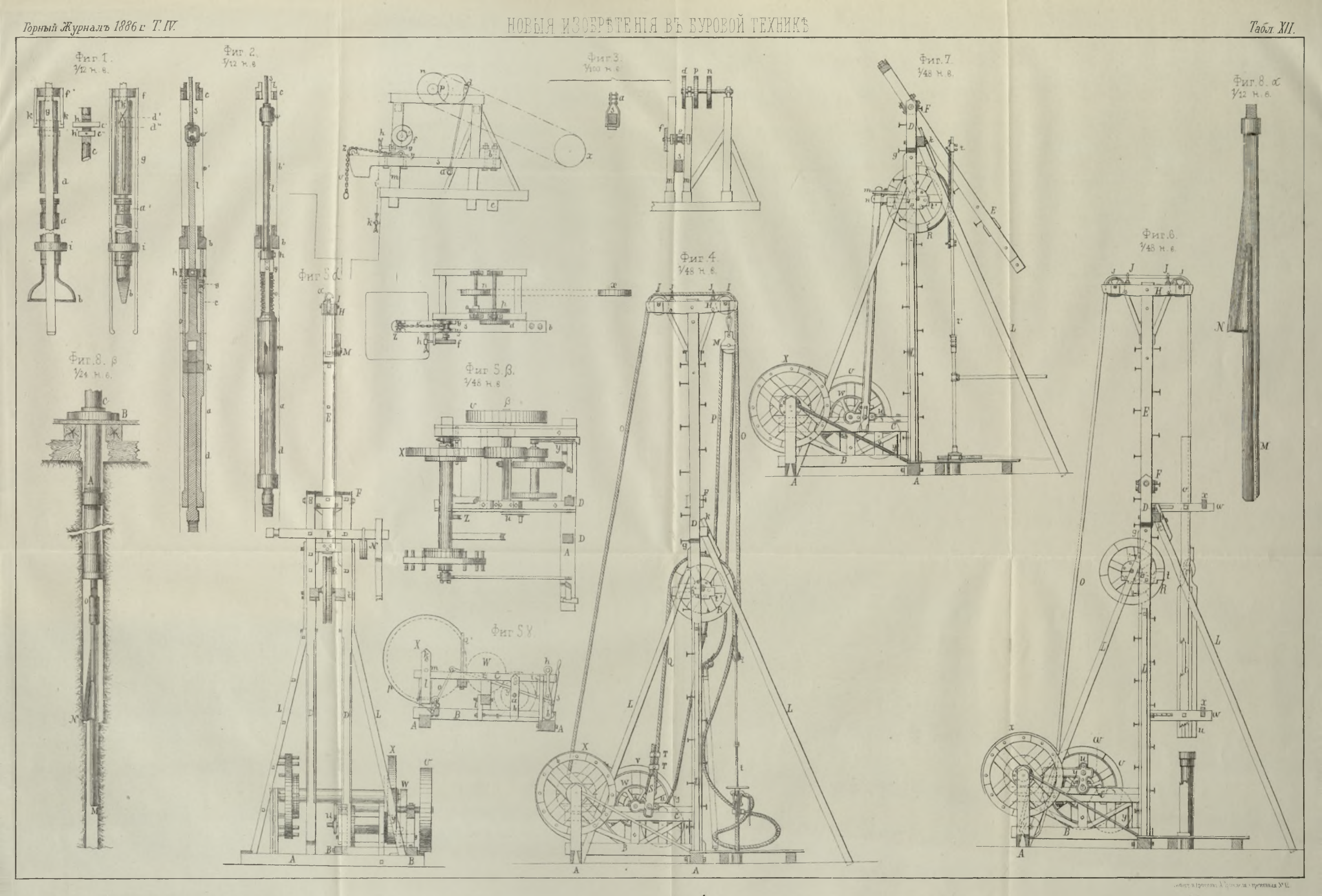
Цѣна **5** р. **50** к., съ пересылкой **6** р. **25** к.

Книгопродавцамъ 20% уступки.

Складъ изданія: Горный институтъ, кв. 5.

ТОМЪ II. ПАРОВЫЯ МАШИНЫ

печатается и выйдетъ въ свѣтъ въ февралѣ мѣсяцѣ наступающаго 1887 года.


Фиг. 1.
1/12 н. в.
Фиг. 2.
1/12 н. в.
Фиг. 3.
1/100 н. в.
Фиг. 7.
1/48 н. в.
Фиг. 8. α
1/12 н. в.
Фиг. 8. β
1/24 н. в.
Фиг. 5. α
Фиг. 5. β.
1/48 н. в.
Фиг. 4.
1/48 н. в.
Фиг. 6.
1/48 н. в.
Фиг. 5. γ

13) **Печи для металлургическихъ процессовъ.** Профес. А. Ледебура, переводъ съ нѣмецкаго горн. инж. А. Шунне. Цѣна 75 коп.

14) **Руководство къ химическому изслѣдованію предметовъ желѣзнаго производства.** Профес. А. Ледебура, переводъ съ нѣмецкаго горн. инж. К. Флуга. Книжка въ 104 стр. съ 16-ю рисунками въ текстѣ. Цѣна 1 руб.

15) **Руководство къ химическимъ пробамъ желѣза, желѣзныхъ рудъ и горючихъ матеріаловъ,** профессора Эггерца, съ двумя таблицами чертежей. Перев. со шведскаго Хирьяковъ. Цѣна 1 р.

16) **Горнозаводская промышленность Россіи и въ особенности ея желѣзное производство.** П. фонъ Туннера, перев. съ нѣмецкаго П. Кулибинымъ. Цѣна 2 р. 60 к.

17) **Очеркъ мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ въ Европейской Россіи и на Уралѣ. Карта рудныхъ мѣсторожденій Европейской Россіи и Урала.** Продаются вмѣстѣ. Цѣна 1 р. 50 коп.

18) **Огнеупорныя глины, ихъ нахожденіе, составъ, изслѣдованіе, обработка и примѣненіе.** Д-ра Карла Бишофа. Перевелъ Горн. Инж. П. Миклашевскій. Цѣна 3 руб.

19) **Мѣсторожденія огнеупорныхъ матеріаловъ въ Россіи и способы выдѣлки огнеупорныхъ издѣлій, примѣняемые на русскихъ горныхъ заводахъ.** Составилъ Горн. Инж. П. Миклашевскій. Цѣна 3 р. 50 коп.

20) **Геологическая карта восточнаго отклона Уральскаго хребта,** составл. горн. инж. А. Карпинскимъ. Цѣна экземпляру (3 листа) 2 р. 50 к.

21) **Геологическая карта западнаго отклона Уральскаго хребта,** составл. горн. инжен. Меллеромъ. Цѣна экземпляру (2 листа) съ русскимъ или французскимъ текстомъ—2 р. 50 к.

22) **Геогностическая карта Европейской Россіи** и хребта Уральскаго, составл. въ 1845 г. Мурчисономъ, де-Верпейлемъ и гр. Кейзерлингомъ. Цѣна 75 к., и дополненная въ 1849 г. Д. Озерскимъ, цѣна экземпляру (2 листа) 1 р. 50 к.

23) **Геогностическое описаніе южн. части Уральскаго хребта,** изслѣдов. 1854—1855 г. горн. инж. Мерлицкимъ и Антиповымъ 2-мъ. Цѣна 3 р.

24) **Пластовая горнопромышленная карта западной части Донецкаго кряжа,** сост. подъ руководствомъ Академика Г. П. Гельмерсена, въ трехъ верстномъ масштабѣ, на 12 листахъ. Цѣна 6 руб.

25) **Памятная книжка** для русскихъ горныхъ людей за 1862—1863 гг. Цѣна экземпляру за каждый годъ отдѣльно 2 р.

26) **Сборникъ статистическихъ свѣдѣній** по горной и соляной части за 1864, 1865, 1866 и 1867 гг. Цѣна за каждый годъ отдѣльно 1 р.

27) **Геологическія и топографическія карты** шести уральскихъ горныхъ округовъ на русскомъ языкѣ, сост. Г. Л. Гофманомъ. Изд. 1870 г. Ц. 10 р.

28) **Геологическія карты** шести уральскихъ горныхъ округовъ, на нѣмецкомъ языкѣ съ описаніемъ, сост. Г. Л. Гофманомъ. Цѣна (вмѣстѣ съ шестью русскими топографическими картами) 12 р.

29) **Исторія химіи** Ѳ. Савченкова. Цѣна 2 р.

30) **Графическія статистическія таблицы по горной промышленности Россіи,** состав. А. Кеппеномъ. Цѣна 9 руб.

31) **Матеріалы для статистики о лѣсахъ всѣхъ горныхъ заводовъ въ Европейской и Азіатской Россіи.** Н. Г. Мальгина. Цѣна 2 р. 25 к.

32) **Металлы, металлическія издѣлія и минералы въ древней Россіи,** соч. М. Д. Хмырова; исправлено и дополнено К. А. Скальковскимъ. Цѣна 3 р.

33) **Мемуаръ о строганіи металловъ,** соч. Профессора Ив. Тиме, на французскомъ языкѣ, съ тремя чертежами. Цѣна 70 коп.

На основаніи журнала Горнаго Ученаго Комитета 1870 г., за № 55, всѣ вышепоименованныя сочиненія, а равно и другія изданія Горнаго Ученаго Комитета продаются со скидкою 20% съ рубля противъ показанныхъ цѣнъ. Сія скидка дѣлается книгопродавцамъ при покупкѣ ими изданій за наличныя или на комиссію въ неопредѣленномъ количествѣ экземпляровъ, а для прочихъ лицъ только при пріобрѣтеніи не менѣе 10 экземпляровъ.

Отношеніе метрической системы къ наиболѣе употребительнымъ мѣрамъ другихъ системъ.

1 метръ = 0,0000001 четверти земнаго меридіана. =

3,2809 Русск. или Англ. фут.	3,1862 Рейнск. или Прусск. фута.
1,4061 аршина.	1,73058 Польск. локтя.

Метръ = 10 дециметр. = 100 сантиметр. = 1000 миллим. и т. д.

1 дециметръ = 3,9371 русск. дюйм. или 2,2498 вершка; 1 сантим. = 3,9371 русск. линіи или 0,2249 вершк. Одинъ русск. дюйм. = 25,399 миллим. и русск. линія = 2,54 мм.

Миріамет. = 10 километр. = 100 гектаметр. = 1000 декаметр. = 10,000 метр.

0,0898419 град. экватора.	5,39052 морск. (итальянск.) мил. или морскаго узла.
1,34763 геогр. или нѣм. мил.	6,21382 англійск. мили.
9,37400 рус. верстъ.	

1^2 метръ =

10,76430 рус. или англ. кв. фута.	10,15187 прусск. кв. фута.

1^2 дециметръ = 15,489 кв. рус. дюйм. 1^2 сантим. = 15,489 кв. рус. линій. 1^2 рус. дюйм. = 6,456 кв. сант. 1^2 саж. = 4,5521 кв. метр.

Одинъ гектаръ = 10,000 кв. метр. =

0,91553 рус. десятины.	3,91662 прус. моргена.
2197 рус. кв. сажени.	1,78632 польск. моргена.

1^3 метръ =

35, 31528 рус. или англ. куб. фута.	32,34587 прус. куб. фута.

1^3 сантим. = 0,06102 куб. дюйм. = 61,02 куб. лин. 1^3 рус. дюйм. = 16,388 куб. сант. 1^3 саж. = 9,71376 куб. метр. 1^3 метр. = 2,77956 куб. арш.

Гектолитръ = 100 литрамъ, а литръ = 1000 куб. сантим. =

3,8113 четверика.	1,4556 прус. эймера.
8,1308 ведра.	25,018 польск. гарнцевъ.
1,8195 прусск. шефеля.	0,7818 польск. коржеца.

1 килогр. = вѣсу 1000 куб. сант. воды при 4° Ц. =

2,44190 рус. фунт.	2 фун. тамож. вѣса и 2,13808 прус. стар. фунта.

1 фунтъ = 0,40951196 килогр. или = 409,52 гр. 1 гр. = 0,23443 золотн. или 22,5 долей.

1° Ц. = 0,8° Р. и 1° Р. = 1,25 Ц.

Помѣщая эту таблицу, редакція покорнѣйше проситъ лицъ, доставляющихъ статьи въ «Горный Журналъ», обозначать на нихъ мѣры въ единицахъ метрической системы.

Отвѣтственный Редакторъ А. Добронизскій.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Перваго тома 1886 года.

I. Оффиціальный отдѣлъ.

СТРАН.

Извлеченіе изъ отчета о состояніи Горнаго Института за 1884 годъ. . . . . .
Приказы по горному вѣдомству XXVII

II. Горное и Заводское Дѣло.

Поршневыя пружины и центробѣжные регуляторы. Проф. **Ив. Тиме.** (Kolbenringe und centrifugal Regulatoren; von Prof. **I. Thieme**) 1
Закрѣпленіе каменною водонепроницаемой крѣпью шахты на соляной копи гг. Маресева и Милевскаго. Горн. Инж. **И. Шостковскаго** (Die Wasserdichte Ausmauerung des Schachtes der Steinsalzgrube der H. Mareseff und Mileffsky; von Berg. Ing. **I. Schostkoffsky**) 30
О марганцовистомъ чугунѣ. **А. Пурселя** (Ueber Ferromangan; von **A. Pourcel**) 46
Предохраненіе паровыхъ котловъ отъ образованія накипи помощью пловки Дэрво. Горн. Инж. **С. Войслава** (Zur Verhütung von Kesselsteinbildung mittels Derveau's Apparat; von Berg-Ing. **S. Woislaw**) 171
Автоматически-дѣйствующій тормазъ. Горн. Инж. **А. Готовскаго** (Automathischwirkender Hemmschuh; von Berg-Ing. **A. Gotoffsky**) 180
Обеззоленіе кокса. Канд. хим. **П. Гладкаго** (Die Entäscherung des Koks; von **P. Gladky**). 182
Свойства ковкаго желѣза, выведенныя на основаніи микроскопическихъ изслѣдованій. **Веддинга** (Die Eigenschaften des schmiedbaren Eisens abgeleitet aus der mikroskopischen Untersuchung des Gefüges; von Dr. **H. Wedding**) 191
Выплавка мѣди по валлійскому способу. **А. Леви** (Kupferschmelzung nach Wallischer Methode; von **A. Levy**) 202
Нѣкоторыя данныя для буренія скважинъ. **А. Фаука.** (Einige Angaben zum Gebrauche des Erdbohrers; von **A. Fauck**) 317
Нѣсколько данныхъ для изученія хода процесса плавленія стали въ кислыхъ и основныхъ тигляхъ. Д-ра **А. Брандта** (Einige Beiträge zur Kenntniss der Vorgänge bei Stahlschmelzprocessen in sauren und basischen Tiegeln; von v. D-r. **Brandt**) 363

III. Геологія, Геогнозія и Палеонтологія.

Прикарпатскія мѣсторожденія нефти. **Ф. А. Расинскаго** (Naphtafundorte in den Karpathen; von **F. A. Rasinsky**). 71
Геологическія наблюденія въ Бійскомъ и Кузнецкомъ округахъ Томской губ. Гражд. Инж. **Б. Поляновскаго** (Geologische Beobachtungen in den Kreisen Biisk und Kusnezk des Gouvernements Tomsk; von Civil-Ing. **B. Polianowsky**) 226
Указаніе на присутствіе девона въ Донецкомъ бассейнѣ. Горн. Инж. **Ѳ. Чернышева.** (Devon im Flussgebiete des Don; von Berg. Ing. **T. Tchernyscheff**) 233
Къ исторіи развитія береговъ. **Т. Фишера.** (Zur Entwickelungsgeschichte der Küsten; von **Th. Fischer**) 240
По вопросу о нефти въ Царствѣ Польскомъ. Горн. Инж. **М. Шимановскаго** (Zur Naphtafrage in Russisch-Polen; v. Berg. Ing. **M. Schiemanowsky**). 379
Замѣтка о признакахъ ископаемаго горючаго въ Оренбургскомъ краѣ. **П. С. Назарова.** (Notizen über die Kennzeichen des fossilen Brennmaterials im Orenburgischen Gebiete; von **P. S. Nazaroff**) 387